



**PRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UMA BASE DE TESTES: APLICAÇÃO
EM TESTES DE PLACAS DE COMPUTADORES E NOTEBOOKS EM UMA
FÁBRICA NA CIDADE DE MANAUS**

Plácido Donato Fragata Neto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Edílson Marques Magalhães

Belém

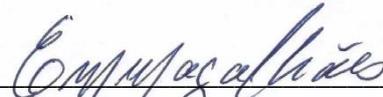
Maio de 2019

**PRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UMA BASE DE TESTES: APLICAÇÃO
EM TESTES DE PLACAS DE COMPUTADORES E NOTEBOOKS EM UMA
FÁBRICA NA CIDADE DE MANAUS**

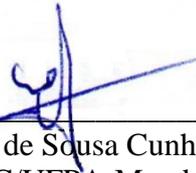
Plácido Donato Fragata Neto

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
PÓSGRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO
PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:



Prof. Edilson Marques Magalhães, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Edinaldo José de Sousa Cunha, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. David Barbosa de Alencar, Dr.
(FAMETRO-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

MAIO DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Neto, Plácido Donato Fragata, 1965-
Produção e Implantação de uma base de testes: Aplicação
em Testes de Placas de computador e notebooks em uma fábrica
na cidade de Manaus. Manaus / Plácido Donato Fragata Neto -
2019.

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Processos, 2019.

1. Base única 2. Setup rápido 3. Redução de custos I.
Título

CDD 22.ed.660.284245

*Dedico este trabalho a todos aqueles que
contribuíram para sua realização.
Primeiramente ao meu Deus, à minha
família.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, à minha amada esposa Margareth de Andrade Fragata, meus filhos Breno de Andrade Fragata e Hêndria Rebeca de Andrade Fragata que com seus apoios e amor me provaram que sou capaz, ao meu orientador, pelo acompanhamento durante as pesquisas experimentais e pela assistência na elaboração desta dissertação.

Aos professores e colegas do PPGEF, ao ITEGAM pela oportunidade ímpar que me fez crescer e valer o que sou diante da sociedade, com múltiplas possibilidades de fazer o diferencial através do conhecimento para propagar o que me foi atribuído.

Ao meu amigo e gerente Dr. Edson Farias de Oliveira, que compreendeu por diversas vezes a importância deste projeto, permitindo e autorizando o desenvolvimento desta pesquisa na fábrica.

Aos colaboradores do ITEGAM que sempre apoiaram nesta jornada, em especial a Profa. M.Sc. Tereza Felipe.

A minha amiga Franciselma de Sousa Farias, que fez parte do desenvolvimento desta pesquisa.

A minha amiga Saara Costa dos Santos, que fez parte dos testes do desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu amigo Paulo César Hermida de Queiroz, pelo desenvolvimento do sistema de testes funcionais.

Aos amigos, Benjamin Henrique da Silva, Jandecy Cabral Leite Júnior, Pedro Rocha e Alonso Raimundo da Silva Reis.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz...”

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

PRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UMA BASE DE TESTES: APLICAÇÃO EM TESTES DE PLACAS DE COMPUTADORES E NOTEBOOKS EM UMA FÁBRICA NA CIDADE DE MANAUS

Plácido Donato Fragata Neto

Maio/2019

Orientador: Edílson Marques Magalhães

Área de Concentração: Engenharia de Processos

O cenário atual da linha de montagem de computadores, da fábrica em estudo, funciona com a aplicação de bases importada para de testes, específicas para cada modelo de placas de computadores. Desta forma, ocasiona um problema referente ao custo muito elevado na importação de bases de teste para cada modelo de placas de computadores, bem como elevando o tempo de setup de linha entre os modelos. Este trabalho tem como objetivo a produção e implantação de uma base de testes que seja única para todos os modelos de placas de computadores. A base única de testes será produzida com material já existente na fábrica e dentro dos padrões da base importada, ressaltando que a base única sofrerá adaptações para se adequar aos modelos das placas testadas na empresa, sem perder a qualidade e confiabilidade do processo já existente com bases importadas. A base única produzida, foi implantada na linha de testes e submetida aos testes com quatro placas de diferentes modelos, ficou constatado que as placas se adequaram perfeitamente ao novo modelo de base, conseqüentemente, houve a eliminação dos custos de importação das bases e diminuição do tempo de setup entre os modelos.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**PROPOSAL FOR PRODUCTION AND IMPLATATION OF TEST BASIS:
APPLICATION ON TESTING OF COMPUTER BOARDS AND NOTEBOOKS
BASED ON A MANAUS CITY FACTORY**

Plácido Donato Fragata Neto

May/2019

Advisor: Edílson Marques Magalhães

Research Area: Process Engineering

The current factory scenario presents a problem with the very high cost of importing test bases for each model and line setup of the models. This work aims to improve the productive process in a line of computers with a single test base in the functional test stations of the boards. It will be a unique testing base for all motherboard models of the line, without lost of the quality and reliability of the existing process with imported bases. The planning will be applied within the scope of the engineering by means of employees apt in the development of the creation of the unique base, solving and improving the process of test in the company of activities of industrial follow-up. The cost in the test station was identified in the production line in relation to the cost of importing bases and then a single base was developed and tests were performed with four different plates using the single base. The objective of the single base was achieved, since it eliminated the cost of importing bases and decreased the setup time among the models.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 - OBJETIVOS.....	3
1.3.1 - Objetivo geral.....	3
1.3.2 - Objetivos específicos.....	3
1.4 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	4
1.5 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 - SISTEMAS PRODUTIVOS.....	5
2.1.1 - Processos industriais.....	5
2.1.2 - Fluxos de processo.....	6
2.1.3 - Manufatura enxuta.....	7
2.2 - METODOLOGIA DE TRABALHOS OU GERENCIAMENTO APLICADOS EM PROCESSOS PRODUTIVOS.....	7
2.2.1 - PDCA.....	7
2.2.2 - Just in time.....	9
2.2.3 - Automação jidoka.....	11
2.2.4 - Mapa do fluxo de valor.....	12
2.2.5 - Kanban.....	13
2.2.6 - 5S.....	13
2.2.7 - Poka yoke.....	14
2.2.8 - Kaizen.....	16
2.3 - MATERIAIS PARA DESENVOLVIMENTO DA BASE ÚNICA.....	17
2.3.1 - Fenolite.....	18
2.3.2 - Fibra de vidro.....	18
2.4 - LOGÍSTICA E CUSTOS.....	18
2.5 - TRABALHOS CORRELATOS.....	20
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 - CENÁRIO ATUAL DA EMPRESA.....	22
3.3.1 - Base de testeutilizada na linha de produção.....	23

3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	24
3.2.1 - Planejamento do estudo.....	25
3.2.2 - Materiais.....	26
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 - DESENVOLVIMENTO DA BASE ÚNICA DE TESTE.....	27
4.2 - DESENVOLVIMENTO DOS ACESSÓRIOS QUE COMPÕE A BASE ÚNICA DE TESTE.....	28
4.3 - VERIFICAÇÃO DA BASE ÚNICA DE TESTE.....	39
4.4 - TESTE E AJUSTES.....	42
4.5 - COMPARAÇÃO VISUAL DAS BASES.....	46
4.6 - CUSTO.....	47
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	50
5.1 - CONCLUSÕES.....	50
5.2 - SUGESTÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXO I - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Símbolos para diagrama de fluxo de processo.....	6
Figura 2.2	Ciclo PDCA.....	9
Figura 2.3	Impactos do jidoka sobre o sistema produtivo.....	12
Figura 2.4	Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	13
Figura 2.5	Esquemática das funções dos dispositivos Poka Yoke.....	15
Figura 2.6	Métodos de atuação dos dispositivos Poka Yoke.....	16
Figura 2.7	Níveis de kaizen.....	17
Figura 2.8	Elementos básicos da logística.....	19
Figura 3.1	Fluxo da linha de produção.....	22
Figura 3.2	Estação ICT com base única.....	23
Figura 3.3	Base importado da China visto pela parte de cima.....	23
Figura 3.4	Base importado da China visto pela parte de baixo.....	24
Figura 3.5	Placas de fenolite, utilizadas para desenvolvimento da base de teste.....	26
Figura 4.1	Desenho da base única vista por cima.....	27
Figura 4.2	Desenho da base única com sua espessura.....	27
Figura 4.3	Base única sendo fabricada na Router CNC.....	28
Figura 4.4	Suporte DB9.....	28
Figura 4.5	Desenho em CAD do Suporte DB9.....	29
Figura 4.6	Base pino de apoio regulável.....	29
Figura 4.7	Desenho em CAD para base pino de apoio regulável e pino guia.....	29
Figura 4.8	Base regulável com pino guia.....	29
Figura 4.9	Suporte periférico na placa para cabo flat.....	30
Figura 4.10	Desenho em CAD do suporte periférico na placa para cabo flat.....	30
Figura 4.11	Suporte de cilindro pneumático.....	30
Figura 4.12	Desenho em CAD do suporte de cilindro pneumático.....	31
Figura 4.13	Suporte periférico para conector USB.....	31
Figura 4.14	Desenho em CAD do suporte periférico para conector USB.....	31
Figura 4.15	Cantoneira paralela.....	32
Figura 4.16	Desenho em CAD da cantoneira.....	32

Figura 4.17	Tampa da base.....	32
Figura 4.18	Desenho em CAD da tampa da base.....	33
Figura 4.19	Dobradiça da tampa da base.....	33
Figura 4.20	Desenho em CAD da dobradiça da tampa da base.....	33
Figura 4.21	Foto da tampa da base com a dobradiça.....	34
Figura 4.22	Desenho em CAD da tampa da base com a dobradiça.....	34
Figura 4.23	Trava da tampa da base.....	34
Figura 4.24	Desenho em CAD da trava da tampa da base.....	35
Figura 4.25	Suporte do dissipador.....	35
Figura 4.26	Desenho em CAD do suporte do dissipador.....	35
Figura 4.27	Travessa da tampa.....	36
Figura 4.28	Desenho em CAD da travessa da tampa.....	36
Figura 4.29	Pino da trava.....	36
Figura 4.30	Desenho em CAD do pino da trava.....	37
Figura 4.31	Base pronta sem a parte eletrônica vista da parte de cima.....	37
Figura 4.32	Base vista pela parte de baixo.....	38
Figura 4.33	Placa de notebook e base com ajustes.....	38
Figura 4.34	4 Modelos de placas com a base única.....	39
Figura 4.35	Placa 1 ajustada na base única.....	39
Figura 4.36	Placa 2 ajustada na base única.....	40
Figura 4.37	Placa 3 ajustada na base única.....	40
Figura 4.38	Placa 4 ajustada na base única.....	40
Figura 4.39	Console de teste aonde é encaixada a base única.....	41
Figura 4.40	Base única ao lado do local que será encaixada.....	41
Figura 4.41	Base única encaixada no local de teste para uso na linha de produção.....	42
Figura 4.42	Mother Board 1.....	43
Figura 4.43	Mother Board 2.....	43
Figura 4.44	Mother Board 3.....	44
Figura 4.45	Mother Board 4.....	44
Figura 4.46	Placa sendo testada na base única.....	45
Figura 4.47	Base importada.....	46
Figura 4.48	Base única.....	46

Figura 4.49	Comparação de custos base importada e nacional.....	48
Figura 4.50	Comparação de tempo de setup.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Comparação sistema JIT x tradicional.....	10
Tabela 4.1	Tabela comparativa das bases.....	47
Tabela 4.2	Tabela comparativa de preços base importada x base única.....	49
Tabela 4.3	Tabela com o custo detalhado de uma base única.....	49

NOMENCLATURA

FR	<i>FLAME RESISTANT</i> (RESISTENTE A FOGO)
FV	FIBRA DE VIDRO
JIT	JUST IN TIME
PC	PERSONAL COMPUTER (COMPUTADOR PESSOAL)
PCI	PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO
PIM	PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS
SCO	SISTEMA DE COORDENAÇÃO DE ORDENS
STP	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

As fábricas de produtos eletrônicos sempre estão em constantes inovações e avançando seus processos de desenvolvimento tecnológico viabilizando e se adequando no mercado de trabalho tornando-se competitivo superando os problemas que para muitos é ainda uma elevada batalha constante por falta de pesquisas.

A fábrica de Eletrônicos da Amazônia LTDA (nome fictício), tem em uma de suas linhas de produção a fabricação de computadores e notebooks, e a concorrência nesse mercado é uma realidade que não se pode ignorar. As soluções para o avanço tecnológico fazem-se necessário por ser de vital importância à sobrevivência das empresas no mercado de trabalho, com isso, o ser humano tem a oportunidade de crescer e desenvolver seu intelecto fazendo uma contribuição para com a sociedade na qual está inserido.

Os segmentos que sobreviveram aos obstáculos são os que aperfeiçoam seus processos que mantêm o mercado ativo, sendo forte em tecnologia com marcas registradas tornando-se conhecida internacionalmente pela fama de boa qualidade de seu produto. Isto se deve ao processo utilizado de mecanismo sistêmico, aumentando o grau de qualificação no fluxo contínuo de sua produção garantida pelos processos eficazes.

Este trabalho foi motivado pela busca de soluções por menores custos para o processo produtivo de linhas de computadores e notebooks, uma vez que o investimento em uma base única, foco deste trabalho, será desenvolvido na própria fábrica, com material de uso comum dentro da empresa, que irá eliminar, a princípio, o custo da importação da base, mas irá trazer outros benefícios como, implantação de novos produtos mais eficiente, logo que não será necessário importar bases novas, setup de linha para outros produtos, pois irá usar sempre a mesma base que será única para os diferentes modelos de placas de computadores e notebooks. Tendo em vista os fatos apresentados, a importância deste estudo se faz necessário na empresa, se tornando um diferencial competitivo com outras organizações.

1.2 - JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos a indústria de produtos de informática tem suprido necessidades na vida do ser humano, tornando quase impossível viver sem ela no âmbito social, tem contribuído de forma significativa, viabilizando e armazenando procedimentos que só um método computadorizado é capaz de guardar e informar em qualquer lugar do mundo, enfim, faz parte da nossa vida e não podemos ignorar, esse é um dos produtos responsável pela ascensão do Pólo Industrial de Manaus (PIM) no segmento eletroeletrônico (inclusive produto de bens de informática), a cada ano é elevada sua produção com modelos diversos. Daí a importância da contribuição dos setores responsáveis na produção de placas de PC, em dinamizar programas e processos que venham contribuir com o avanço tecnológico nos testes de placas eletroeletrônicos tanto quantitativo como qualitativo, dando a garantia devida de um bom produto ao cliente, despertando interesse aos investidores patrocinarem pesquisas avançadas onde um modelo supere o outro, facilitando o cotidiano do cliente.

Avaliar a necessidade de melhoria no processo de produção há de se convir, faz-se necessário um setup rápido, fácil inserção no console e evolução do processo de teste de placas, melhorando a vida útil e confiabilidade da marca registrada para tornar-se parte integrante de um aparelho eletroeletrônico, além de assegurar o prosseguimento da produção no PIM que será oferecido ao cliente final.

As inovações através de pesquisas nos processos industriais de manufatura de produtos eletroeletrônicos e bens de informática, cientificamente são aceleradas tecnologicamente em busca de praticidade e soluções mais satisfatória, transformando a teoria abstrata em resultado concreto capaz de satisfazer necessidades substituindo-se em tempo cada vez mais recorde pelo ciclo do seu avanço sem trégua, levando a inovação de hoje ao passado, sempre visando o bom resultado do processo.

É necessário investir em adequação de máquinas, ferramentas, equipamentos e treinamento de operários em busca da melhoria contínua, automatizando processos objetivando produção quantitativa e qualitativa, evitando procedimentos passíveis de falhas na execução da atividade, primando o cumprimento das exigências internacionais para se manter distante de atividades de refugio.

Inserido neste contexto está o objeto de estudo, produção de uma base única, que é o instrumento que fará a diferença no avanço tecnológico de produção de Placas de Circuito Impresso (PCI) em sua conexão de testes, migrando de modelo com setup de

tempo hábil sem desperdício em sua mudança, pois é adaptável a qualquer modelo e tamanho de placa, padronizado ao console de teste, sendo possível uma única pessoa operar testes em quatro placas simultaneamente, operação que era anteriormente desenvolvida por quatro técnicos.

No processo da base dedicada a um único modelo, o teste era realizado até a conclusão do quite de placas, após o fechamento deste quite não era possível sua reutilização desta base, sendo feito seu descarte gerando a confecção de outra base para o novo modelo onerando valores sequenciais agregado ao produto, dificultando a concorrência no mercado das indústrias, uma vez que sua confecção era dedicada a um único modelo.

Por tanto, é necessária uma base única que supra a necessidade nos processos detestes de placas, independente de modelo ou tamanho, que não ocorrerá o seu descarte após fechamento de quites de placa, garantindo produção com confiabilidade em seu teste através do processo de melhoria contínua em diversos modelos de placas e reduzindo tempo na confecção da mesma.

1.3 - OBJETIVOS

1.3.1 - Objetivo geral

Desenvolver localmente e implantar uma base única de teste no processo produtivo de placas mães de computadores e notebooks.

1.3.2 - Objetivos específicos

- Produzir uma base única para testes de placas de computadores e notebooks;
- Utilizar materiais já disponíveis na fábrica para desenvolvimento da base única de teste;
- Eliminar o custo de importação de base de teste da China para cada modelo;
- Otimizar o setup de linha no processo de troca de modelos de bases.

1.4 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho apresenta como principal contribuição a eliminação de custos de importação com bases de teste. A eliminação desse custo está ligada diretamente à melhoria realizada no processo produtivo estudado, pois através da análise realizada, pôde-se obter uma economia bastante expressiva, tornando a empresa mais competitiva.

1.5 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura com conceitos e características de elementos que envolvem o sistema de produção, e também ferramentas da qualidade que auxiliam na eliminação de desperdício e na eficiência em um processo produtivo.

O capítulo 3 trata dos materiais utilizados para desenvolver o estudo e também do método utilizado para validar a melhoria implantada na linha.

O capítulo 4 apresenta os resultados que o estudo gerou e discussões sobre esses resultados.

E finalmente as conclusões e sugestões para trabalhos futuros são apresentados no capítulo 5.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - SISTEMAS PRODUTIVOS

A globalização da economia tem ocasionado um redesenho das forças produtivas. A expansão de inovadoras formas flexíveis de organização de sistema produtivo aponta para a falência do modelo de Ford, trazendo consequências importantes no âmbito econômico, social, organizacional e tecnológico (AMORIM *et al.*, 2016).

A existência de um sistema produtivo refere à necessidade de uma empresa que possui uma soma de estágios que se interagem em seu sistema produtivo, a partir de um objetivo comum, atuando para produzir um resultado eficaz e que seja o esperado para o seu consumidor (AMARAL *et al.*, 2015). Assim, a análise de um sistema produtivo, pode ser analisada nos itens identificáveis de entrada, transformação e saída, estabelecendo referências que facilitam nas tomadas de decisões (RIGGS, 1970; DE LIMA MAKOSKI e FAVERO, 2017).

Apesar das empresas apresentarem importante qualificação tecnológica, elas permanecem ainda incapacitadas para criar qualquer inovação mais radical em seus produtos ou processos, aonde a capacidade obtida está limitada à criação de inovações incrementais (REIS, 2017).

2.1.1 - Processos industriais

Um processo é o percurso realizado por um material desde que entra na empresa até que dela sai com um grau determinado de transformação (LAUGENI e MARTINS, 2005). Uma indústria pode processar informações, matéria prima ou até mesmo os próprios consumidores. Este processo produtivo pode ser conhecido também como um modelo didático simples, conhecido como modelo de transformação, que explica a transformação de recursos de entrada em produtos e serviços (PEINADO e GRAEML, 2007).

Segundo DANTAS (2017), um processo industrial leva em consideração os seguintes critérios:

- Nome do processo industrial;
- Imagens gerais para entendimento do processo industrial;
- Ilustração do passo-a-passo;
- Tipo de processo;
- Setor de atuação da empresa;
- Tecnologias utilizadas;
- Matérias-primas necessárias;
- Empresa envolvida;
- Instalações do ambiente de trabalho;
- Nome do inventor;
- Desenvolvedores licenciados;
- Produto final.

2.1.2 - Fluxos de processo

O Fluxo de Processo faz uma identificação dos principais elementos de um determinado processo, ou seja, especifica como os processos reunirão vários componentes para produzir o produto, apresentar de forma mais simplificada e visível o processo utilizado para a realização de qualquer tarefa (PEINADO e GRAEML, 2007).

Os símbolos utilizados para processos industriais são, em geral, mais simples que os utilizados no exemplo do fluxograma acima. Normalmente são utilizados apenas cinco símbolos para descrever tais processos (SLACK, 2018), conforme a Figura 2.1.

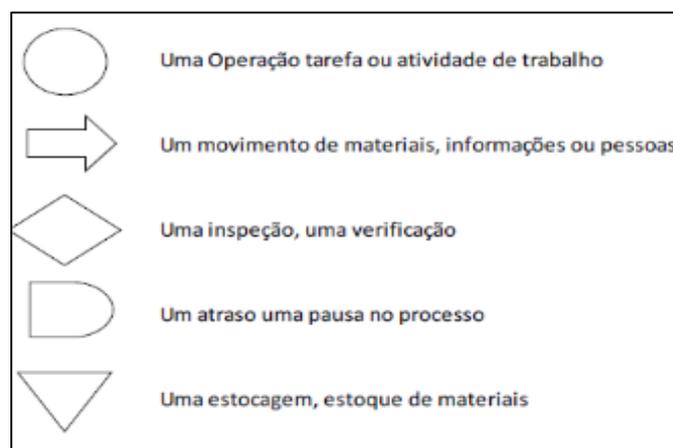


Figura 2.1 - Símbolos para diagrama de fluxo de processo.
Fonte: SLACK, (2018).

2.1.3 - Manufatura enxuta

A Manufatura Enxuta tem várias ferramentas para que a gestão da produção seja otimizada, viabilizando atingir mais de maneira rápida objetivos de desempenho principais como velocidade, qualidade, confiabilidade, flexibilidade e custo (QUINHONERO *et al.*, 2016). O principal foco é que todas as metodologias trabalhem em conjunto produzindo produtos de acordo com o ritmo da demanda do consumidor e com menos desperdício possível (SHAH e WARD, 2003).

A Manufatura Enxuta pode auxiliar por ser um modelo de estratégia integrado de gerenciamento, que focando alto desempenho norteado por conceitos e técnicas que suportam esse modelo (GODINHO FILHO e FERNANDES, 2004).

A importância da manufatura enxuta não somente se faz necessária para crescer os resultados financeiros, mas também tem relação com o conceito da sustentabilidade, fator que alavanca as vendas e cria maior ligação entre empresa e seus consumidores (QUINHONERO *et al.*, 2016).

2.2 - METODOLOGIA DE TRABALHOS OU GERENCIAMENTO APLICADOS EM PROCESSOS PRODUTIVOS

As empresas cada vez mais precisam certificar-se através de política e ações. Com a qualidade é possível procurar a satisfação dos clientes. A verificação deste conceito fez com que muitas companhias de sucesso dominassem o mercado de produto e serviço com o passar dos anos (CHIAVENATO, 2013). As ferramentas apresentadas a seguir são muito utilizadas, no entanto, não são as únicas e são usadas por todos em uma organização sendo bastante úteis no estudo associado às etapas ao fazer rodar o ciclo (DALE, 2015).

2.2.1 - PDCA

O PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), é um ciclo que foi criado por Walter Shewhart e melhorado por William Edwards Deming, é um método que deixa simples a implementação da melhoria contínua em processos, fabricação e, em qualquer área (COSTA e GASPAROTTO, 2016). É um método de gerenciamento para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia da

melhoria contínua. Sendo executado de forma cíclica e ininterrupta é promovida a melhoria contínua e sistemática na organização, consolidando a padronização de práticas(GELSLEICHTER *et al.*, 2010).

Os quatro passos do ciclo PDCA podem ser descritos como segue (MEILING *et al.*, 2014; PACHECO *et al.*, 2016):

Primeira Fase: P (Plan = Planejar)

Nesta é estabelecido o plano de ação e está dividida em duas etapas:

1. Definir o que se quer, com o foco em planejar o que será feito que envolva a definição de objetivos, estratégias e ações, os quais devem ser claramente quantificáveis (metas);
2. Definir quais os métodos que serão utilizados para se alcançar os objetivos definidos.

Segunda Fase: D (Do = Executar)

É caracterizada pela execução do que foi planejado e também está dividida em duas etapas:

1. Capacitar a organização para que a implementação do que foi planejado possa ocorrer. Envolve, portanto, aprendizagem individual e organizacional;
2. Consiste em implementar o que foi planejado.

Terceira Fase: C (Check = Verificar)

Esta fase consiste em checar, comparando os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano, com a finalidade de verificar se os resultados estão sendo atingidos conforme o que foi planejado. A diferença entre o desejável (planejado) e o resultado real alcançado constitui um problema a ser resolvido. Dessa forma, esta etapa envolve a coleta de dados do processo e a comparação destes com os do padrão e a análise dos dados do processo fornece subsídios relevantes à próxima etapa.

Quarta Fase: A (Action = Agir)

Esta fase consiste em agir, ou melhor, fazer as correções necessárias com o intuito de evitar que a repetição do problema venha a ocorrer. Podem ser ações corretivas ou de melhorias que tenham sido constatadas como necessárias na fase anterior. Envolve a busca por melhoria contínua até se atingir o padrão, sendo que essa busca da solução dos problemas, por sua vez, orienta para: a necessidade de

capacitação; o preenchimento das lacunas de conhecimento necessário à solução do problema, propiciando a criação de novos conhecimentos e a atualizações do padrão.

O ciclo PDCA (Figura 2.2) pode ser utilizado em qualquer atividade de uma companhia e é de fundamental que todos os participantes utilizem essa ferramenta de gestão em suas atividades diárias (PACHECO *et al.*, 2016).

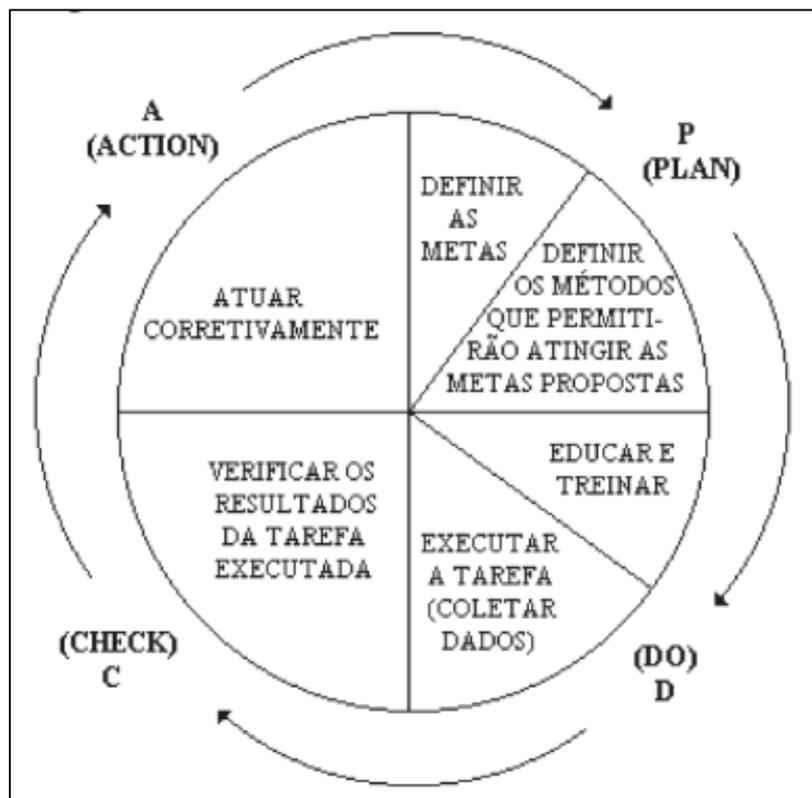


Figura 2.2 - Ciclo PDCA.
Fonte: PACHECO *et al.* (2016)

2.2.2 - Just in time

O Just in Time (JIT) surgiu no Japão, nos meados da década de 70, sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento creditado à Toyota Motor Company, que buscava um sistema de gestão que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso (MONDEN, 2015).

Esta filosofia é composta de práticas gerências que podem ser aplicadas em qualquer parte do mundo. Algumas expressões são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia Just in Time tais como (SOUZA *et al.*, 2015):

- Produção em estoque;

- Eliminação do desperdício;
- Manufatura de fluxo contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas;
- Melhoria contínua dos processos.

O objetivo fundamental do sistema JIT é a melhoria contínua do processo produtivo. A perseguição destes objetivos dá-se, através de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar problemas (CORRÊA e GIANESI, 2000).

Esse sistema também pode ser considerado como uma resposta à morosidade da administração tradicional, que aceita os erros passivamente, como parte integrante do fluxo do processo, onde os mesmos deveriam ser resolvidos (SOUZA *et al.*, 2015).

A Tabela 2.1 demonstra esta visão do JIT (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001):

Tabela 2.1 - Comparação sistema JIT x tradicional.

Item	Visão	Just In Time
Qualidade	Conseguida com muito investimento e custo alto.	Decorrencia natural do trabalho bem feito na primeira vez.
Especialização	Altos níveis de especialização nos escalões de comando.	Os funcionários são altamente especializados ao âmbito operacional.
Mão de obra	Obedece às ordens superiores.	Participa e influencia a produção
Fornecedores	Incentivo à disputa, inimigos.	Participam do processo, colaboradores.
Erros	São aceitáveis, resta corrigi-los.	Base do processo de melhoria.
Estoques	Mantém a produção funcionando.	Ocultam problemas, devem ser evitados.
Set-up	E inevitável, não tem importância.	Deve ser reduzido ao mínimo possível.
Lead-Time	Maior tempo, melhor produção.	Deve ser reduzida a mínima possível.
Filas	Necessárias para manter a velocidade máxima das máquinas.	Não deve haver filas, a produção deve ser a tempo (Just In Time) sem paradas.
Automação	Dirige o trabalho para o produto final.	Pode valorizar a qualidade quando empregada de maneira adequada.
Custos	Redução pelo incremento no uso de máquinas. Altas taxas de produção.	Redução pela velocidade com que o produto passa pela fábrica.
Flexibilidade	Pelo excesso da capacidade, de equipamentos, de estoques e de despesas administrativas.	Pela redução de todos os tempos gastos em todas as etapas internas da organização.
Lotes	Lote econômico de compra.	Quanto menor, melhor.
Fluxo	Empurrado através da fábrica.	Puxado através da fábrica via Kanban.

Fonte: BALLESTERO-ALVAREZ (2001).

2.2.3 - Automação jidoka

Automação com um toque humano é o que quer dizer JIDOKA, ou seja, máquinas dotadas de inteligência humana (SHINGO, 1996; OHNO, 1997), O conceito de automação não está restrito às máquinas, também é aplicado nas linhas manuais de montagem. Quando identificado anormalidades ao longo da linha, qualquer operador pode parar a produção, desencadeando processos de identificação e eliminação dos problemas (DA SILVA, 2016).

As paradas, tanto para a linha quanto para máquinas, são sinalizadas através de um sistema de informação visual chamado de andon. Andon significa sinal de luz para pedir ajuda, consiste em um painel luminoso colorido (às vezes acompanhado de sinal sonoro) que indica as condições da linha e aponta o local de solicitação de assistência para todos enxergarem (MONDEN, 1984; LIKER, 2016). O andon é um sistema de visualização das condições do processo produtivo considerado simples e flexível. É uma técnica genérica de controle que pode ser aplicada nos mais diversos tipos de sistemas produtivos, porém requer a assistência de pessoas para se obter resultados consistentes (QIAN *et al.*, 2011).

Os passos básicos do jidoka podem ser resumidos da seguinte forma (GROUT e TOUSSAINT, 2010):

1. Detectar o problema;
2. Parar o processo;
3. Restaurar o processo para funcionamento adequado;
4. Investigar a causa raiz do problema;
5. Tomar as medidas para solucionar o problema.

O conceito de jidoka está mais vinculado com autonomia do que com automação. Concede ao operador ou a máquina a autonomia de bloquear o processo sempre que detectar qualquer anormalidade (GHINATO, 1995). Uma representação lógica causa-efeito sobre os impactos do jidoka sobre os sistemas produtivos são apresentados na Figura 2.3 (DA SILVA, 2016).

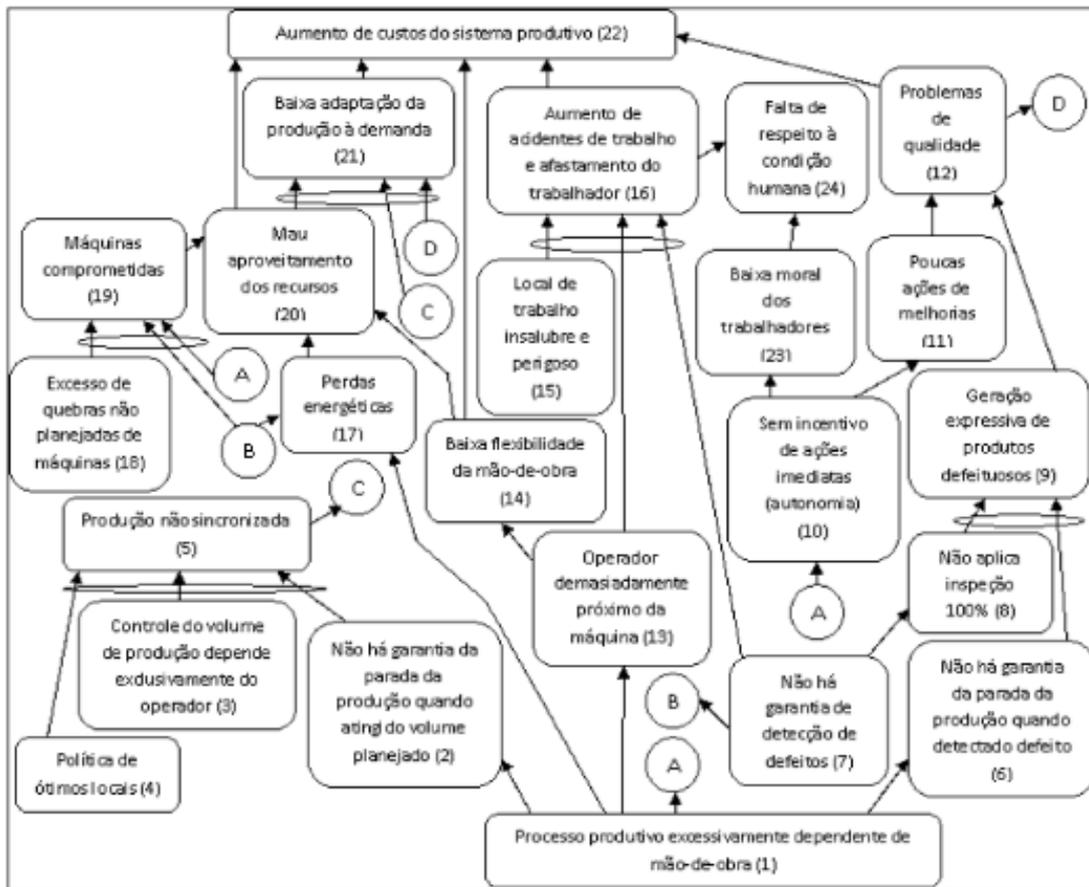


Figura 2.3 - Impactos do jidoka sobre o sistema produtivo.
 Fonte: DA SILVA e SELITTO (2010).

2.2.4 - Mapa do fluxo de valor

O fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, o que significa levar em conta o quadro mais amplo e não apenas os processos individuais e buscar melhorar o todo e não somente as partes isoladas (DE QUEIROZ *et al.*, 2004). No processo de desenvolvimento de produtos pode-se reduzir o *lead time* do processo para trazer vantagens competitivas com o mapeamento do fluxo de valor que é uma ferramenta que poderia operacionalizar esta análise, pela identificação das atividades que agregam e que não agregam valor ao processo (FERRO, 2003).

Para criar o fluxo de valor enxuto a técnica mais apropriada e importante é o mapeamento do fluxo de valor, uma ferramenta extremamente simples desenvolvida e difundida mundialmente pelos próprios autores e que compreende (SHOOK e ROTHER, 1999): o mapeamento do fluxo de material; o mapeamento do fluxo de informação, conforme Figura 2.4.

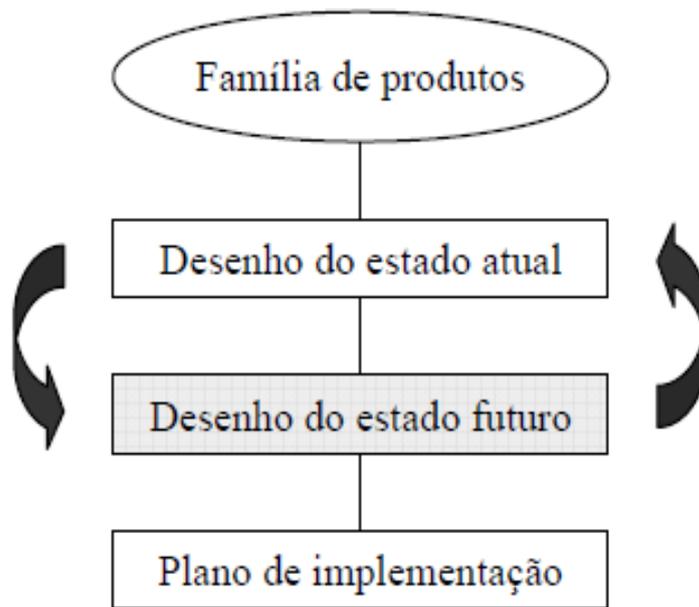


Figura 2.4 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor.
 Fonte: DE QUEIROZ *et al.* (2004).

2.2.5 - Kanban

O kanban é um subsistema do sistema Toyota de produção (STP) utilizado para gerenciar os estoques em processo, a produção e o fornecimento de componentes e de matérias-primas (JUNIOR e GODINHO FILHO, 2008). Definido como um sistema de coordenação de ordens de produção e compra (SCO), o sistema kanban controla a produção dos produtos necessários, na quantidade e no momento necessários (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2007).

De modo geral, vem-se empregando na literatura esta palavra com o significado de cartão, pois o sistema kanban é conhecido por empregar determinados cartões para informar a necessidade de entregar e/ou produzir certa quantidade de peças ou matérias-primas (JUNIOR e GODINHO FILHO, 2008).

A implantação de um sistema Kanban é um trabalho que demanda muito tempo para ser considerado implementado, pois exige uma verdadeira mudança de cultura e quebra de velhos e poderosos paradigmas na empresa (PEINADO, 1999).

2.2.6 - 5S

O 5S é um sistema de melhoria de processos que é adotado para reduzir o desperdício, limpar o local de trabalho e melhorar produtividade do trabalho (AL-

AOMAR, 2011). Para este fim, 5S mantém um local de trabalho ordenado e utiliza dicas visuais para alcançar resultados operacionais mais consistentes. Como uma infraestrutura para uma cultura de melhoria contínua, o 5S é tipicamente o primeiro método enxuto que as organizações implementam para facilitar a aplicação de outras técnicas enxutas que melhoram/otimizam a estrutura e os parâmetros do processo (CHAKRAVORTY, 2009).

Os componentes 5S incluem Sort (Seiri), Set in Order (Seiton), Shine (Seiso), Standardize (Seiketsu) e Sustain (Shitsuke). Juntos, eles fornecem uma metodologia para organização, limpeza, desenvolvimento e manutenção de um ambiente de trabalho. Esses componentes são explicados conforme segue (AL-AOMAR, 2011):

1. Ordenar: Remoção de resíduos e limpeza da área de trabalho;
2. Defina em ordem: designar e rotular locais de ferramentas de trabalho;
3. Brilho: Limpando e melhorando a aparência do ambiente de trabalho;
4. Padronizar: Documentando o método de trabalho, usando ferramentas padrão e preenchendo as melhores práticas;
5. Sustentar: Manter a melhoria, controlando o trabalho métodos, e integrando os 5s na cultura.

2.2.7 - Poka yoke

O conceito do PokaYoke foi concebido verificando que as características de controle em um determinado produto eram conduzidas, fundamentalmente, por meio de três técnicas baseadas em inspeção: inspeção por julgamento, inspeção informativa e inspeção na fonte (SHINGO e DILLON, 1992; VERNINI e GONÇALVES, 2017), conforme segue explicado (CALARGE e DAVANSO, 2003):

Inspeção por julgamento: os produtos com defeito são separados dos produtos bons após o processamento, em geral através de amostragem, revelando alguns defeitos antes da entrega, mas não diminuindo o índice de defeitos verificados.

Inspeção informativa: dá-se o passo seguinte, ou seja, investigam-se estatisticamente as causas dos defeitos e essas informações são transmitidas aos processos apropriados a fim de serem tomadas medidas para reduzir os defeitos. No entanto, com muita frequência, essas informações demoram a chegar na origem do problema, o que faz com que os defeitos continuem a ser produzidos.

Inspeção na fonte: trabalha na origem do processo, dando um retorno imediato e evitando que os erros se transformem em defeitos. Esse tipo de inspeção é conduzido durante o tempo limitado em que a peça está sendo posicionada para uma operação, ou logo depois que ela sai da máquina, de maneira que, com essa inspeção, os erros podem ser corrigidos antes de se transformarem em defeitos.

O objetivo dos PokaYokes é viabilizar a inspeção 100% na fonte, com um feedback rápido e, conseqüentemente, eliminar a perda decorrente da fabricação de produtos defeituosos (CONSUL, 2015). Os dispositivos a prova de erro (PokaYokes) são destinados a impedir a ocorrência de defeitos na produção (ELIAS e MAGALHÃES, 2003), logo, a inspeção na fonte constitui um importante aspecto para que se elimine o defeito dos processos de manufatura, em busca do que se denomina de Controle de Zero Defeito (SHINGO, 1986).

Um esquema das funções de dispositivos PokaYokes é apresentado na Figura 2.5:

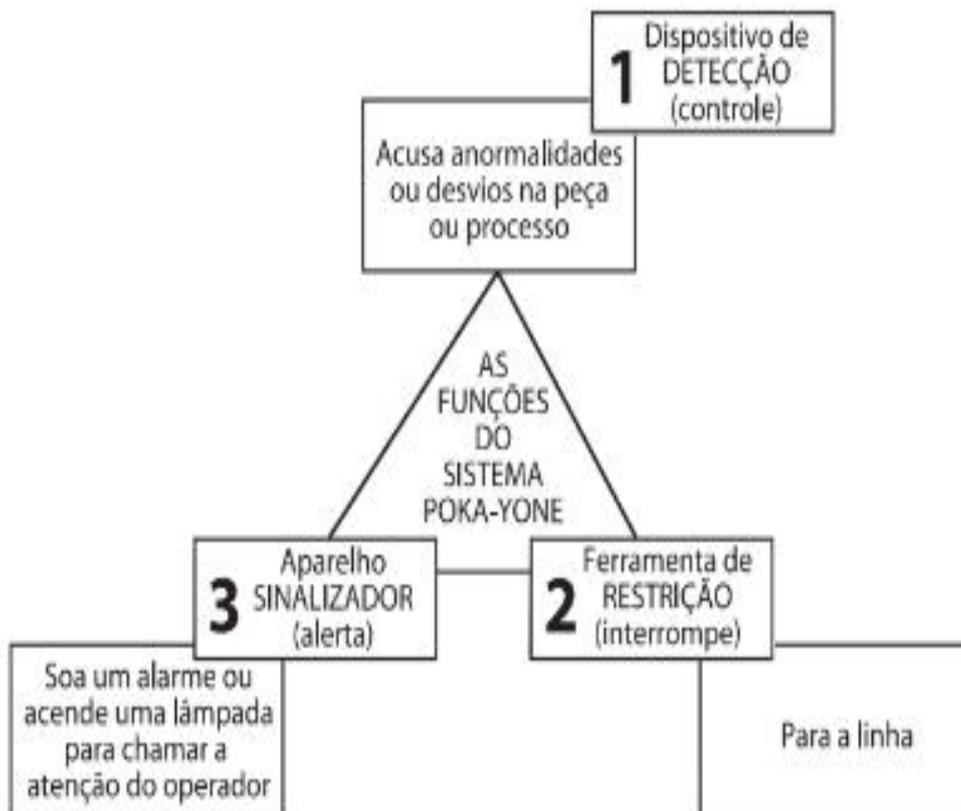


Figura 2.5 - Esquematização das funções dos dispositivos Poka Yoke.
Fonte: MOURA e BANZATO (1996).

A Figura 2.6 ilustra, esquematicamente, as funções dos dispositivos PokaYokes.

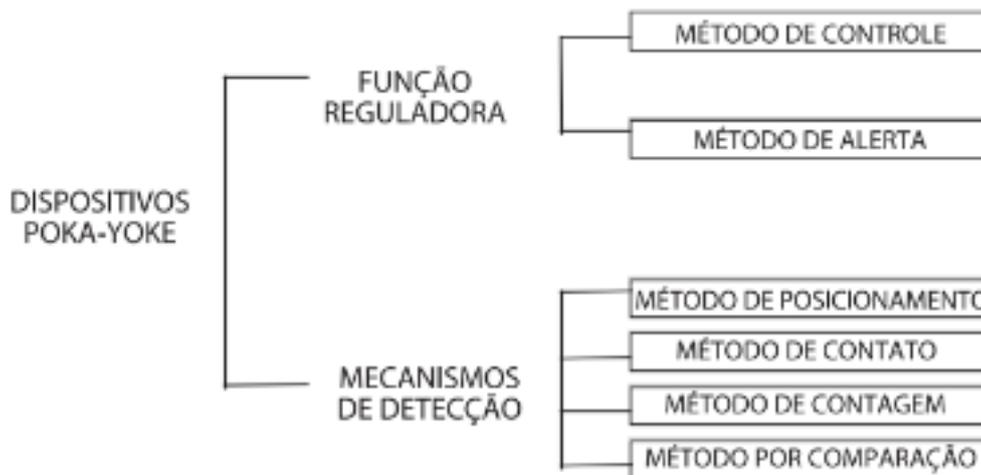


Figura 2.6 - Métodos de atuação dos dispositivos Poka Yoke.
 Fonte: MOURA e BANZATO (1996).

Um bom PokaYoke tem de ter 5 itens, como segue (HENRIQUES, 2016):

1. **Simplicidade** – É melhor ter vários PokaYokes simples, cada um com uma finalidade única, do que um dispositivo muito complicado;
2. **Ser Específico** – Analisar o processo e identificar o defeito que ocorre mais vezes, desenvolver um PokaYoke para esse defeito específico;
3. **Ser rápido** – Tentar detectar e eliminar os erros e defeitos, tão cedo quanto possível, para que não “poluam” o resto do processo;
4. **Ser eficazes** – Uma vez detectado o defeito (ou erro), este deverá ser corrigido tão depressa quanto possível;
5. **Ser replicável** – Os melhores PokaYokes podem e devem ser aplicados em processos, produtos, condições e situações semelhantes.

2.2.8 - Kaizen

Kaizen significa a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício (LAUGENI e MARTINS, 2005; VERNINI e GONÇALVES, 2017)

Há dois níveis de kaizen (SHOOK e ROTHER, 1999) Figura 2.7:

1. Kaizen de fluxo: ou de sistema, que enfoca no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento;
2. Kaizen de processo: que enfoca em processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.

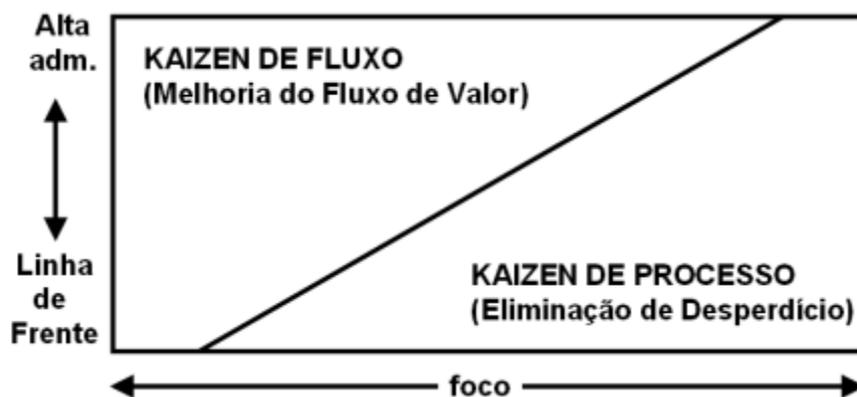


Figura 2.7 - Níveis de kaizen.
 Fonte: DE ARAUJO e RENTES (2006).

De acordo com MARTINS e LAUGENI (2005), são várias as forças que agem no sentido contrário a kaizen; dentre elas o comodismo e a falta de iniciativa. A fim de combater o comodismo às mudanças, algumas ações são sugeridas:

- Descarte as ideias fixas e convencionais;
- Pense em como fazer e não no por que não pode ser feito;
- Não apresente desculpas. Comece por questionar as práticas correntes;
- Não procure a perfeição. Faça-o imediatamente, mesmo que seja para atingir somente;
- 50% dos objetivos;
- Corrija o erro imediatamente, caso o cometa;
- Não gaste dinheiro com o kaizen, use a criatividade;
- A criatividade surge com as necessidades;
- Faça a pergunta por quê? Pelo menos cinco vezes e procure as causas raízes;
- Procure se aconselhar com dez pessoas, em vez de somente com uma;
- As sugestões kaizen são infinitas.

2.3 - MATERIAIS PARA DESENVOLVIMENTO DA BASE ÚNICA

Diversos materiais podem ser utilizados no desenvolvimento de base de testes em linhas de produção, como por exemplo, (LEE *et al.*, 2004; GERBASE e OLIVEIRA, 2012): fenolite (papelão impregnado com resina fenólica), fibra de vidro, resinas epóxi, compósito (mistura de resina fenólica com a fibra de vidro) e materiais cerâmicos, que serão explicados nos tópicos seguintes.

2.3.1 - Fenolite

Um material muito utilizado para desenvolvimento de base de teste é o fenolite, o nome fenolite foi a marca comercial original de um fabricante de chapas isolantes, muito usada por fabricantes de transformadores e máquinas elétricas (DA SILVA, 2013). As placas de fenolite são desenvolvidas com a mistura de uma resina fenólica com uma determinada quantidade de papel picado ou serragem de madeira (carga), apresentando cor marrom claro ou escuro, dependendo do tipo de carga utilizada e a mistura é moldada e prensada a quente na forma de placas, com diferentes espessuras (MEHL, 2009). As placas de fenolite são referenciadas como FR-2 (NBR 8188/83, 1983).

2.3.2 - Fibra de vidro

Segundo a NBR 8188/83, as chapas de fibra de vidro são referenciadas como FR-4. Foram desenvolvidas na década de 1960, estas chapas são feitas com resina epóxi e apenas há internamente uma fina manta de tecido de fibras de vidro. O uso da resina epóxi faz com que as placas de FV sejam totalmente inertes à água, mas, por outro lado, produz uma placa extremamente difícil de ser cortada furada (MEHL, 2009).

2.4 - LOGÍSTICA E CUSTOS

O conceito de logística evoluiu muito desde seus primórdios, agregando características de valor: de lugar, do tempo, de qualidade e da informação (NOVAES, 2016).

A logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor (NASCIMENTO, 2011). A Figura 2.8 apresenta um quadro contendo os elementos básicos da logística, desde o ponto de origem até o cliente final.

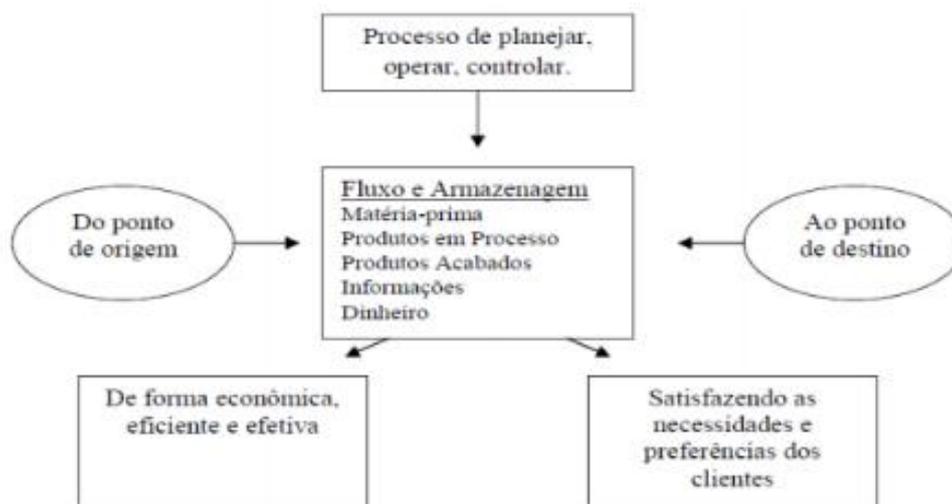


Figura 2.8 - Elementos básicos da logística.
 Fonte: NOVAES (2016).

Com o advento da Revolução Industrial e a consequente proliferação das empresas industriais, a contabilidade viu-se as voltas com o problema de adaptar os procedimentos de apuração do resultado das empresas comerciais (que apenas revendiam mercadorias compradas de outrem) para as empresas industriais, que adquiriam matérias primas e utilizavam fatores de produção para transformá-las em produtos destinados à venda (DANTAS, 2017).

O custo faz parte da contabilidade gerencial trata-se de um processo de coleta, registro, classificação, análise, resumo, alocação e avaliação de variadas opções de ação e controle de custos. Estas informações devem ser relevantes para diferentes níveis de tomadas de decisões dentro e fora da empresa por tratar-se de quesito fundamental para a competitividade em cenário local, regional e internacional (CHING *et al.*, 2008; MARTINS, 2010; GRIFFIN, 2012).

A avaliação do custo total é a chave para a gestão das funções logísticas. Todo gestor deveria focar na minimização do custo logístico total, assim como todos os custos das atividades do processo. O frequente gerenciamento dos custos reais deve ser acompanhado pela visão da logística como um sistema integrado (NASCIMENTO, 2011; SCHÖNSLEBEN, 2016).

O entendimento dos conceitos de custos são fundamentais para corretas apropriações e, portanto, informações que permitam corretas decisões relativas a oportunidades de negócios (LUNKES, 2012).

A gestão dos custos logísticos é útil na tomada de decisões acerca de (KAMINSKI, 2004):

1. Correta alocação de recursos;
2. Controle de estoques;
3. Decisões sobre terceirização;
4. Custos e nível de serviços prestados;
5. Eliminação de gargalos;
6. Avaliação de desempenho do sistema;
7. Melhora dos processos.

2.5 - TRABALHOS CORRELATOS

Neste tópico são apresentadas pesquisas correlatas relacionadas a desenvolvimento de dispositivos de teste.

Em 2018, é proposto o desenvolvimento de uma base de testes, dispositivo de testes de produto, com propósito de implantação de um sistema com automatização de testes e otimização de etapas do processo produtivo da manufatura de um vídeo portátil objetivando dar maior eficiência e dinamismo na fabricação de produtos (BRUM e WEGENER, 2018).

MELO (2017), apresentou um trabalho com objetivo principal, utilizar os conceitos Lean durante a análise do cenário atual de um processo de montagem de placas de circuito impresso de Notebook, o qual permitirá a identificação e implantação de possíveis melhorias. As análises iniciais estudaram o estado atual da empresa, em seguida foi implantado o pensamento Lean, o que permitiu a prática, onde, após detecção de um processo de montagem de placa de circuito de notebook crítico, foi possível exercer ações de análises de processo, implantação de melhorias, etc. Permitindo a redução de desperdícios (DE CASTRO MELO, 2017).

Em 2016, foi apresentada uma pesquisa, com a implantação de indicadores com características estratégicas dentro de linhas de produção, aumentando o controle e a forma na qual se obtém os dados relativos a perdas de componentes (GONÇALVES e FERREIRA, 2017).

Em 2016, SCHEIFLER, apresenta uma automação em um processo de montagem de cabos plásticos em talheres de mesa, em uma cutelaria, obtendo-se como resultados, aumento de produtividade, redução de refugos gerados no processo, redução

de estoque de componentes além de ganhos ergonômicos e de segurança no processo (SCHEIFLER *et al.*, 2016).

Em 2014, é apresentado um trabalho aonde são abordados conceitos como Lean Manufacturing, ferramentas PokaYokes e Brainstorming. Estes conceitos são usados para auxiliar no aperfeiçoamento de um dispositivo de teste utilizado na etapa de teste de uma indústria eletroeletrônica, o objetivo deste aperfeiçoamento é reduzir o número de defeitos em campo (PANGARTTE, 2014).

Em 2012, foi feita a otimização do processo em uma linha de computadores para reduzir o custo de fabricação aonde tiveram quatro propostas de otimização, sendo a primeira com a unificação dos testes, a segunda com o teste sendo realizada em duas placas independentemente, a terceira com a substituição do sistema de teste anterior pelo sistema proprietário e por fim a automação do dispositivo de teste, onde foi demonstrado ganho em cada uma das propostas apresentadas (OLIVEIRA, 2012).

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - CENÁRIO ATUAL DA EMPRESA

O estudo foi aplicado em apenas um processo da linha de produção de notebooks, aonde são aplicadas várias ferramentas da qualidade, na linha é utilizada o Just In Time que é um sistema de administração da produção que determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata e com este sistema, o produto ou matéria prima chega ao local de utilização somente no momento exato em que for necessário. Os produtos somente são fabricados ou entregues a tempo de serem vendidos ou montados. Todas as figuras e informações relacionadas a esta pesquisa foram autorizadas pela empresa, conforme Anexo I.

A Figura 3.1, apresentada todas as etapas dos processos da linha de produção de notebooks, destacando-se a etapa 10 onde foi implantada a base de testes produzida neste trabalho.

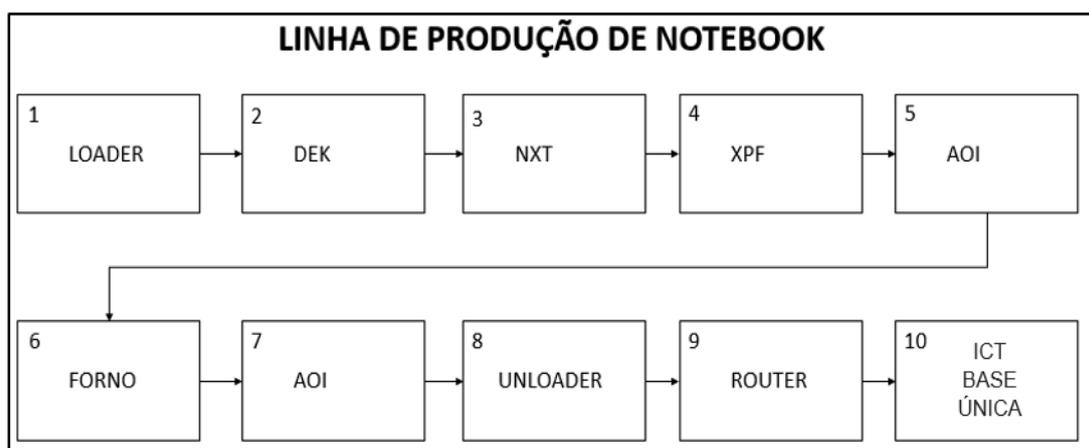


Figura 3.1 - Fluxo da linha de produção.

Na linha de produção de notebook tem o conceito de Kanban aplicado, aonde funciona como se fosse uma moeda de troca pela placa de notebook em cada etapa de produção, sempre de um estágio posterior para um estágio anterior de produção. A placa só é entregue mediante um Kanban que a específica, obtendo vantagens como redução de defeitos, desperdícios e falta de material no processo de produção.

Na Figura 3.2 pode ser observada a linha de produção de notebooks, juntamente com as estações de testes com suas respectivas bases.



Figura 3.2 - Estação ICT com base única.

3.1.1 - Base de teste utilizada na linha de produção

As Figuras 3.3 e 3.4 apresentam as bases importadas que são utilizadas em postos funcionais de uma fábrica no PIM, as respectivas bases são dedicadas a um modelo específico, não podendo ser usadas em outros modelos, seu projeto não se adequa ao processo de troca de modelos pelo fato de seus acessórios (pinos guias, pinos de apoio e bases de periféricos) não serem removíveis, sendo retirada e substituída por novas bases para o novo modelo, isso aumenta o tempo de troca gerando perdas de bases, tempo e aumento de mão de obra.

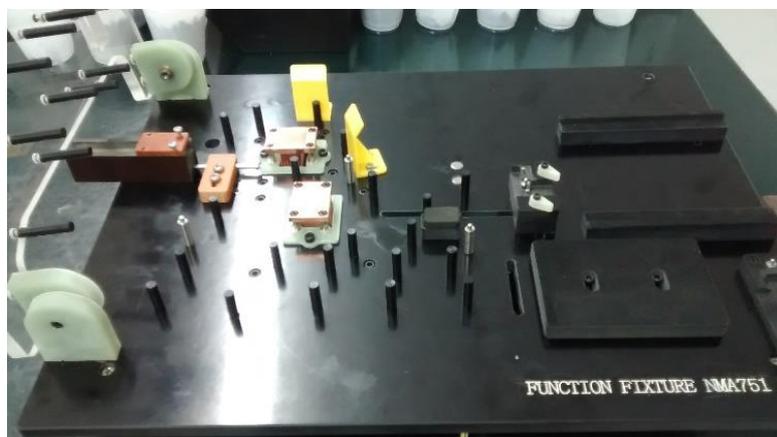


Figura 3.3 - Base importado da China visto pela parte de cima.



Figura 3.4 - Base importado da China visto pela parte de baixo.

No cenário atual 20 operadores realizam os testes. O tempo de teste da base importada é de 18 minutos, e quando é feita a troca de modelo leva em torno de 6 horas o setup para outra base.

O custo com a importação da base é estimado aproximadamente US\$ 1.000,00, sendo assim, numa linha de montagem com vinte e cinco estações de teste custaria em média US\$ 25.000,00, a vida útil desta base sobrevive até o final do modelo em que está sendo produzida, sendo descartada, gerando resíduos sólidos que poderiam causar danos ao meio ambiente.

Como essas bases são importadas, o tempo do transporte é de aproximadamente três meses para sua chegada. Este é um fator que pode comprometer um planejamento de produção gerando perdas inesperadas em virtude da longa espera da base para teste que deverá testar as PCI's na linha de produção, que pode implicar no pagamento de multa e perda de contrato de serviço no caso de atraso do produto ao cliente.

3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Na linha de produção de notebook apresentada no tópico 3.1o posto com maior custo era o 10, onde são realizados os testes funcionais das placas.

Foi feita tomada de decisões para a diminuição do custo nesse posto, aonde foi detectado que o custo elevado estava relacionado a compra de bases importadas.

A pesquisa foi aplicada no processo de teste de placas de notebooks, no processo de verificação de funcionamento de componentes eletrônicos com embasamento na ferramenta da qualidade, o PDCA.

O PDCA norteou o processo dinamizando pontos de melhoria, e como resultado foi obtido que na estação de testes de placa se tinha um custo todas as vezes que era implantado um novo modelo de placa.

Com base nessa informação, foram seguidas 4 etapas:

1. Planejamento do estudo;
2. Desenvolvimento da base única de teste;
3. Verificação da base única de teste;
4. Testes e ajustes.

Cada uma dessas etapas é apresentada nos tópicos seguintes.

A base única depois de elaborada pôde ser melhorada, continuando. Seguem exemplos de melhoria da base realizados no decorrer do estudo:

1. As primeiras bases eram feitas com tampas de acrílico e depois foi substituída pela tampa de fenolite em virtude de ser antiestática e mais resistente;
2. Os furos da base única, espaçados de 10 em 10 milímetros e após terem sido feitos testes, adotou-se um espaçamento de 15 milímetros;
3. Todos os furos tinham rosca na base única, levando um tempo longo na realização das mesmas. Foi observado que não havia necessidade de fazer rosca em todos os furos, mas sim apenas nos que supriam a necessidade da PCI conforme sua medida.

3.2.1 - Planejamento do estudo

Foi definido que deveria ser feita a redução de custo com bases de teste, pois se tem um custo muito alto toda vez que é necessário produzir um modelo de computador, ou notebook diferente.

Para conseguir a redução de custo, foram definidas as seguintes metas:

1. Utilizar material já disponível na fábrica para desenvolvimento da base;
2. Desenvolver uma base única de teste para todas as placas;
3. Eliminar o custo de compra de bases de teste da China para cada modelo;
4. Otimizar a incineração de resíduos de fenol nocivos a natureza;
5. Melhorar o setup de linha no processo de troca de modelos.

3.2.2 - Materiais

O material utilizado para a fabricação da base única de testes foi uma placa de fenolite, esse material pode ser observado na Figura 3.5.



Figura 3.5 - Placas de fenolite, utilizadas para desenvolvimento da base de teste.

A base única foi desenvolvida tomando como padrão as mesmas dimensões externas e espessura da base comprada na china e não adulterando o material que no caso é o fenolite.

Após a definição do material para a confecção da base de testes foi utilizado o software CAD para desenhar em perspectivas a base única bem como seus acessórios.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - DESENVOLVIMENTO DA BASE ÚNICA DE TESTE

Na Figura 4.1 é apresentado o desenho e as dimensões da base única visualizado pela parte de cima.

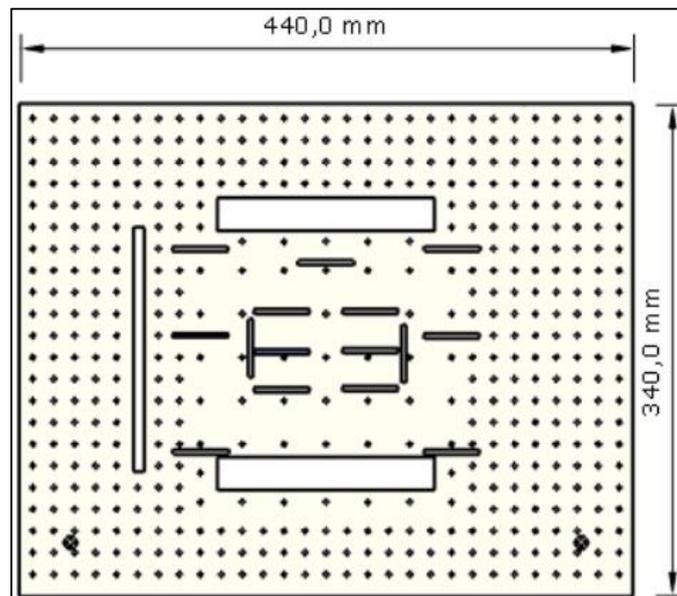


Figura 4.1 - Desenho da base única vista por cima.

Na Figura 4.2 é apresentado o desenho da base única visualizado pela parte do lado com sua medida.

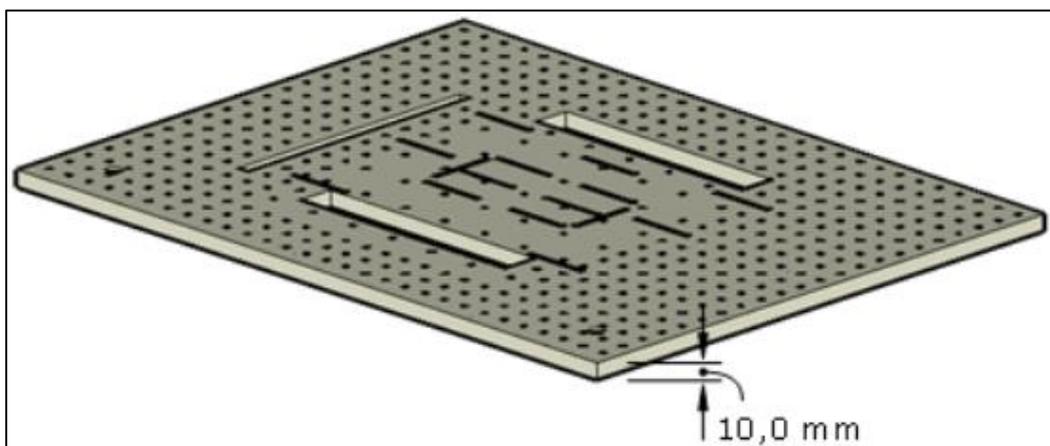


Figura 4.2 - Desenho da base única com sua espessura.

Após o desenho, a base é desenvolvida na Router CNC (Figura 4.3) a base de fato.

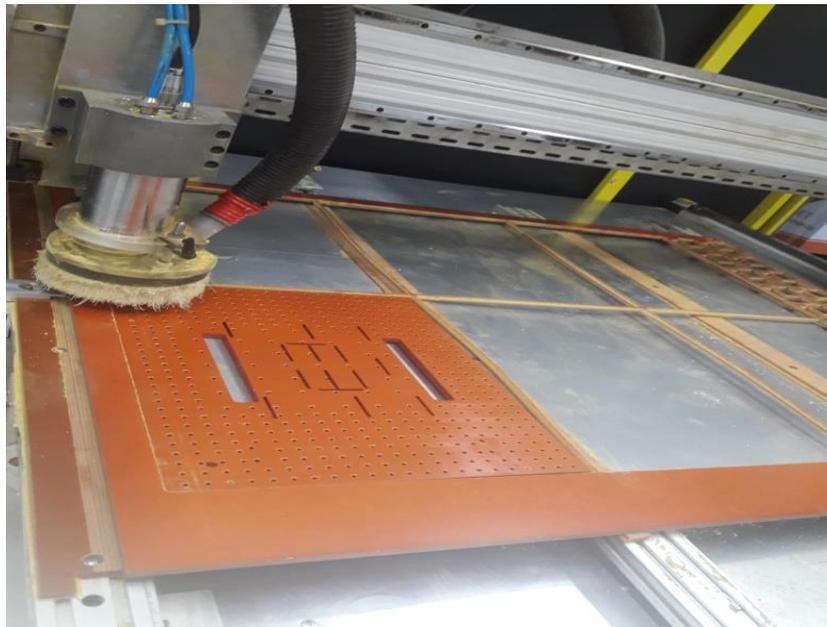


Figura 4.3 - Base única sendo fabricada na Router CNC.

A base da Figura 4.3, é feita com algumas aberturas e furos, itens essenciais para deixar a base única pronta para a inserção de acessórios. Após a fabricação da base são adicionados acessórios ajustáveis: pino guia de latão, pinos de apoio de poliacetal, conectores DB30, dispositivos de fenolite para periféricos e cantoneiras paralelas para guia da PCI.

4.2 - DESENVOLVIMENTO DOS ACESSÓRIOS QUE COMPÕE A BASE ÚNICA DE TESTE

Na Figura 4.4 é apresentado o acessório para conectores DB9 e na Figura 4.5 seu desenho feito em software CAD.



Figura 4.4 - Suporte DB9.

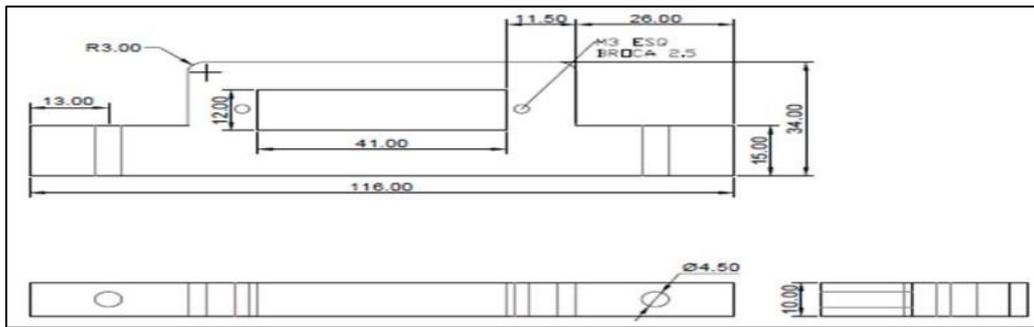


Figura 4.5 - Desenho em CAD do Suporte DB9.

Na Figura 4.6 é apresentado o acessório base pino de apoio regulável e na Figura 4.7 seu desenho feito em software CAD.



Figura 4.6 - Base pino de apoio regulável.

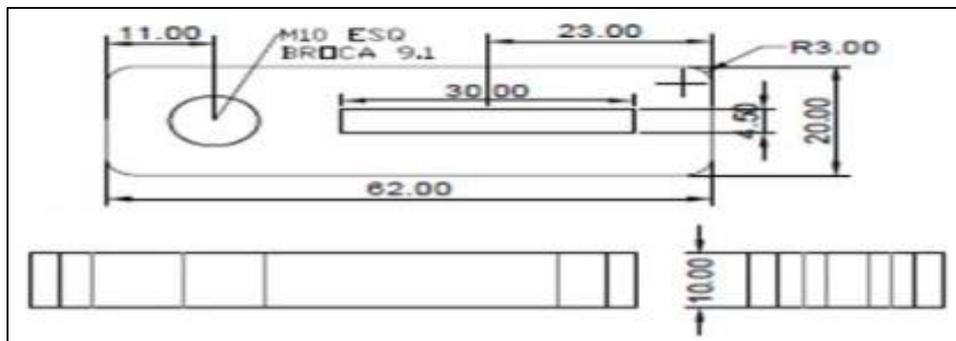


Figura 4.7 - Desenho em CAD para base pino de apoio regulável e pino guia.

Na Figura 4.8 é apresentado o acessório base com pino guiada PCI e seu desenho em CAD é apresentado na Figura 4.7.



Figura 4.8 - Base regulável com pino guia.

Na Figura 4.9 é apresentado o acessório suporte periférico para cabo flat que vai conectar na placa mãe para testes e na Figura 4.10 seu desenho em CAD.

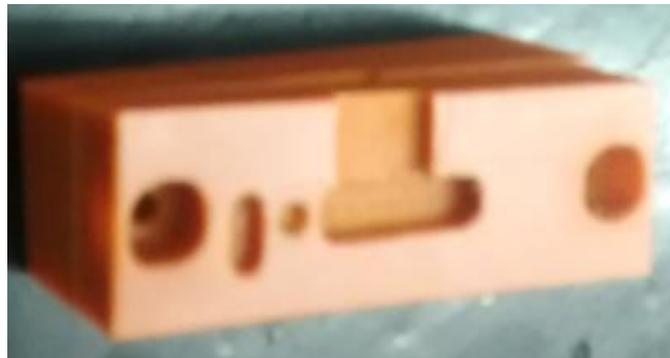


Figura 4.9 - Suporte periférico na placa para cabo flat.

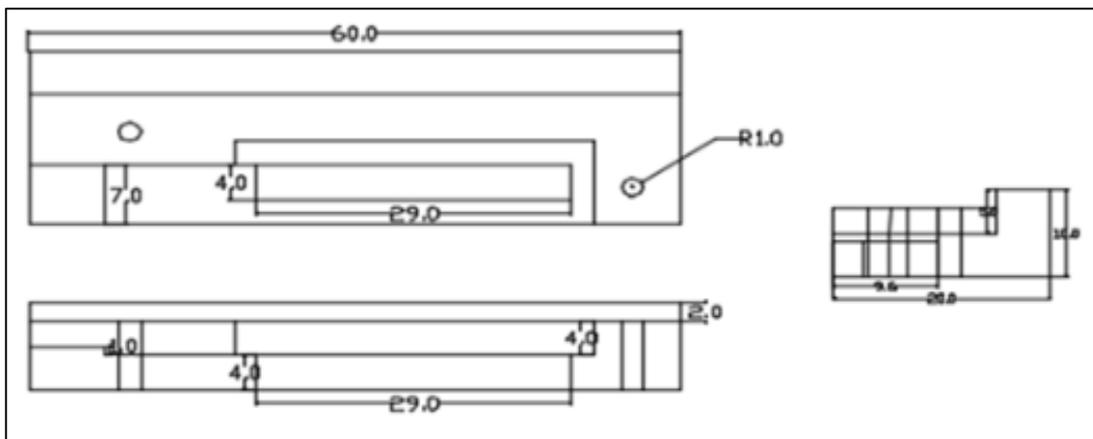


Figura 4.10 - Desenho em CAD do suporte periférico na placa para cabo flat.

Na Figura 4.11 é apresentado o suporte de cilindro pneumático que tem a função de ligar e desligar a chave *power* do notebook e na Figura 4.12 seu desenho em CAD.



Figura 4.11 - Suporte de cilindro pneumático.

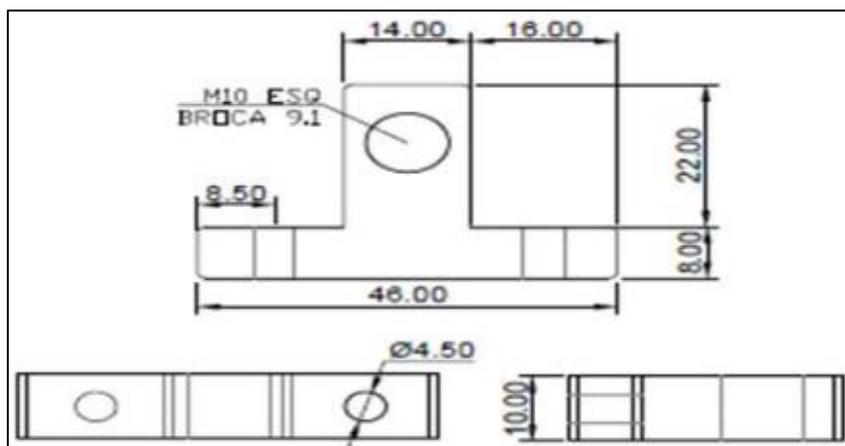


Figura 4.12 - Desenho em CAD do suporte de cilindro pneumático.

Na Figura 4.13 é apresentado o suporte periférico para teste do USB da placa e na Figura 4.14 seu desenho em CAD.



Figura 4.13 - Suporte periférico para conector USB.

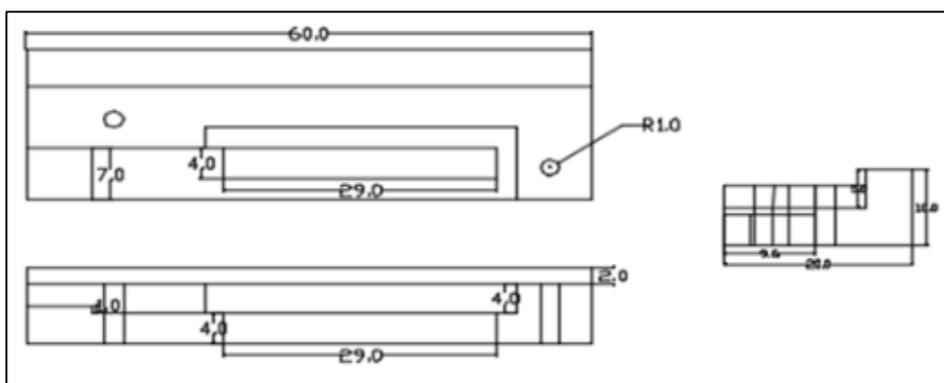


Figura 4.14 - Desenho em CAD do suporte periférico para conector USB.

Na Figura 4.15 é apresentada a acessória cantoneira paralela que serve de referência para direcionara placa na base que contém o pino guia e na Figura 4.16 seu desenho em CAD.



Figura 4.15 - Cantoneira paralela.

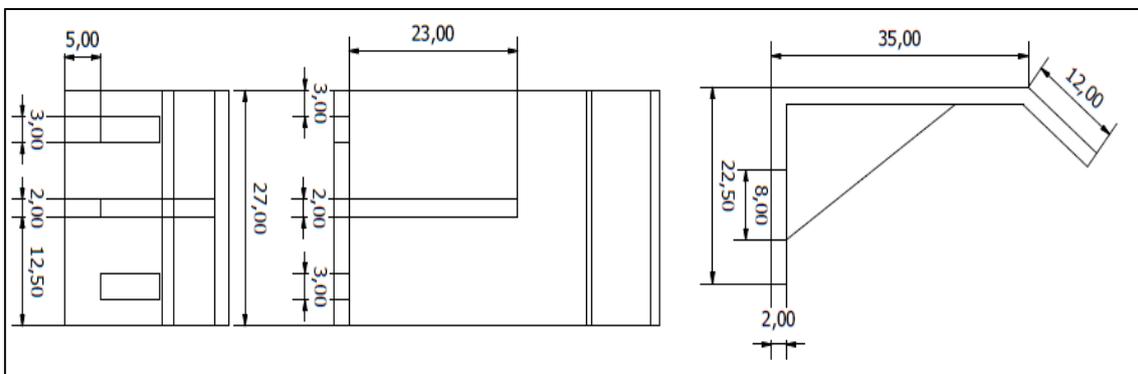


Figura 4.16 - Desenho em CAD da cantoneira.

Na Figura 4.17 é apresentado a tampa da base que serve para pressionar a placa mãe com os pinos guias e na Figura 4.18 seu desenho em CAD.



Figura 4.17 - Tampa da base.



Figura 4.21 - Foto da tampa da base com a dobradiça.

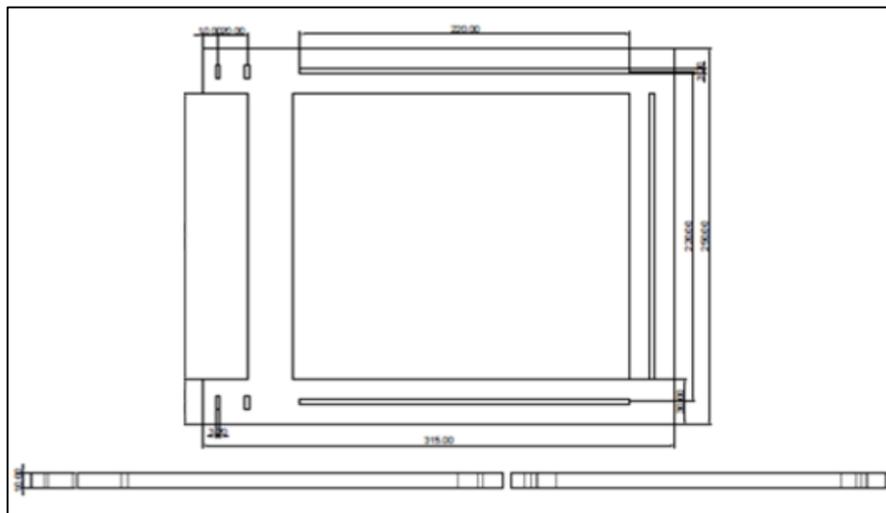


Figura 4.22 - Desenho em CAD da tampa da base com a dobradiça.

Na Figura 4.23 é apresentada a trava da tampa (peça comprada pronta) com sua base regulável e na Figura 4.24 o desenho em CAD da base regulável.

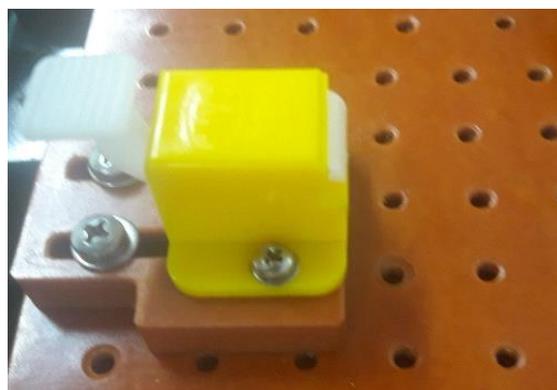


Figura 4.23 - Trava da tampa da base.

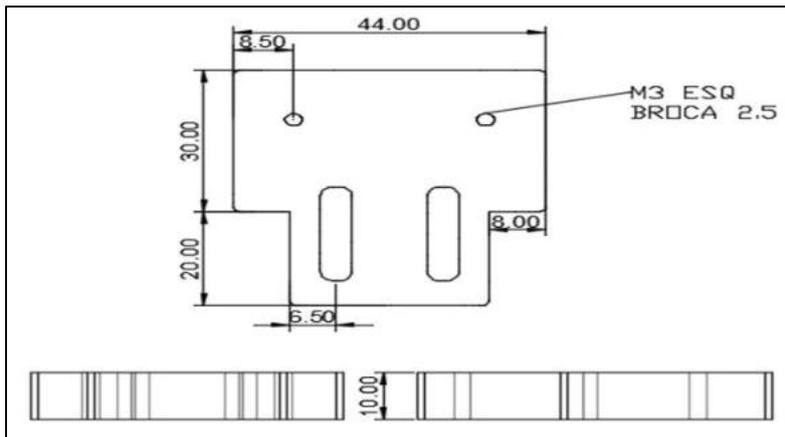


Figura 4.24 - Desenho em CAD da trava da tampa da base.

Na Figura 4.25 é apresentado o suporte do dissipador e na Figura 4.26 seu desenho em CAD.

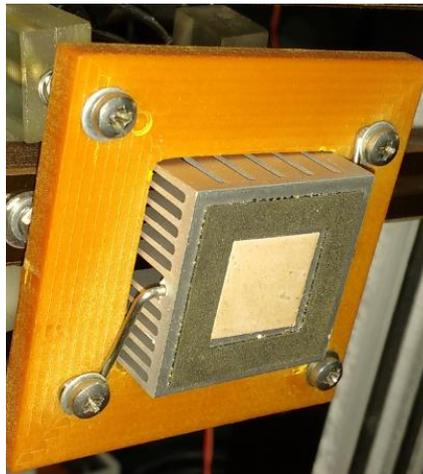


Figura 4.25 - Suporte do dissipador.

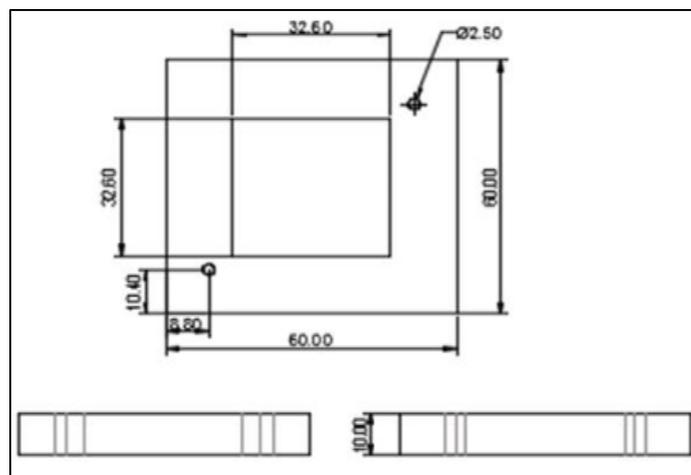


Figura 4.26 - Desenho em CAD do suporte do dissipador.

Na Figura 4.27 é apresentada a travessa com recurso de oblongo para o processo de remoção de pino pressor sobre a PCI e na Figura 4.28 o seu desenho em CAD.



Figura 4.27 - Travessa da tampa.

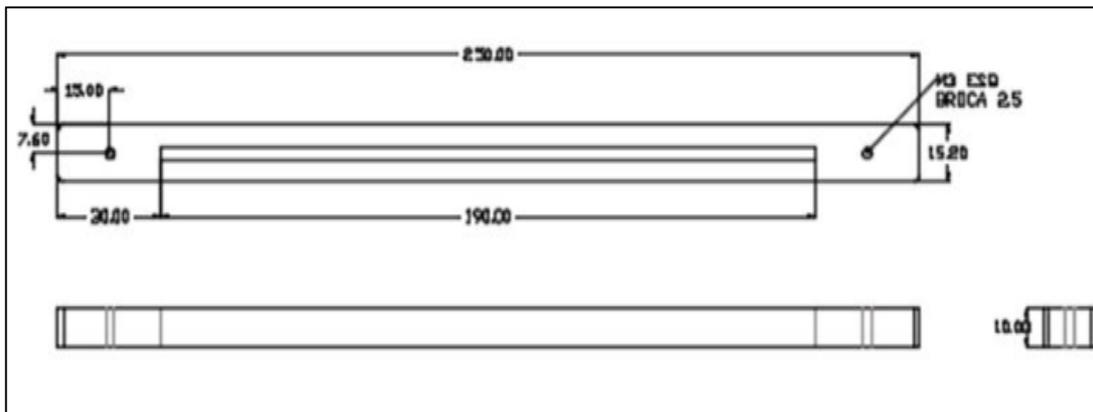


Figura 4.28 - Desenho em CAD da travessa da tampa.

Na Figura 4.29 é apresentado o pino da trava da tampa e na Figura 4.30 o seu desenho em CAD.



Figura 4.29 - Pino da trava.

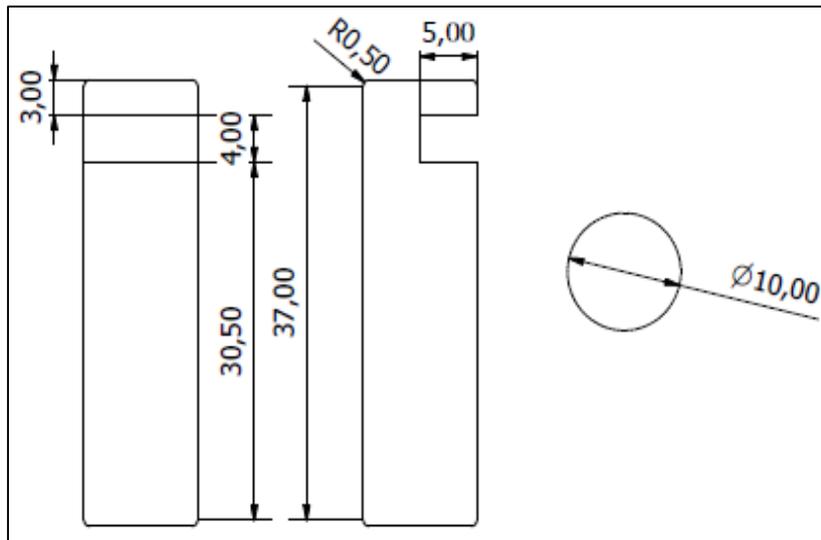


Figura 4.30 - Desenho em CAD do pino da trava.

Nas Figuras 4.31 e 3.32 são apresentados os acessórios (pinos de apoio e sua base, pinos guias e sua base, alça de conector e pino guia de encaixe no console conectada na base única e cantoneiras de referência de PCI) adicionados na base única com vista frente e verso.

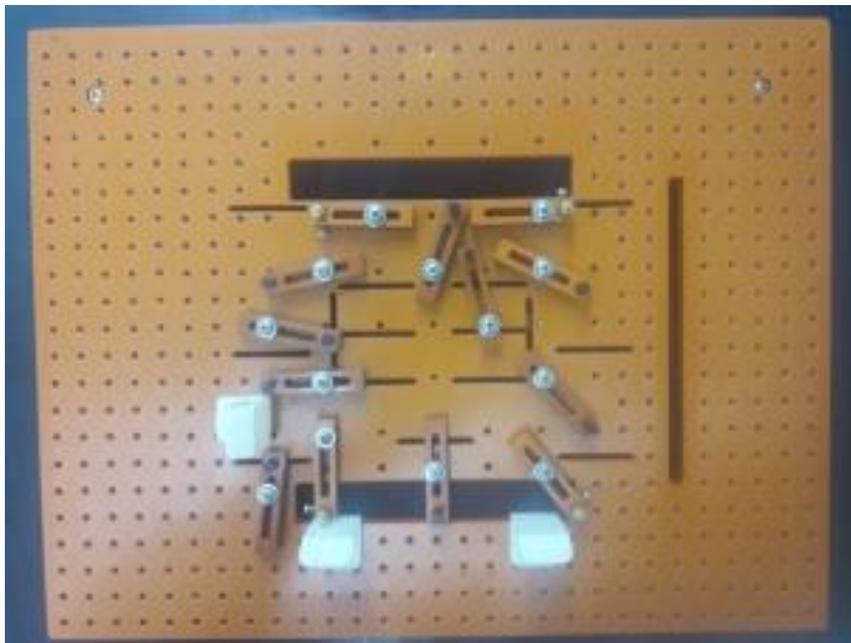


Figura 4.31 - Base pronta sem a parte eletrônica vista da parte de cima.

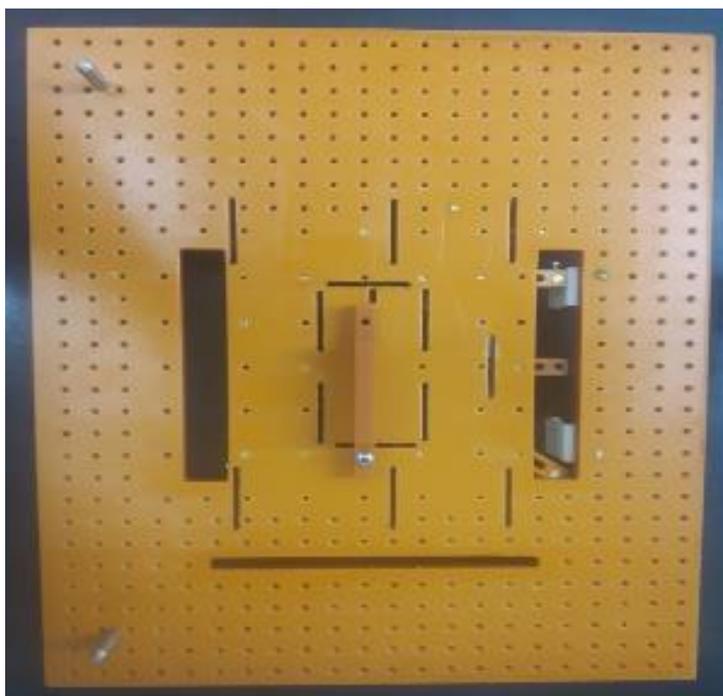


Figura 4.32 - Base vista pela parte de baixo.

Para ajustar em uma placa a base única é necessário apenas modificar os ajustes (Figura 4.33).

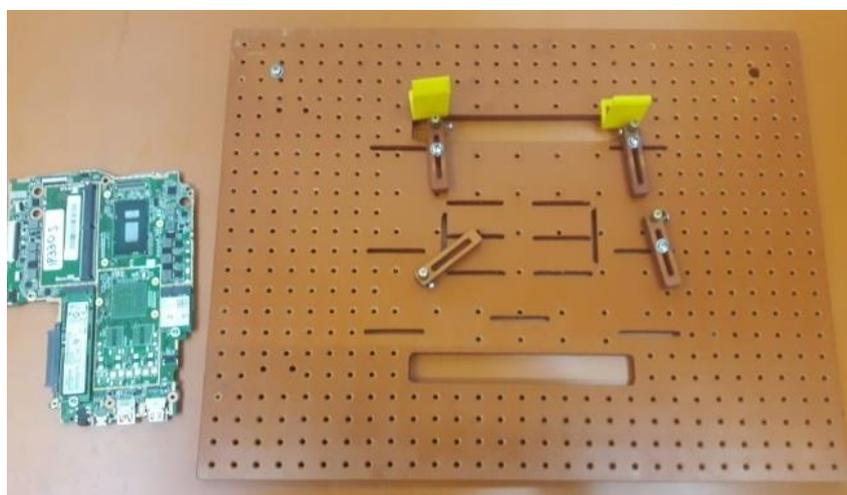


Figura 4.33 - Placa de notebook e base com ajustes.

Como pode ser visto na Figura 4.33, a base única foi desenvolvida com regulagens de fácil manuseio aonde os pinos guia podem se adaptar à qualquer placa eletrônica, facilitando o processo de montagem conforme o modelo a ser produzido.

Neste procedimento a operação é facilitada com a utilização desta base que se torna permanente na linha de produção em teste de PCI sendo desnecessário a

confeção de outra base para substituí-la aonde seu setup é prático e rápido, seu teste é ágio e confiável, com aprovação do controle de qualidade e de engenheiros.

É possível notar também a técnica poka-yoke, uma vez que depois que a base está ajustada, a placa só encaixa de uma única maneira.

4.3 - VERIFICAÇÃO DA BASE ÚNICA DE TESTE

Nesta etapa foram feitas várias verificações em placas de modelos diferentes Figura 4.34.

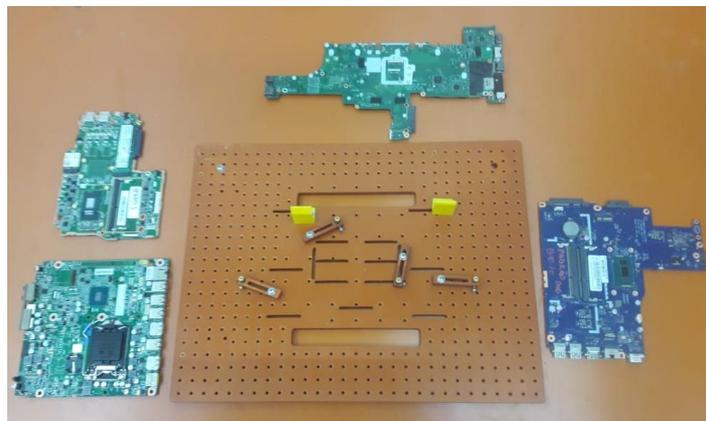


Figura 4.34 - 4 Modelos de placas com a base única.

Quatro modelos de placas diferentes foram ajustadas chamadas de placa 1, placa 2, placa 3 e placa 4. Todos os modelos foram ajustados na base única para se comprovar que a base se adapta a qualquer placa (Figuras 4.35, 4.36, 4.37 e 4.38).

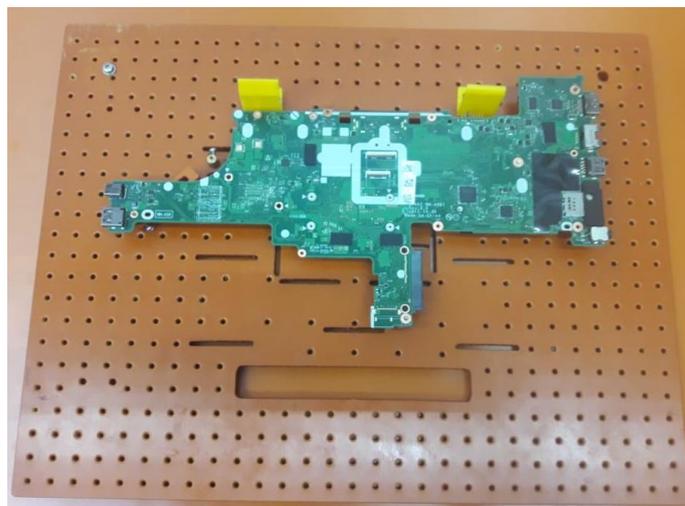


Figura 4.35 - Placa 1 ajustada na base única.

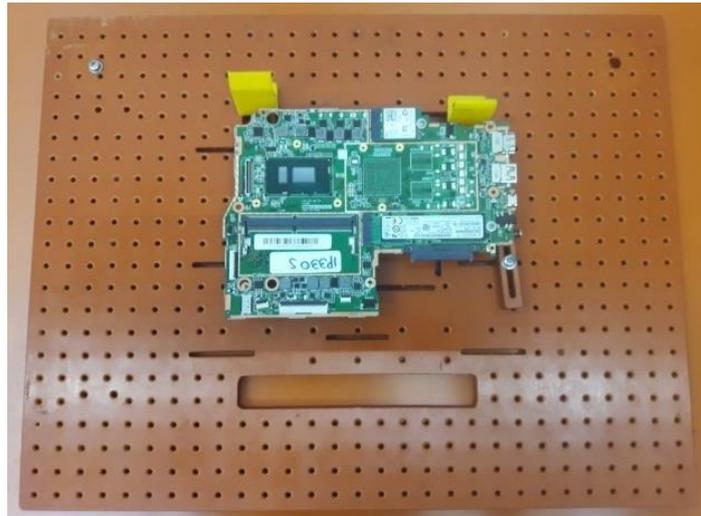


Figura 4.36 - Placa 2 ajustada na base única.



Figura 4.37 - Placa 3 ajustada na base única.

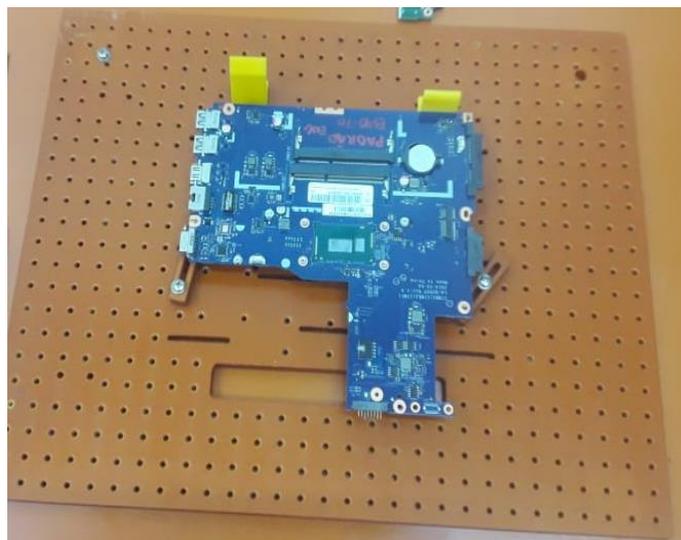


Figura 4.38 - Placa 4 ajustada na base única.

Como pode ser visto, a base única pôde ser utilizada com as quatro placas apresentadas. Essa base única depois de ajustada é colocada no console de teste (Figura 4.39).

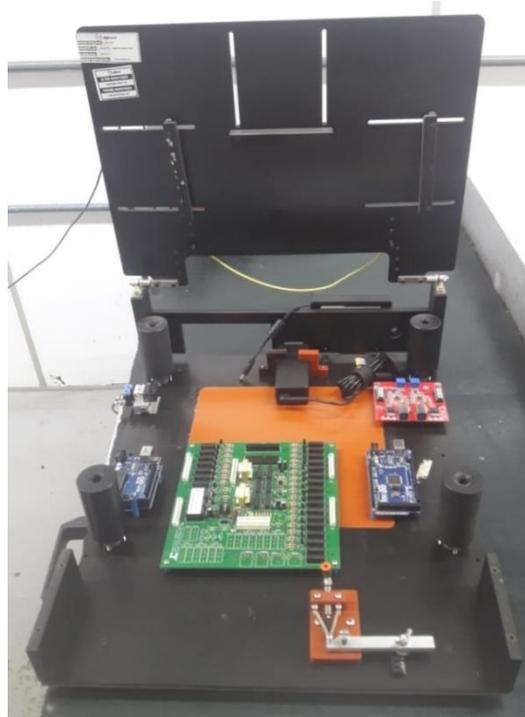


Figura 4.39 - Console de teste aonde é encaixada a base única.

Na Figura 4.40 é apresentada uma figura da base única já ajustada ao lado do console de teste aonde a mesma será encaixada.

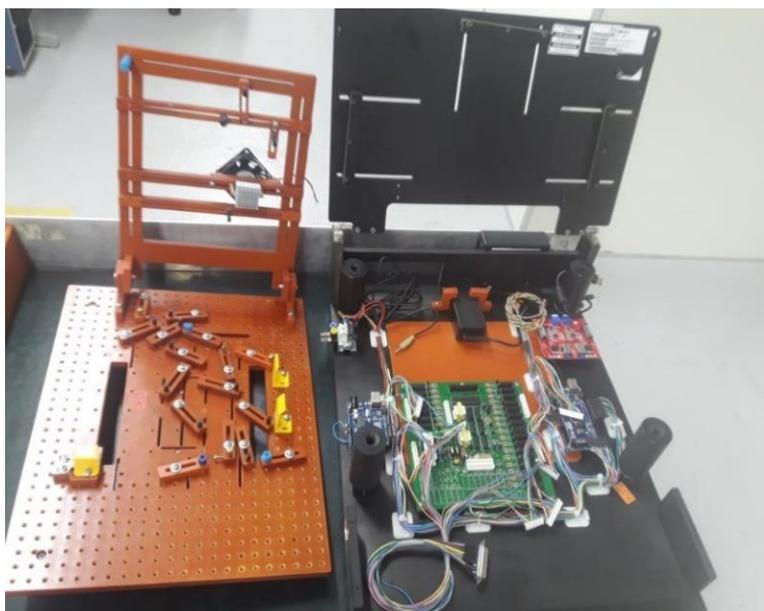


Figura 4.40 - Base única ao lado do local que será encaixada.

A base única depois de ajustada é encaixada no console de teste (Figura 4.41).

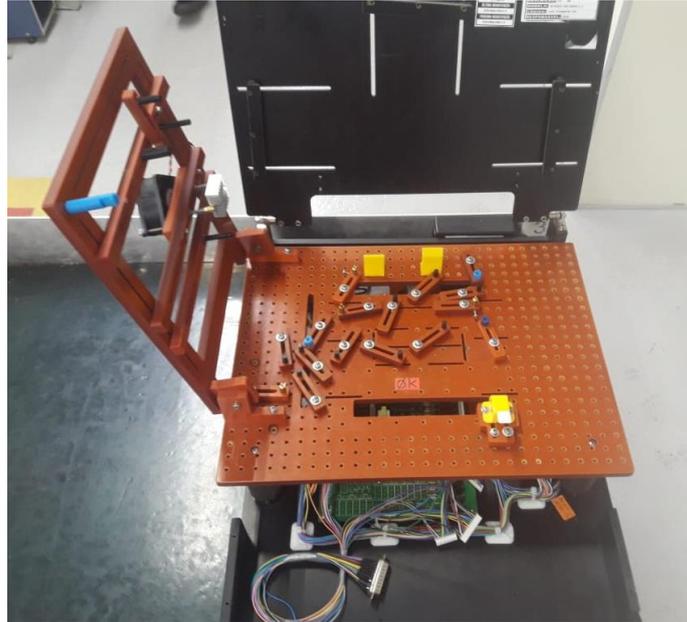


Figura 4.41 - Base única encaixada no local de teste para uso na linha de produção.

4.4 - TESTE E AJUSTES

O teste foi aplicado por um período de 04 meses, onde foi possível verificar todo o funcionamento dos testes na linha de produção.

Foram utilizados quatro modelos de placas mães de computadores para verificação de testes.

A pesquisa foi aplicada no processo de teste de placas de notebooks e desktop, no processo de verificação de funcionamento de componentes eletrônicos, em um período de 04 meses, com processo de base única, padronizada, flexível, ajustável e de baixo custo, sendo fixado a placa principal e seus periféricos que serão testadas, a nova base deverá substituir as bases importadas que são dedicadas a um único modelo, além disso, ela irá suprir o processo de testes de todos os modelos de placas atuais e futuras.

Para aprovação das melhorias que esta base proposta proporcionou, foi necessário acompanhamento de operadores qualificados tanto no desenvolvimento como na avaliação técnica, observando os parâmetros que definem a qualidade e confiabilidade do produto após sucessíveis ensaios para obter a validação de testes de placas e seus periféricos.

Na realização de um ensaio, primeiramente é feito as sequências de testes da placa e seus periféricos, depois submete-se uma amostra de placas e periféricos a um

teste de funcionamento durante 03 (três) horas para verificação de qualidade, sendo que a primeira produção do produto (placa) é feito o teste de qualidade em todas as placas para então se produzir um quite de placas.

Os modelos em testes de verificação de funcionamento *MotherBoard 1*, *MotherBoard 2*, *MotherBoard 3* e *MotherBoard 4* (Figuras 4.42, 4.43, 4.44, 4.45).



Figura 4.42 - Mother Board 1.



Figura 4.43 - Mother Board 2.

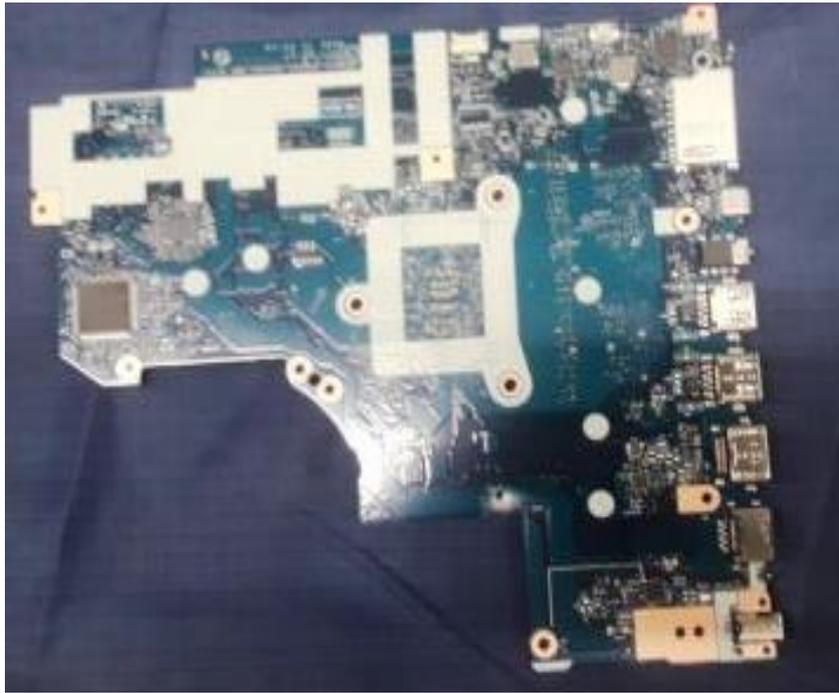


Figura 4.44 - Mother Board 3.



Figura 4.45 - Mother Board 4.

Com base no design e medidas distintas das 4 placas mães utilizadas denotando a complexidade na formação de uma base de teste para os modelos diversos, problema que é solucionado com a criação da nova base única para testes, eliminando o problema de adaptação da placa.

Na Figura 4.46 é apresentada uma imagem do posto, aonde é testadas as placas.

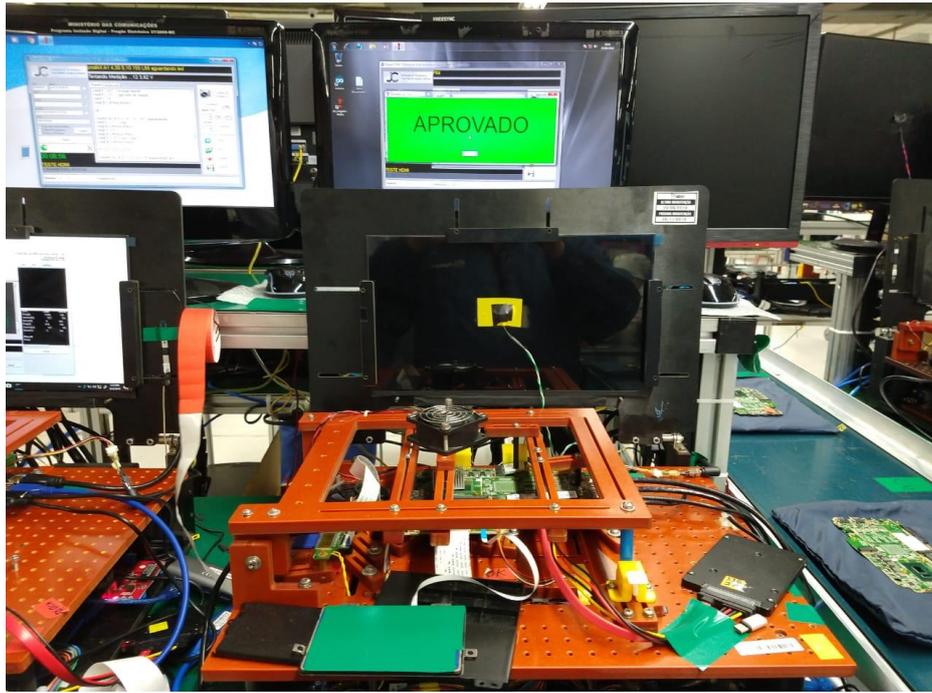


Figura 4.46 - Placa sendo testada na base única.

Existe um total de 27 testes que são realizados na placa que foram automatizados, porém seus testes não serão detalhados, pois o foco deste trabalho é a base única:

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1 Bateria | 17 Memória |
| 2 Board | 18 Microfones |
| 3 Versão da BIOS | 19 FAN |
| 4 Rede cabeada | 20 Cartão SD |
| 5 Bluetooth | 21 Cartão MMC |
| 6 Web Cam | 22 Teclado |
| 7 Atualização de data | 23 Touch PAD |
| 8 Driver de DVD | 24 PortasUSB |
| 9 Saída de áudio | 25 SaídaVGA |
| 10 Fonte DC | 26 WLANrede sem fio |
| 11 Fone de ouvido | 27 SaídaHDMI |
| 12 Áudio HDMI | |
| 13 Hibernação | |
| 14 Processador | |
| 15 Leds | |
| 16 Endereço MAC | |

O tempo de teste da base única leva 18 minutos assim como a importada, com diferença que na nova são utilizados 4 testes ao mesmo tempo com 1 operador o que reduz o tempo para $\frac{1}{4}$ por placa.

4.5 - COMPARAÇÃO VISUAL DAS BASES

Neste tópico é apresentado as diferenças visuais das duas bases.

Nas Figuras 4.47 e 4.48 são apresentadas as imagens da base importada e base única respectivamente.

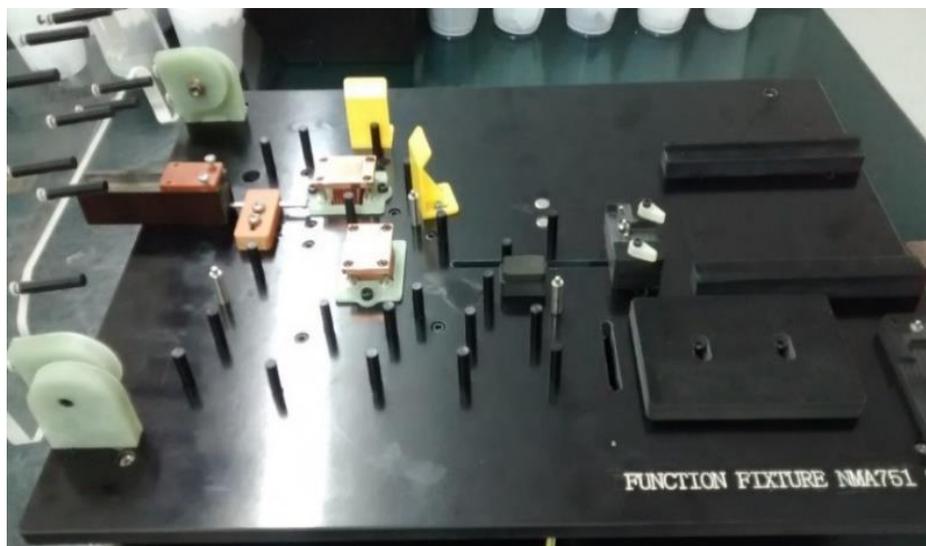


Figura 4.47 - Base importada.

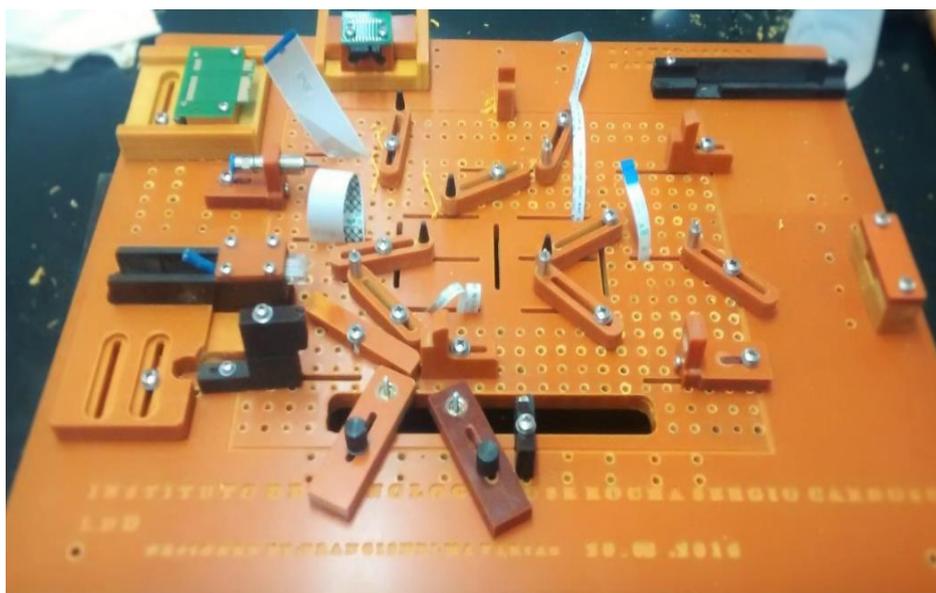


Figura 4.48 - Base única.

Tabela 4.1 - Tabela comparativa das bases.

Base Importada	Base única
Pino guia fixo	Pino guia regulável
Tampa fixa	Tampa regulável
Pino de apoio fixo	Pino de apoio regulável
Suporte cabo de rede fixo	Suporte cabo de rede regulável
Alça DB9 fixa	Alça DB9 regulável
Suporte LDR fixo	Suporte LDR regulável
Suporte cilindro fixo	Suporte cilindro regulável
Suporte Cooler fixo	Suporte Cooler regulável
Suporte dissipador fixo	Suporte dissipador regulável
Suporte HD fixo	Suporte HD regulável
Sistema Poka Yoke	Sistema Poka Yoke

4.6 - CUSTO

Com a base única sendo feita na própria fábrica, o custo que antes se tinha com a importação da China foi eliminado, ficando apenas os custos de desenvolvimento da base única na própria fábrica.

Quando é importado da China, leva-se um tempo de mais ou menos 40 dias, podendo chegar a um tempo de até 90 dias por conta de imprevistos para chegar.

O tempo para desenvolvimento da base única existe apenas uma única vez, pois depois de desenvolvida, quando se muda de placa na linha necessita-se apenas de ajustes na base, pois seus acessórios removíveis (pinos guias, pinos de apoio e bases de periféricos) facilitam a troca de modelo, fato que não acontecia antes, que toda nova placa tinha que ser comprada uma base nova da China.

Outra vantagem é com relação ao uso das bases importadas, logo que se utilizava por uma média de 4 meses, tempo que mudava para outra placa atualizada na fábrica, ou seja, de 4 em 4 meses tinha-se que comprar uma base importada da China.

Agora a base única sendo desenvolvida na própria fábrica com duração indeterminada, sendo apenas necessário troca dos acessórios das placas quando ficam gastos.

O custo de uma base importada é no valor de R\$ 3.000,00 (três mil reais) e com a base única o custo fica em R\$ 1.000,00 (um mil reais).

Para cada linha é utilizado 25 bases, que quando importadas, dava um valor de R\$75.000,00 (setenta e cinco mil reais). Com a base sendo produzido na própria fábrica o custo total de cada linha fica em R\$ 25.000,00 (vinte e cinco mil reais).

Com base nesses dados é possível verificar a economia para 4 modelos durante 1 ano.

Para 4 modelos, o custo de 100 bases importadas é de R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais). Para 1 modelo o custo de 25 bases única é de R\$ 25.000,00 (vinte e cinco mil reais), logo para 4 modelos com 25 bases única o custo se manterá em R\$ 25.000,00 (vinte e cinco mil reais), considerando que os 4 modelos são produzidos simultaneamente, pois não são substituída na troca de modelo. Só com isso observa-se uma economia de R\$ 275.000,00 (duzentos e setenta e cinco mil reais).

A base importada são necessário 20 operadores testando com um tempo de 18 minutos nas 20 estações e para a base única são necessário apenas 5 operadores, isto reduz mão de obra e ganho de produção.

A base importada após o término do modelo era destinada à incineração, ocupando pessoas nesse processo que onera custos e perda de mão de obra para a empresa, fato que não ocorre com a base única.

Na Figura 4.49 tem os resultados mais relevantes foi com relação ao custo.

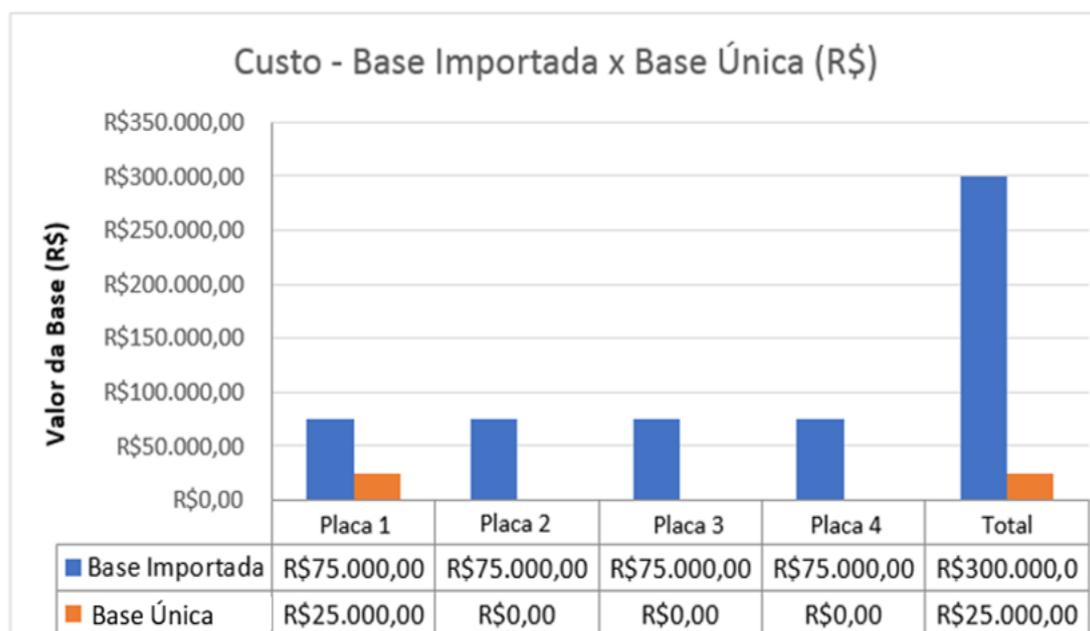


Figura 4.49 - Comparação de custos base importada e nacional.

Tabela 4.2 - Tabela comparativa de preços base importada x base única.

	Preço Unitário	Preço MB1	Preço MB2	Preço MB3	Preço MB4	Preço Total
Base importada	R\$3.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$300.000,00
Base única	R\$1.000,00	R\$25.000,00	R\$0.000,00	R\$0.000,00	R\$0.000,00	R\$25.000,00

O custo de uma base única é apresentado na Tabela 4.2:

Tabela 4.3 - Tabela com o custo detalhado de uma base única.

INSUMOS	VALOR
Fenolite	R\$ 312,70
Relé	R\$ 54,00
Cabo de áudio	R\$ 7,00
Placa de áudio	R\$ 12,00
Conector	R\$ 3,60
Resistores	R\$ 1,50
Travas	R\$ 30,00
Conectores	R\$ 27,00
Uso da máquina CNC	R\$ 125,00
Serviço de montagem da base única	R\$ 427,20
Total	R\$ 1.000,00

4.7 - SETUPS DE LINHA

Com a base única o setup de linha teve um grande ganho, a base importada levava cerca de 06h00min e com a base única leva apenas 02h00min, o que gera um ganho de 04h00min para produzir placas (Figura 4.50).

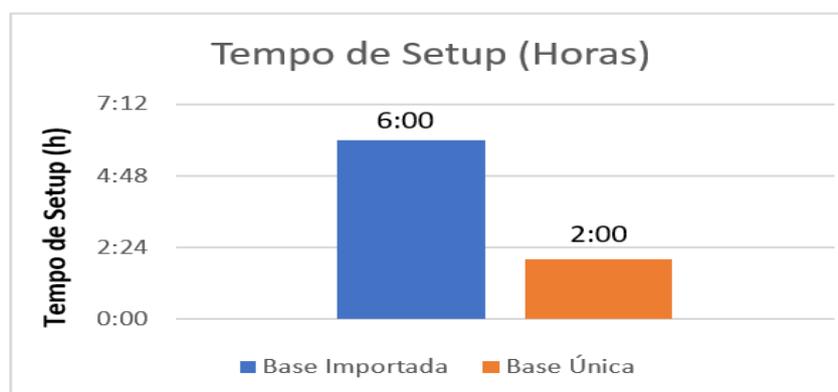


Figura 4.50 - Comparação de tempo de setup.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

A base única foi desenvolvida na própria fábrica e implantada na linha de produção de notebooks, sendo comprovada a sua eficiência com relação a utilização de placas de diversos modelos e com a eliminação de custos na compra de bases importadas.

A incineração de resíduos de fenol nocivos a natureza foi retardada e minimizada logo que a base única foi implantada, pois quando era importada da China, ela era descartada após a troca de modelo e hoje a previsão de descarte da base única será proveniente do desgaste e nunca mais pela troca de modelo.

Com a nova base também foi possível a redução do tempo de setup de linha no processo de troca de modelos, logo que a base não é mais trocada.

Por tanto, a base única para teste de placas para o processo produtivo de placas mães de computadores e notebooks teve bastante benefício com a otimização do processo setup na linha de produção, redução de mão de obra com os testes funcionais em série, automatização dos testes na base, melhor qualidade no produto com redução de manuseio com as mãos, sendo uma realidade comprovada a economia no custo e esta idéia será implantada para outros produtos.

5.2 - SUGESTÕES

A partir dos resultados obtidos até o presente momento, podem-se considerar as seguintes propostas para trabalhos futuro:

- Estudar o tempo de vida e depreciação da base única de fenolite;
- Aplicar a idéia da base única para outros produtos da fábrica;
- Fazer um estudo dos acessórios que vão desgastando com o tempo;
- Mitigar a incineração de resíduos de fenol nocivos a natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-AOMAR, R. A. **Applying 5S LEAN Technology: An infrastructure for continuous process improvement.** World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 59, p. 2014-2019, 2011.

AMARAL, L. *et al.* **O papel do arranjo físico e da gestão de informações como ferramenta para melhoria da competitividade e desempenho dos processos de uma lavanderia industrial.** The role of physical arrangement and management information as a tool for improving comp. Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233), v. 2, n. 2, p. 48-63, 2015. ISSN 2318-3233.

AMORIM, M. A.; MOREIRA, M. V. C.; IPIRANGA, A. S. R. **A construção de uma metodologia de atuação nos Arranjos Produtivos Locais (APLs) no estado do Ceará: um enfoque na formação e fortalecimento do capital social e da governança.** Interações (Campo Grande), v. 6, n. 10, 2016. ISSN 1984-042X.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo.** São Paulo: Atlas, v. 1, 2001.

BRUM, L. S. D.; WEGENER, L. E. **Melhoria de processo produtivo: jiga de testes de produto.** Engenharia Elétrica Telemática-Pedra Branca, 2018.

CALARGE, F. A.; DAVANSO, J. C. **Conceito de dispositivos à prova de erros utilizados na meta do zero defeito em processos de manufatura.** Revista de Ciência & Tecnologia, v. 11, n. 21, p. 7-18, 2003.

CHAKRAVORTY, S. S. **Six Sigma programs: An implementation model.** International Journal of Production Economics, v. 119, n. 1, p. 1-16, 2009. ISSN 0925-5273.

CHIAVENATO, I. **Administração da produção: uma abordagem introdutória.** Elsevier Brasil, 2013. ISBN 8535266925.

CHING, H. Y.; MARQUES, F.; PRADO, L. **Contabilidade & finanças para não especialistas.** Pearson Prentice Hall, 2008. ISBN 857605146X.

CONSUL, J. T. **Aplicação de Poka Yoke em processos de caldeiraria.** Production, v. 25, n. 3, p. 678-690, 2015. ISSN 0103-6513.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. **Just in Time, MRP II E OPT: Um Enfoque Estratégico**. Editora Atlas SA, 2000. ISBN 8522467617.

COSTA, A. P.; GASPAROTTO, A. M. S. **Uma análise crítica do ciclo PDCA na ABNT NBR ISO 9001 (2015) para auxiliar na redução de não conformidades**. Revista Interface Tecnológica, v. 13, n. 1, p. 12-12, 2016. ISSN 2447-0864.

DA SILVA, A. F., JOSÉ MARIA CAMPOS. **Proteção de placas eletrônicas em ambientes agressivos**. Protection of electronic boards in harsh environments. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, p. 15, 2013. ISSN 2236-6717.

DA SILVA, M. G. **Jidoka: conceitos e aplicação da automação em uma empresa da indústria eletrônica**. Revista ESPACIOS Vol. 37 (Nº 02) Año 2016, 2016.

DA SILVA, M. G.; SELBITTO, M. A. **Impactos da automação em sistemas produtivos: análise com apoio da árvore da realidade atual**. Revista Gestão Industrial, v. 6, n. 1, 2010. ISSN 1808-0448.

DALE, B. **Total quality management**. Wiley Online Library, 2015. ISBN 1118785312.

DANTAS, J. R. **Proposta de redução de custos numa empresa do setor de duas rodas no polo industrial de manaus**. 2017. 71 (Dissertação de Mestrado). ITEC, Universidade Federal do Pará, PPGEE-UFGPA.

DE ARAUJO, C. A. C.; RENTES, A. F. **A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta**. Revista Gestão Industrial, v. 2, n. 2, 2006. ISSN 1808-0448.

DE CASTRO MELO, C. R. **Análise do processo de montagem de placas de circuito impresso de notebook em uma empresa do polo industrial de manaus**. 2017. 69 (dissertação de mestrado). Programa de pós Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará, Belém.

DE LIMA MAKOSKI, G.; FAVERO, M. B. **Um estudo de caso: gestão de processos de uma lavanderia industrial: eficiência produtiva da máquina laser**. Revista de Pós-Graduação da Faculdade Cidade Verde, v. 3, n. 1, 2017.

DE QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; DE ARAUJO, C. A. C. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. 2004.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C. **Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa**. Revista Produção Online, v. 3, n. 4, 2003. ISSN 1676-1901.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade**. Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 14, n. 2, 2007.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor”**. Lean Institute Brasil, 2003.

GELSLEICHTER, M. *et al.*. **Identificação de oportunidades de melhorias na gestão da produção de uma empresa fabricante de produtos decorativos**. São Paulo: ABREPO, 2010.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. D. **Recycling of e-waste: an opportunity for chemistry**. Química Nova, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012. ISSN 0100-4042.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Production, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995. ISSN 0103-6513.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. **Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras**. Gestão & Produção, v. 11, n. 1, p. 1-19, 2004.

GONÇALVES, D. T.; FERREIRA, D. **Indicadores de performance: estudo de caso no controle de perdas de componentes em uma linha de produção**. REFAS: Revista FATEC Zona Sul, v. 3, n. 2, p. 4, 2017. ISSN 2359-182X.

GRIFFIN, M. P. **Contabilidade e Finanças (Tradução Giovanna Matte, Giuliana Castorino)**. São Paulo: SARAIVA, 2012.

GROUT, J. R.; TOUSSAINT, J. S. **Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start**. Business Horizons, v. 53, n. 2, p. 149-156, 2010. ISSN 0007-6813.

HENRIQUES, R. J. C. **Produção industrial controlo de manutenção e melhoria de processo**. 2016. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Portugal.

JUNIOR, M. L.; GODINHO FILHO, M. **Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação.** Gest. Prod., São Carlos, v. 15, n. 1, p. 173-188, 2008.

KAMINSKI, L. A. **Proposta de uma sistemática de avaliação dos custos logísticos da distribuição física: o caso de uma distribuidora de suprimentos industriais.** 2004. (Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). , Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre.

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

LEE, C.-H. et al. **An overview of recycling and treatment of scrap computers.** Journal of hazardous materials, v. 114, n. 1-3, p. 93-100, 2004. ISSN 0304-3894.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Bookman Editora, 2016. ISBN 8577801373.

LUNKES, R. J. S., F. R. **Back to Back: Um enfoque na redução dos custos logísticos e tributários.** Sociedade, Contabilidade e Gestão, v. 7, n. 1, p. 125-139, 2012.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos.** 10a. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MEHL, E. L. D. M. **Projeto de placas de circuito impresso com o software eagle: 1a parte: conceitos fundamentais sobre placas de circuito impresso (pci).** 2009. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

MEILING, J. H.; SANDBERG, M.; JOHNSON, H. **A study of a plan-do-check-act method used in less industrialized activities: two cases from industrialized housebuilding.** Construction Management and Economics, v. 32, n. 1-2, p. 109-125, 2014. ISSN 0144-6193.

MONDEN, Y. **Produção sem estoques-Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota.** São Paulo: IMAM, 1984.

_____. **Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just in time.** Bookman Editora, 2015. ISBN 8582602162.

MOURA, A. R.; BANZATO, J. M. **Poka-Yoke: a eliminação dos defeitos com o método à prova de falhas.** São Paulo: Iman, 1996.

NASCIMENTO, E. V. D. **Sistema logístico de recepção e movimentação de cargas aéreas: o caso do polo industrial de Manaus (PIM).** 2011.

NBR 8188/83, A. B. D. N. T. **NBR 8188/83 Guia de projeto e uso da placa impressa.** Rio de Janeiro 1983.

NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Elsevier Brasil, 2016. ISBN 8535279830.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção.** Bookman, 1997. ISBN 8573071702.

OLIVEIRA, E. F. D. **Otimização do tempo de teste funcional de placa de circuito impresso montada para computador pessoal.** 2012. 82, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, UFPA, Belém.

PACHECO, A. P. R. et al. **O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica.** PPGEGC – Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – apostila, v. 2, 2016.

PANGARTTE, R. **Sistemas Poka Yoke para processo de teste em indústria eletroeletrônica.** 2014. (ESPECIALIZAÇÃO). DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ PATO BRANCO.

PEINADO, J. **O papel do sistema de abastecimento Kanban na redução dos inventários.** Revista da FAE, v. 2, n. 2, 1999. ISSN 2447-2735.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços).** 1ed. Curitiba – PR: 2007.

QIAN, C. *et al.*. **System monitoring through element flow reasoning.** Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 27, n. 1, p. 221-233, 2011. ISSN 0736-5845.

QUINHONERO, H. G.; SANTAELA, L. L.; DA SILVA, G. C. **Uso de técnicas de manufatura enxuta: um estudo preliminar no setor automotivo brasileiro.** Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 1, p. 681-697, 2016. ISSN 2357-7592.

REIS, I. D. D. **Estudo e avaliação de máquinas integradas e automatizadas para extração de óleo vegetal.** 2017. 121 (Dissertação de Mestrado). ITEC, Universidade Federal do Pará, PPGEE-UFGPA.

RIGGS, J. L. **Production systems: planning, analysis, and control.** New York: John Wiley and Sons: Inc 1970.

SCHEIFLER, T. *et al.* **Automação como meio para aumento de produtividade e competitividade - Estudo de caso.** Revista Espacios Vol. 37 (Nº 28) Año 2016, 2016.

SCHÖNSLEBEN, P. **Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies.** CRC Press, 2016. ISBN 1498750540.

SHAH, R.; WARD, P. T. **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance.** Journal of operations management, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003. ISSN 0272-6963.

SHINGO, S. **Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system.** CRC Press, 1986. ISBN 0915299070.

_____. **O sistema Toyota de produção.** Bookman Editora, 1996. ISBN 8577800997.

SHINGO, S.; DILLON, A. P. **The Shingo Production Management System: Improving Process Functions (Manufacturing & Production).** Productivity Press, 1992.

SHOOK, J.; ROTHER, M. **Aprendendo a enxergar.** Lean Institute Brasil, São Paulo-SP, 1999.

SLACK, N. C., S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 8ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOUZA, W. C.; SANTOS, J. P.; CHAVES, L. E. **Just in time: a aplicação de seu conceito, características e objetivo em um estudo de caso em indústria de autopeças.** Revista de Ciências Gerenciais, v. 17, n. 25, 2015. ISSN 2178-6909.

VERNINI, A. A.; GONÇALVES, R. E. D. S. G. **Aplicação da filosofia kaizen em uma empresa de usinagem na cidade de botucatu-sp.** *Tekhne e Logos*, v. 8, n. 2, p. 82-97, 2017. ISSN 2176-4808.

ANEXO I

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM

As imagens contidas no capítulo III e IV na Dissertação: **Proposta de uma Base Única de Teste para Placas de Computadores e Notebooks em uma Fábrica na Cidade de Manaus**, suas imagens (Fotos e Desenhos) fazem parte de um projeto modular de uso exclusivo da fábrica detentora do projeto, não podendo ser cedido à terceiros as respectivas imagens. As referidas imagens foram autorizadas ao Sr. Plácido Donato Fragata Neto a título de trabalho de Dissertação de Mestrado o qual fez parte do desenvolvimento do projeto modular.

Manaus, 04 de dezembro de 2017



Edson Farias de Oliveira
Gerente de Projetos