



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Roberto Cartwright Brodie Murayama

Avaliação do impacto de um Centro de Fomento de Melhorias no fortalecimento do processo de geração de valor numa empresa do setor de elétrico e eletrónico

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Professor Doutor Rui M. Lima

Professor Doutor Manuel Augusto Pinto Cardoso

Novembro de 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Roberto Cartwright Brodie Murayama

Endereço eletrónico: bobmura@hotmail.com Telefone: +55 92 98159-09

Número do Bilhete de Identidade: FM769067

Título da dissertação: Avaliação do impacto de um Centro de Fomento de Melhorias no fortalecimento do processo de geração de valor numa empresa do setor de elétrico e eletrónico.

Orientador(es):

Doutor Rui M. Lima

Doutor Manuel Augusto Pinto Cardoso

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado:

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para

prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, 30/01/2018

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

Registro a minha gratidão ao meu orientador, professor Dr. Rui M. Lima e ao meu co-orientador, Prof. Dr. Manuel Augusto Cardoso, pelo encorajamento e aconselhamento durante esta jornada.

Ao Eng. Jadson Campelo pela busca incessante de resultados e apoio nas implementações das ideias do *Lean Pit Stop*.

À Eng. Géssica Oliveira pelas revisões, edições e compartilhamento de experiências na elaboração da dissertação.

Um especial agradecimento ao professor José Carlos Reston Filho, que atuou de forma contundente e apoiadora, não medindo esforços e iluminando o trabalho a cada interação.

Por fim, à minha esposa pela leitura, críticas e apoio emocional que me energizaram rumo a conclusão deste projeto.

RESUMO

A competitividade mercadológica exige das empresas contínuo foco na inovação de seus produtos e processos. A lucratividade está atrelada ao controle rigoroso de custos, portanto as ferramentas e conceitos que operam neste contexto são bem aceitas no ambiente industrial. Por décadas, a filosofia da manufatura enxuta (*lean manufacturing*) se consolidou como abordagem efetiva para reduzir desperdícios, controlar custos e aumentar a eficiência operacional em diversos segmentos de mercado. Este trabalho partiu da premissa de que a implantação de um centro de fomento de ideias (*lean pit stop*) diminuiria desperdícios e melhoraria os indicadores de produtividade da empresa sob análise. O *lean pit stop* foi projetado em cima de dois conceitos da manufatura enxuta: a sala *Obeya* ou central de comando e *Rapid Improvement Experiment* (RIE). A empresa foco desta dissertação é uma filial da Inventus Power Ltda que manufatura produtos elétrico e eletrônicos na cidade de Manaus. O estudo apresenta uma revisão da literatura dos conceitos e histórico do *Toyota Production System* (TPS) e de ferramentas como o mapeamento do fluxo de valor (VSM), autonomação, *kaizen* e a sala *Obeya*. A metodologia de investigação-ação é detalhada a partir da elaboração do planejamento na empresa, formação de grupos de trabalho, construção de plano de comunicação, envolvimento das equipes, uso do VSM e aplicação das ideias de melhorias dos colaboradores. Os resultados obtidos, como o aumento da produtividade por hora, redução do espaço físico, e a redução do ciclo de montagem comprovam a efetividade que uma central de controle de melhorias de processo pode ter na eliminação de desperdícios.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Manufacturing, Obeya, RIE, Lean Pit Stop, Mapeamento Fluxo de Valor

ABSTRACT

The market competitiveness requires companies to have continued focus on the innovation of their products and processes. Their profitability is linked to rigorous cost controls, thus tools and concepts that operate in this context are well received. For decades, the lean philosophy has demonstrated to be an effective approach to the reduction of wastes, costs control, and increase operational efficiencies in numerous market segments. This work was based on the premise that the implementation of an idea inception center (lean pit stop) would reduce wastes and would improve the key productive indicators of the company under analysis. The lean pit stop was conceived based on two lean manufacturing concepts: the obeya room or command center, and the Rapid Improvement Experiments (RIE). The company under study is a subsidiary of Inventus Power Ltd which manufactures electronic products in the city of Manaus. This paper presents a literature review of Toyota Production System's concepts and history, and tools such as value stream mapping, autonomation, kaizen and the obeya room. The methodology applied, investigative-action, details the process since the elaboration of the strategic plan, creation of committee teams, communication plan, team engagement, use of the VSM, and application of employees' improvement suggestions. The results obtained, such as production output increase, space reduction, and cycle time improvement are robust in demonstrating the idea center's effectivity in process improvements and waste elimination.

KEYWORDS

Lean Manufacturing, Obeya, RIE, Lean Pit Stop, Value Stream Mapping

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução	1
1.1 A Empresa.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Fundamentação teórica.....	5
2.1 Resumos Histórico do <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.2 O Toyota Production System (TPS)	6
2.3 Os benefícios da manufatura enxuta	7
2.3.1 Aplicação do Lean no segmento aeronáutico	8
2.3.2 Aplicação do <i>Lean</i> no segmento hospitalar	9
2.3.3 Aplicação do <i>Lean</i> no segmento financeiro	10
2.4 Ferramentas <i>Lean</i>	11
2.4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)	12
2.4.2 Os Sete Desperdícios.....	13
2.4.3 Experimentos de Melhoria Rápida (RIE)	14
2.4.4 Autonomia.....	16
2.4.5 KATA	18
2.4.6 Obeya Room	20
2.5 Estratégia de implementação <i>Lean</i>	23
2.5.1 Visão e equipa.....	23
2.5.2 Capacitação	24

3.	Descrição da Empresa.....	29
3.1	Identificação da Empresa.....	29
3.2	Missão, visão e principais valores	29
3.3	Principais clientes e fornecedores	30
3.4	Descrição dos processos	30
3.4.1	Surface Mount Technology (SMT)	31
3.4.2	Inserção Manual (IM) e acabamento	32
3.4.3	Processo de testes.....	33
3.4.4	Processo de fabricação e composição dos produtos	34
3.4.5	Layout da Fábrica.....	34
4.	Metodologia	37
4.1	Metodologia Aplicada.....	37
4.2	Matriz Metodológica	37
4.3	Fundamentação	38
4.4	Universo da pesquisa.....	39
5.	Plano de Implementação	41
5.1	Estratégia de implementação.....	41
5.2	Procedimento de coleta de dados.....	42
5.3	Criação do centro <i>Lean Pit Stop - Obeya Room</i>	43
5.4	Capacitação.....	44
5.5	Comitê operacional no diagnóstico de melhorias	45
5.6	Procedimento de análise de dados.....	45
5.7	Medidas de desempenho e padrões de referência.....	46
5.8	Visualização dos dados	47
6.	Resultados	49
6.1	Visualização dos VSM	49
6.1.1	Automação da área de teste final	49
6.1.2	Processo de SMT.....	51
6.2	Utilização do <i>Lean Pit Stop Area</i>	57
6.2.1	Melhoria na área de pré-forma operacional fusível.....	58
6.2.2	Melhoria na soldagem do Inlet.....	60

6.2.3	Melhoria na solda a ponto bateria de celular	62
6.2.4	Outros Exemplos de Melhorias implementadas.....	64
6.3	Resultados gerais obtidos através do <i>Lean Pit Stop</i>	66
6.4	Dificuldades e Desafios	67
7.	Conclusão.....	69
	Referências Bibliográficas.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapeamento do Fluxo de Valor	14
Figura 2	Valores Principais	30
Figura 3	Etapas do Processo	31
Figura 4	Componentes Básicos de uma Linha de SMT	32
Figura 5	Processo Manual e Máquina de Solda	32
Figura 6	Equipamentos de Testes para Adaptadores	33
Figura 7	Layout Fabril	35
Figura 8	Metodologia de Programa	42
Figura 9	Processo Macro Implementação das Sugestões	43
Figura 10	Centro de Fomentação de Ideias Lean Pit Stop	43
Figura 11	Exemplo de comunicação semanal	44
Figura 12	Exemplo de Sumário de 1 Página	48
Figura 13	Áreas Escolhidas para Aplicação do VSM	50
Figura 14	Automação na Área de Testes	50
Figura 15	Disponibilidade da Linha 1 durante 2 dias de avaliação	54
Figura 16	Detalhamento do 4M na Linha	55
Figura 17	Evolução do Registro das Ideias no <i>Lean Pit Stop Area</i>	58
Figura 18	Equipamento de Dobra e Corte de Terminais (Antes)	59
Figura 19	Equipamento de Dobra e Corte de Terminais (Depois)	59
Figura 20	Dispositivo de Soldagem do Inlet (Antes)	60
Figura 21	Dispositivo de Soldagem do Inlet (Depois)	61
Figura 22	Layout do Processo Anterior	62
Figura 23	Solda a Ponto e Ajuste do Dispositivo e Instalação do PLC (Depois)	63
Figura 24	Processo Modificado e Estudo do Perfil da Máquina	63
Figura 25	Ideia BR-2017-106 Tubo de Passagem para descarte de material	64
Figura 26	Ideia BR-2017-004 Carro para Transporte de Materiais	65
Figura 27	Ideia BR-2017-010 Redução no Tamanho da Etiqueta	66
Figura 28	Economia Projetada	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Matriz metodológica	37
Tabela 2	Ganhos com automação na área de testes	51
Tabela 3	Mapeamento do processo de SMT linha 1 no 1º turno	52
Tabela 4	Plano de ação para elevar índice do OEE	56
Tabela 5	Otimização de Programas Para Aumento de Output	56
Tabela 6	Índices de desempenho do SMT	57

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AOI	Módulo de Inspeção Ótica Automática
ATE	Automatic Test Equipment
CPS	Sistemas Físicos Cibernéticos
EUA	Estados Unidos da América
HIPOT	Teste de alta potência
IA	Investigação Ação
ICT	In Circuit Test
IM	Inserção Manual
IT	Initial Test
JIT	Just in Time
VSM	Value Stream Mapping – Mapeamento do Fluxo de Valor
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
PDCA	Plan, Do, Check e Act
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PIM	Polo Industrial de Manaus
PLC	Controlador Lógico Programável
PLM	Product Life Management
PT	Power Test
PTH	Pin Thru Hole Technology
RIE	Experiências Rápidas de Melhorias
SFC	Shop Floor Control
SMT	Surface Mount Technology
SPI	Solder Paste Inspection
TPS	Toyota Production System
TtM	Time to Market
WIP	Work in Process

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes diferenciais operacionais para empresas de manufatura é a forma como ela administra seus custos. Se considerarmos que existem mercados em que a concorrência é em grande parte ditada pela empresa mais forte, pode dizer-se que nestes ambientes, em boa parte, é o mercado que determina o preço de venda. Desse modo, será importante procurar aumentar o lucro da empresa através da redução de custos. A filosofia *Lean Manufacturing*, ou manufatura enxuta, fornece ferramentas e métodos de gestão que auxiliam na redução dos desperdícios, aumentando a lucratividade da empresa. Baseado no *Toyota Production System* iniciado nos anos 40, por engenheiros japoneses, os princípios *Lean* focam as melhorias de processos internos, visando a redução de custos e o aumento da eficiência.

O *Lean* se baseia em entregar valor ao cliente usando o menor recurso possível. E empresas que adotaram o TPS, geraram resultados positivos ao fazer intervenções específicas em seus processos (Parry, 2005a; Parry, 2005b). Para Davies (2005), o sucesso da filosofia tem a ver com a estratégia de implementação, que se bem executada, gera ganhos duradouros e forma uma cultura de melhoria contínua.

Além de uma estratégia bem definida e com participação ativa dos funcionários e da alta cúpula da empresa, ferramentas como o mapeamento do fluxo de valor (VSM) auxiliam no processo de melhoria por possibilitar a compreensão de que os sistemas produtivos podem ser analisados e compreendidos como uma rede funcional de processos e operações. Esta análise, permite implementar ações para minimizar as perdas identificadas (Antunes *et al.* 2008).

Este trabalho verificará o impacto da implementação de um Centro de Fomento de Melhorias numa empresa do Polo Industrial de Manaus, relativamente à eliminação de desperdícios e ao fortalecimento de uma cultura de agregação de valor. A base deste Centro se baseia em dois princípios do *Lean*: *Obeya*, que literalmente significa sala grande ou sala de comando, Jusko (2016a); e em experiências de melhoria rápida (RIE – *Rapid Improvement Experiences*) proposto por Sankoff *et al.* (2013), que visa implementações céleres e efetivas.

A metodologia do trabalho consiste na criação do programa Lean Pit Stop, tendo como base sua Visão e Regras, passando pela seleção dos principais indicadores a serem

acompanhados, alocação de recursos físicos-financeiros, e estabelecimento de uma estrutura organizacional de apoio ao programa. Posteriormente define-se um plano de comunicação, a cadência de gestão, e processo de registro e acompanhamento das melhorias. Termina-se com o processo de reconhecimento das equipas.

1.1 A Empresa

O trabalho foi elaborado na Inventus Power do Brasil Ltda., em sua unidade fabril localizada em Manaus. A empresa ocupa um lugar de destaque na produção de sistemas de energia pois integra e fornece baterias, carregadores portáteis, fontes de alimentação e adaptadores, para os mercados varejista, comercial, médico-hospitalar, militar e governamental. Está localizado em 10 países em 4 continentes.

Ao longo dos anos, com o aumento da competição global, a empresa viu sua margem de lucro reduzir. Para fazer frente a este desafio, iniciou o programa do *Lean Pit Stop* visando o combate aos desperdícios e melhorar sua eficiência. Apoiada nas diversas ferramentas disponíveis, como o VSM, *Obeya*, *RIE*, troca rápida e automação, fortaleceu a retomada da rentabilidade.

1.2 Objetivos

O objetivo macro desse trabalho será identificar se a implementação de um centro de fomento de melhorias gera valor para uma empresa. O projeto possui as seguintes metas específicas:

- Conceber, construir e padronizar um espaço físico para servir como centro de fomento de ideias;
- Medir a captação e o registo de contribuições oferecidas;
- Medir as melhorias operacionais instigadas nesta iniciativa;
- Padronizar o processo para aplicá-lo nas outras unidades do grupo.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este trabalho inclui seis capítulos. No primeiro capítulo, está presente a introdução do tema, seu enquadramento, descrição da empresa onde se realizou a pesquisa, os objetivos e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, de revisão da literatura apresenta-se um resumo histórico de *Lean* e do *Toyota Production System*, os benefícios da manufatura enxuta, e citam-se exemplos de aplicação nos segmentos aeronáutico, da saúde e financeiro. O capítulo 2 apresenta algumas ferramentas do *Lean*, como o *VSM*, *Kaizen Rapid Improvement Events*, *Toyota Kata*, e *Obeya*. Termina dissertando sobre estratégia de implementação e capacitação das equipas.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde o projeto foi executado, contendo sua missão, visão e valores, inclui também uma descrição dos principais clientes e fornecedores, como a descrição macro de seus principais processos.

No quarto capítulo, é introduzido a metodologia do estudo e o universo da pesquisa, onde são oferecidos os detalhes da indústria, seu layout e cultura fabril. Verifica-se o procedimento de coleta e análise de dados, como as medidas de desempenho.

No quinto capítulo, os resultados do trabalho são apresentados em duas abordagens: o *VSM* e através do funcionamento do *Lean Pit Stop* e aplicação das experimentações das rápidas melhorias (RIE). São fornecidos exemplos práticos dos avanços alcançados.

Por fim, no último capítulo, a conclusão do trabalho é apresentada juntamente com as sugestões de aplicação futura.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O *Toyota Production System* influenciou todo o segmento de manufatura quanto a cultura de redução dos desperdícios. Seus princípios, procedimentos e filosofia foram apresentados ao mundo como manufatura enxuta ou *lean manufacturing*.

Neste capítulo é apresentado o TPS e de que maneira a sua adoção gera resultados. Histórias de sucesso de empresas em diferentes segmentos do mercado são usadas para ilustrar, a partir de fatos, a sua efetividade. Ainda no capítulo 2, as principais técnicas que compõem o *lean* são exploradas em detalhes, a exemplo VSM, Kaizen de Rápidas Melhorias (*RIE*), autonomia, *Toyota Kata* e *Obeya*.

2.1 Resumos Histórico do *Lean Manufacturing*

Em uma tradução literal do inglês, *lean* significa sem gordura, magro ou enxuto. Para Stone (2012), o *lean* é uma forma de fazer mais com menos. Desde seu surgimento a mais de 40 anos, o *lean* tem influenciado a forma como processos e serviços são executados. Durante este período a teoria, prática e as ferramentas evoluíram, de tal forma que não existe uma formalização universal do conjunto das ideias que o permeiam.

Para Samuel *et al.* (2015), o *lean* saiu de sua origem no segmento automobilístico japonês para se tornar uma das mais conhecidas e debatidas formas de gerenciamento de processos. O conceito desenvolveu-se de uma descrição genérica do TPS para um estilo organizacional e de intervenções no gerenciamento focado em obter melhores práticas.

Na visão de Stone (2012), o pensamento enxuto tem por objetivo a identificação contínua de desperdícios e sua eliminação da organização, deixando somente as atividades que agregam valor. As práticas de gestão, que conduzem a estes êxitos, se baseiam na decisão por consenso, solução de problemas derivados de ações, flexibilidade da força de trabalho, e o foco em mudanças contínuas e em processos de melhorias.

Samuel *et al.* (2015) afirmam que o termo *lean* foi introduzido ao linguajar administrativo quando John Krafcik, pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), publicou em 1988 um artigo sobre o TPS. O vocábulo *lean* foi escolhido porque captura a essência do processo de produção ao consumir muito menos recursos que os sistemas de produção americano. Isso levava a dramáticas diferenças de desempenho entre os fabricantes de carros japoneses e os fabricantes ocidentais, fato este bem documentado

no livro a Máquina que Mudou o Mundo de Womack, Jones e Ross (1990). O livro detalha que nas fábricas nipônicas tudo era pela metade: tempo, custo, recursos e o espaço necessário para construir um veículo. Os conceitos *lean*, são considerados universais, podendo ser reproduzidos em qualquer contexto.

Na visão de Stone (2012), as práticas do TPS superavam os modelos de produção em massa em voga desde 1900, por serem mais modernos e flexíveis. Observações de Samuel *et al.* (2015) indicam que a II Guerra Mundial e a segunda crise do petróleo em meados de 1970 foram grandes catalisadores para a implementação de uma cultura *lean*.

Já Mazzocato *et al.* (2010) contribuiu dizendo que para gerar melhores resultados, as iniciativas *lean* devem envolver a alta direção da empresa, reduzir as barreiras departamentais, focar na criação de valor e nutrir uma cultura de melhoria contínua ao longo prazo. Por sua vez, Bortolotti *et al.* (2015) registra que nas fábricas enxutas, a responsabilidade vem da base, onde práticas evoluem ao modo como pessoas se relacionam, resolvem seus problemas, adquirem competências, desenvolvem parcerias com fornecedores e clientes e vivenciam um ambiente de melhoria contínua.

Bortolotti *et al.* (2015) afirmam ainda que tanto existem técnicas analíticas e ferramentas formais (*hard*) como também técnicas humanas mais sutis relacionadas às pessoas (*soft*). Para que o *Lean* tenha sucesso, deve existir uma cultura organizacional forte que adote práticas sutis de gestão humana (*soft*). As práticas humanas são tão importantes quanto as ferramentas do *lean*, e são as que justamente formam a liga entre a prática e a cultura da empresa. A cultura é a combinação das práticas, crenças, valores e comportamentos demonstrados pelos membros da empresa.

2.2 O Toyota Production System (TPS)

Womack, Jones e Ross (1990) afirmam que o sistema e os conceitos de produção podem influenciar as empresas de tal forma que estas poderiam até mudar nações. O TPS enfatiza a eliminação de todo o tipo de desperdício, e assegura que o valor para o cliente flua de forma mais natural.

Para Samuel *et al.* (2015) o TPS evoluiu ao longo do tempo, permitindo a redução da variabilidade de processos e reduzindo os tempos de ciclos a partir de 3 elementos fundamentais: nuances filosóficas, cultura gerencial e ferramentas técnicas. Quanto à nuance filosófica do *lean*, esta gerou uma nova forma de enxergar o processo, estabelecendo um pensamento crítico em relação aos desperdícios e como tratá-los.

Concomitante, a nuance cultural enfatizava a importância da gestão, sendo necessária para absorver os princípios do *lean*, disseminá-los e instigar comportamentos ao exigir que as equipes implementassem melhorias utilizando as novas ferramentas. O efeito seria a redução dos desperdícios com aumento da produtividade ao combinar filosofia, gestão, ferramentas, sob uma cultura visando eficiência e zero desperdícios.

Mazzocato *et al.* (2010) dizem que o TPS utiliza princípios e pilares como o *Just in Time* (JIT) e a automação (JIDOKA), focando na entrega de valor ao cliente. Os autores detalham também que o TPS tem três rotinas distintas: de identificação dos problemas, de resolução de problemas e de padronização das soluções e melhorias.

Com o passar do tempo, sintetizam Samuel *et al.* (2015), o TPS passou a ser visto como um complexo elemento da cultura e do gerenciamento da empresa, colocando as pessoas no centro, muito mais do que apenas um conjunto de ferramentas. Mazzocato *et al.* (2010) corroboram esta ideia da importância das pessoas, ao afirmarem que é a habilidade da gestão em facilitar o aprendizado contínuo na empresa e em desenvolver pessoas autônomas e engajadas nas soluções de problemas que faz a diferença do TPS.

Enraizar o conhecimento e desenvolver a cultura leva tempo. A vantagem competitiva pode se resumir na habilidade de manter a filosofia viva durante anos. Concluem Bortolotti *et al.* (2015) que a cultura organizacional que caracteriza as fábricas de sucesso tem relação com um coletivo institucional mais coeso, uma orientação futura mais clara, uma valorização humana mais forte e um nível menor de diretividade *top-down*.

Estes são princípios marcantes do TPS. Muitas empresas falharam em sua jornada de se tornarem *Lean* ao copiarem as práticas da Toyota. Os motivos podem ser muitos, mas sempre a falta de uma cultura adequada e de práticas humanas estarão inclusas (Bortolotti *et al.* 2015).

2.3 Os benefícios da manufatura enxuta

O *lean* é mais do que uma caixa de ferramentas. A filosofia desenvolve técnicas humanas adequadas, o que inclui a criação de grupos de trabalho engajados e com autonomia para resolverem seus problemas. Nos tópicos seguintes são apresentados exemplos práticos de histórias de sucesso da aplicação do pensamento *lean* nos segmentos aeronáutico, hospitalar e financeiro. Importantes citações por ilustrarem que os princípios da manufatura enxuta podem ser aplicados em outros contextos, indústrias e segmentos de mercado, inclusive em uma fábrica eletroeletrônica situada no polo industrial de Manaus.

2.3.1 Aplicação do Lean no segmento aeronáutico

A Boeing, líder mundial na fabricação de aeronaves, embarcou em uma jornada *lean* para salvar seu negócio. No final de 1995 enquanto amargava perdas de faturamento devido a altos custos de produção e prazos de entrega, a rival Airbus ganhava mercado. Segundo Venables (2005), por ter sido líder durante muitos anos, a Boeing estava em um estágio de complacência e somente com o advento da competição da Airbus, houve a redefinição da cultura para a busca da melhoria contínua em cada atividade.

Neste processo, a alta cúpula da empresa e mais 1500 executivos foram ao Japão para obter treinamento sobre os conceitos do TPS. Os resultados foram o desenvolvimento de 300 a 400 líderes de *Kaizen*, 50 *Master Black Belts* e 100 *Green Belts* na empresa. Venables (2005) avança, informando que a transformação da empresa se baseou em um planejamento que incluiu o VSM, a gestão visual, o abastecimento em kits no ponto de uso, as linhas em esteiras e a troca rápida de ferramentas. A adoção das ferramentas e cultura *Lean* foi decisiva na recuperação de empresa, pois possibilitou a redução de custos, prazos de entrega, e conseqüentemente preços mais flexíveis ao mercado.

Nas avaliações preliminares da Boeing, foi constatado que o tempo ocioso e de locomoção de um operador consumia até 60% do seu tempo, enquanto atividades que acrescentavam valor se resumiam a apenas 40% do total. Com a aplicação do *JIT* tanto os materiais, como as ferramentas e instruções de trabalho foram levados ao operador, permitindo um aumento de sua produtividade. Para Venables (2005), os resultados falam por si só: enquanto no passado levava 28 dias para construir uma aeronave, hoje em dia leva de 11 a 12 dias.

Para Dane e Kleiner (2016), conforme as melhorias foram aparecendo, o apoio dos funcionários também crescia e eles começaram a enxergar o processo com outros olhos. Isso mostra que quando todos compram a ideia, a empresa passa a ver os benefícios da filosofia. Uma nuance deste movimento vem das observações de Venables (2005), onde o autor sugere que não se invista tempo em treinar pessoas que não queiram aprender. O treinamento deve ser focado nos multiplicadores e apoiadores. Os outros seguirão estes líderes. É fundamental que as equipas de trabalho sejam os pontos centrais na resolução de problemas. O *lean* não é uma diretiva de cima para baixo, deve ser construída de dentro para fora, sendo que a alta direção deve ser o exemplo.

2.3.2 Aplicação do *Lean* no segmento hospitalar

Outro segmento de mercado que viu benefícios da aplicação *lean* em seus processos, foi o hospitalar. Normalmente a adoção de novas práticas de trabalho surgem por necessidade de sobrevivência. Merlino *et al* (2015), relata a experiência de uma gestora hospitalar, cuja unidade estava passando por sérias dificuldades financeiras, possuía baixo índice de satisfação de seus funcionários e oferecia péssimo atendimento aos seus pacientes.

A empresa sofria resistência sindical, que não apoiava as iniciativas de melhoria. Mudanças na legislação dificultavam adesão aos planos de saúde e seus funcionários desmotivados, não acreditavam na filosofia *lean*. Não obstante a isso, caso os resultados não melhorassem, a gestora teria que fechar a unidade, migrando-a para outra região.

De acordo com Merlino *et al* (2015), dentro da filosofia *Lean*, independentemente do produto que é ofertado, os resultados almejados sempre serão o de adicionar valor, eliminar os desperdícios, reduzir custos e maximizar a lucratividade. Uma organização deve distinguir o que adiciona valor e focar suas energias nestas atividades. O enfoque passa a ser no fluxo de valor que produtos e serviços atravessam, desde sua invenção, transporte, fabricação, e entrega para os clientes.

No exemplo sob análise, o primeiro processo escolhido foi o de contratação de novos funcionários e médicos. Foi formada uma equipa com representantes das áreas envolvidas, que descreveram o processo atual, e verbalizaram os problemas existentes. Depois foi gerado uma visão de futuro que seria a situação otimizada almejada. Comparando a situação atual com a futura, as lacunas foram identificadas e uma seção de brainstorming foi conduzida para sugerir ações para eliminar as lacunas. Posteriormente, todo esse fluxo foi desenhado.

Uma atividade importante neste processo foi a fase das experiências rápidas de melhoria (RIE) que possibilitou testar as ideias antes de inseri-las no processo modificado. Após obter consenso sobre o novo processo, a padronização do mesmo foi elaborada e fluxos e procedimentos foram criados. Isto reduziu a variabilidade do processo. Reuniões mensais de acompanhamento foram agendadas para analisar a evolução.

A aplicação do *lean* na área hospitalar foi importante por ser uma metodologia de fácil entendimento, sem fórmulas complexas, e cujos dados e informações puderam ser divididos com equipa de forma rápida e simples, gerando resultados imediatos.

Merlino *et al.* (2015) concluem que a transformação para uma cultura *lean*, se dá a longo prazo e deve ter o apoio e compromisso da alta direção e de líderes visionários. Os

facilitadores do *lean* devem passar cada vez mais tempo treinando e ensinando seus liderados a melhorar suas atividades, apoiando-os nos esforços do dia-a-dia.

2.3.3 Aplicação do *Lean* no segmento financeiro

O segmento financeiro, caracteriza-se por processos administrativos e burocráticos. Para Bollard *et al* (2017), ao adotar práticas e ferramentas do *lean*, as empresas do setor indicam que querem reinventar seus modelos operacionais para aumentar lucros, reduzir custos e exceder as expectativas de seus clientes.

Estes modelos devem unir as tecnologias digitais e capacidades operacionais de forma organizada e sequenciada para gerar pequenas e contínuas melhorias. Deve ser criado um planejamento mestre que contemple o todo, ao invés de focar apenas em melhorias isoladas. Bollard *et al.* (2017) indicam cinco áreas importantes que devem ser consideradas para melhorar os serviços: a digitalização, o redesenho dos processos utilizando os meios inteligentes autônomos, a analítica avançada e a terceirização de atividades.

O uso da digitalização dos processos diminui o tempo e assegura análises mais confiáveis por permitir extração automática de dados, menos susceptíveis a erros humanos. Segundo Bollard *et al.* (2017), os bancos Europeus que criaram um plano mestre com prioridades claras, tiveram aumento de 20% em acessos digitais de clientes, 50% de crescimento na utilização da plataforma digital e queda dos custos operacionais. Para as seguradoras estudadas que aplicaram o *lean*, alcançou-se 40% de aumento na satisfação dos clientes, além de um acesso fácil e interativo dos clientes.

O trabalho de Piercy e Rich (2009) sugere que a adoção de ferramentas como o VSM, o entendimento de agregação de valor e técnicas de resolução de problemas geram significativos resultados em empresas de *call center* do setor financeiro. Os resultados medidos foram simplificação de processos, padronização de atividades e redução ao máximo da dependência da estrutura hierárquica para obter aprovações.

Com mais autonomia, os funcionários tiveram maior participação e a satisfação com o trabalho melhorou. As equipas tornaram-se mais flexíveis, tiveram maior grau de responsabilidade e atuaram de forma mais independente. Todos começaram a tratar uns aos outros, como recursos de agregação de valor. Foi elaborado um plano de incentivo e reconhecimento para aqueles que executassem de forma exemplar seus trabalhos. Treinamentos e capacitação foram oferecidos.

Com tudo isso, os indicadores como o de reduções no número de ligações de reclamação caíram em média 32%, de e-mails de reclamação despencaram 41%, redução no tempo do processo mais longo viu uma queda de 51% e a eliminação de processos enxugou 63% do total.

2.4 Ferramentas *Lean*

Hariram *et al.* (2017) afirmam que a manufatura enxuta é uma abordagem sistêmica de eficiência que visa otimização do fluxo de processos e serviços, redução dos desperdícios e geração de valor para o cliente. Tyagi *et al.* (2015) reforça que a inovação contínua é um ingrediente chave para manter a vantagem competitiva no mercado atual. Isso requer que uma organização regularmente crie conhecimento para que seus processos e produtos sejam melhores. É reconhecido que as ferramentas e métodos do *lean* promovam a aprendizagem e o conhecimento. Entretanto, a simples introdução de ferramentas *lean* não é a solução ideal para a sustentabilidade do programa. Por afetar toda a organização, a criação de um modelo mental e cultural forte de busca da melhoria é o mais importante, ideia também reforçada por Alaskari *et al.* (2016).

Há certa confusão de qual ferramenta *lean* deve ser utilizada, já que existem muitas disponíveis. Diversos autores escreveram sobre o assunto detalhando quais ferramentas seriam mais úteis. Nesta listagem pode haver variação de 20 a mais de 100 e vários autores agruparam estas ferramentas. Alaskari *et al.* (2016) afirma que existem diferentes métodos para resolver cada tipo de problema.

Flinchbaugh (2015) contribui ao indicar que as aplicações do *lean* devem fazer parte do modelo decisório da empresa. Por exemplo, se uma empresa precisa mudar o layout da organização, ela pode utilizar *workshops* de Kaizen, experimentação rápida ou talvez as regras de *lean Design* para chegar ao *layout* ideal. As ferramentas do *lean* não devem ser tratadas como algo adicional ao seu trabalho, devem ser o caminho, não o destino. Devem fazer parte integral da organização e da sua natureza. Deve envolver tudo e a todos, fazendo parte da cultura reinante.

Tyagi *et al.* (2015) corroboram dizendo que cada ferramenta tem seus méritos e deve ser escolhida de acordo com o contexto e o problema a ser resolvido. Isso cria conhecimento de forma rápida e melhora a qualidade dos produtos e serviços. Nesta dissertação serão exploradas em detalhes as técnicas VSM, RIE, Automação, *Obeya* e *Kata*.

2.4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)

Antunes *et al.* (2008) relatam que o VSM se originou das obras de Shigeo Shingo e Taiichi Ohno quando criaram as teorias do TPS. Parte-se da noção de que os sistemas produtivos podem ser analisados e compreendidos como uma rede funcional de processos e operações. Tal análise, permite implementar ações minimizando as perdas de troca (*setup*), controle da qualidade zero defeitos, redução de inventário através fluxo contínuo de produção, entre outros benefícios.

Hofrichter (2017) enfatiza que o VSM é uma excelente ferramenta utilizada na identificação de desperdícios e de custos no processo de manufatura de produtos e serviços. O VSM auxilia na identificação das oportunidades de melhoria e explicita onde intervenções são necessárias. De Steur *et al.* (2016), por sua vez, dizem que o VSM melhora a visibilidade de todo o processo, de seus desperdícios e das chances de redução de custos.

Antony *et al.* (2012) contribuem dizendo que o VSM teve uso consagrado na melhoria de processo do chão de fábrica, mas com o tempo passou a ser usada em toda a cadeia de suprimentos. Womack e Jones (2004) propõem que através do mapeamento do status atual e futuro, pode-se entender o fluxo de material e informação de um produto ao atravessar o processo.

De Steur *et al.* (2016) propõe que a aplicação do VSM em toda a cadeia de valor reduz seu *lead times* e traz maior competitividade. A definição das perdas em atividades que não agregam valor é o foco central do VSM.

Em resumo, Iqbal (2016) sumariza o VSM como sendo uma ferramenta que permite desenhar o fluxo de valor de um processo, departamento ou organização. A ferramenta mostra o estado atual, estado futuro e ajuda a identificar as melhorias necessárias no processo para chegar a um estado ideal. O VSM demonstra o fluxo de informação e de materiais do início ao fim do processo. É composto por componentes visuais que auxiliam na identificação de inventários entre postos, tempo de ciclo de cada atividade, tempo total da operação, operadores necessários, sendo que o mais importante é permitir identificar as atividades que agregam valor, das que não agregam porém são necessárias, e as que não agregam valor e são desnecessárias. Essas são consideradas desperdícios e devem ser eliminadas.

2.4.2 Os Sete Desperdícios

Hines e Rich (1997), adicionam que o VSM possibilita identificar os 7 tipos de desperdícios, enquanto Liker e Meyer (2006), as explicitam em categorias: superprodução, espera, sobre processamento, estoque excessivo, *lead time* de processamento, movimentação desnecessária, defeitos e perda de tempo, talentos, ideias, melhorias.

Perini *et al.* (2016) sugere que as perdas não agregam valor ao produto e serviços devem ser eliminadas. Descrevem que o desperdício de superprodução está relacionado em produzir mais do que se necessita, ou produzir antes do prazo necessário. Sobre processamento, por sua vez refere-se a processos excessivos ou não executados da melhor forma. Estoques, por não agregar valor ao produto, são considerados perdas pois exigem gastos de armazenagem. Tempo de espera, de sua forma reflete a baixa utilização do sistema produtivo, enquanto perdas de movimentação desnecessária e transporte, são desperdícios por não agregar valor ao produto.

Portanto, percebemos que os desperdícios são de várias naturezas. Para Tyagi *et al.* (2015), as perdas provenientes de retrabalhos sem uma sequência apropriada, afetam a qualidade final do produto. Processos em que o *lead time* são longos, aumentam o tempo de espera, gerando custo. Os mesmos princípios de perdas ou desperdícios encontrados em processos de manufatura, também são vivenciados em outros processos como por exemplo o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), cujo principal elemento é a informação.

O tempo de desenvolvimento, que é o tempo que leva para disponibilizar um serviço ou produto ao mercado, *Time to Market (TtM)*, reflete a perda de oportunidade. Quanto menos tempo levar para desenvolver e lançar um produto, menor será a perda de oportunidade. Reduzindo-se o *lead time*, aumenta-se a vantagem competitiva e sucesso de uma empresa, conclui Tyagi *et al* (2015).

Ohno (1998) observa que deve haver respeito ao ser humano. Um sistema gerencial deve desenvolver o potencial e as habilidades do homem, liberando sua criatividade na melhoria da eficiência e busca pela eliminação de desperdícios. Ohno, prossegue dizendo que com a participação de todos, e com a eliminação dos desperdícios (custos), a produtividade tende a aumentar por um fator de 10 (dez) vezes.

Portanto, a utilização da ferramenta VSM, conforme referenciado por diversos autores, possibilita enxergar de forma clara e sucinta os processos de uma empresa e visualizar

seus gargalos. Em posse desse conhecimento, atuar nas melhorias se torna imprescindível.

É ilustrado, pela figura 1, o mapeamento de um fluxo de valor, onde o gargalo principal encontra-se no processo final de montagem de baterias.

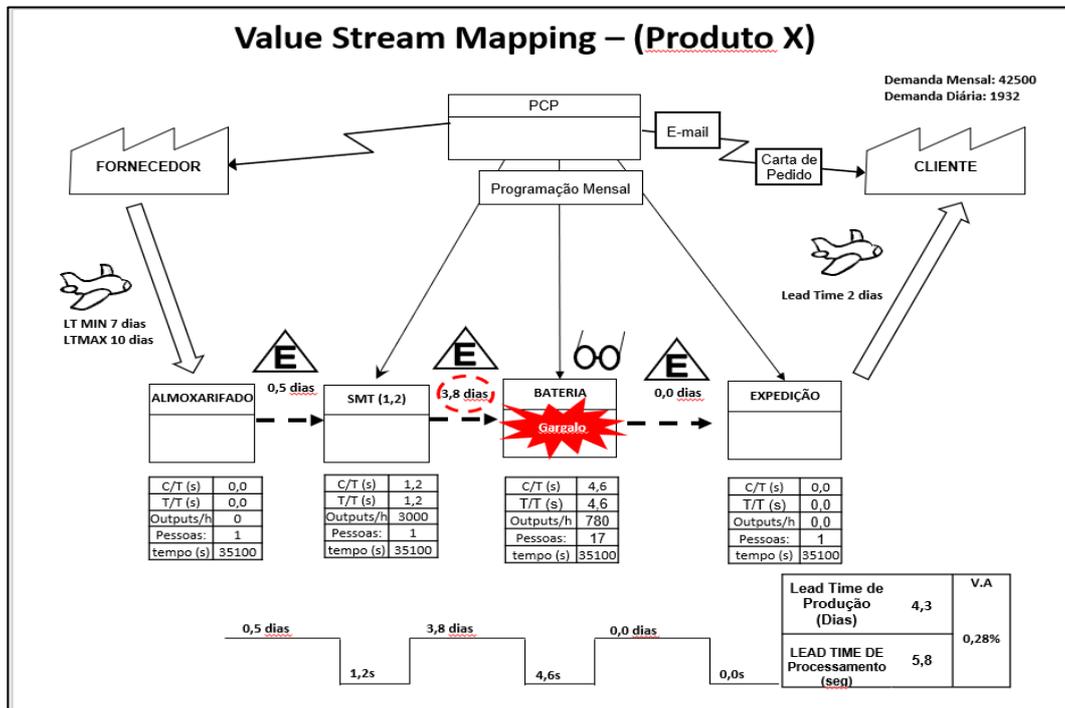


Figura 1: Mapeamento do Fluxo de Valor - Fonte: o próprio autor

2.4.3 Experimentos de Melhoria Rápida (RIE)

De acordo com Sankoff *et al.* (2013), os eventos RIE são bem estruturados por iniciarem com um planejamento definindo o escopo e recursos do projeto, e seus objetivos. Estes eventos acontecem durante um período de 3 a 4 dias, sendo que um resumo da evolução é apresentado diariamente ao final de cada expediente, e ao termino do evento, a apresentação dos resultados são feitas.

Estes eventos são conduzidos por um facilitador que auxilia a equipa no mapeamento do fluxo do processo que se pretende melhorar. Esta equipa após o mapeamento, oferece sugestões de melhoria em sessões de brainstorming, e posteriormente vão ao piso para testar suas ideias. É criado um plano de trabalho para executar as ações geradas no brainstorming, sendo que a aplicação se dá na prática, testando e aprovando. O processo

finaliza a cada dia com uma reunião da apresentação do que foi conquistado e quais serão os próximos passos. Este ciclo se perpetua até o término do projeto.

O RIE focaliza as energias de várias pessoas e pode ser usado para desenvolver processos novos e radicais mais rapidamente. Sankoff *et al.* (2013) dizem que existem nove fases para a condução do RIE. São elas: a razão do projeto, avaliar o estado atual, projetar o estado futuro, análise das lacunas, abordagens das soluções, experimentação rápida, plano de término, estado confirmado e introspecção (*insights*).

A metodologia RIE possibilita a colaboração entre grupos multidisciplinares e são mais bem-sucedidos quando os membros das equipas têm interesse pessoal nas melhorias e quando existe um processo de acompanhamentos adequado sobre as melhorias propostas. Normalmente a equipa é formada por 7 a 9 membros, que incluem o facilitador e o dono do processo. Para obterem mais respaldo, cada equipa tem um padrinho executivo que trabalha em conjunto com o líder da equipa e o dono do processo, para rascunhar as razões do projeto, o estado atual, o estado almejado, e as métricas. Posteriormente, o executivo acompanha os resultados para assegurar que todos atenderam os objetivos iniciais. Pode ser incluído no grupo um facilitador do *lean* e também consultores quando necessários.

Ao conduzir um evento RIE, as ferramentas *lean* devem ser escolhidas a dedo dependendo do segmento e do problema a ser solucionado. Apesar do evento RIE durar poucos dias, leva mais tempo para que o processo novo permeie a cultura da empresa. A falta de padronização do novo processo pode pôr tudo a perder e frustrar o ritmo imposto pela equipa participante do evento RIE (Sankoff *et al.*, 2013).

Merlino *et al.* (2015) relatam uma história no setor hospitalar onde se adotou a prática do RIE. O hospital, estava sujeito a fechar a unidade e migrar para outra região caso não melhorasse sua situação. Foi escolhido o processo de contratação de funcionários, que levava até 30 dias de duração para a contratação efetiva. Este prazo caiu para apenas 5 dias. A metodologia permitiu conduzir experiências para testar a eficácia das sugestões, e após confirmado as melhorias, novos padrões de trabalho foram definidos.

Na Duracell também não foi diferente. Em sua fábrica LaGrange, situado na Georgia EUA, James (2006) relata que a definição dos padrões de trabalho foi fundamental para a empresa manter as melhorias resultantes dos eventos RIE. Esta unidade se predispôs a conduzir entre 4 a 6 eventos RIE por mês para engajar sua força de trabalho. Ao longo da

jornada de 5 anos, a produtividade aumentou em 60%, os acidentes e trabalho caíram de 2 para 0,5 ao ano e o custo da mão de obra caiu 55% em relação a 2001.

Segundo Kimsey (2010), uma aplicação de RIE em um hospital foi a criação de eventos de uma semana para mudar radicalmente processos atuais em curto espaço de tempo. A autora afirma que deve se percorrer o piso (*gemba*) e conversar com aqueles que executam o trabalho. Normalmente os líderes tradicionais lideram de suas cadeiras dos seus escritórios. Porém em organizações enxutas, os líderes devem liderar no piso aproximando-os de suas equipes. Reforça ela que os líderes não devem entrar em um problema com preconceções e serem tendenciosos. Devem entrar de forma aberta para aprender junto com a equipe em como resolver problemas.

Wolf *et al.* (2013) relata outra experiência bem-sucedida em hospital americano cujo objetivo era reduzir a incidência de quedas de pacientes em suas dependências. A queda de pacientes em hospitais é o evento negativo que ocorre com maior frequência e é a causa principal de morte e lesões em adultos com mais de 65 anos. Para solucionar essa questão, o hospital utilizou a abordagem do RIE por ser um processo sistemático e baseado em dados. Fizeram um evento de 3 dias para desenvolver padrões de trabalho (*standard work*) para diversos subprocessos. Importante destacar que a alta administração participava e apoiava as decisões e reviam os resultados diariamente nas apresentações. No hospital, foram designados multiplicadores para os treinamentos e alinhado com os fornecedores a importância e colaboração deles para a redução das quedas. Ou seja, todos trabalhando com a mesma visão e foco.

2.4.4 Autonomia

A autonomia na visão de Ohno (1998), é a utilização de máquinas que são autossuficientes na produção e são capazes de identificar problemas e de parar o processo quando os mesmos ocorrem. Elas são equipadas com sensores e dispositivos diversos de segurança para permitir seu auto desligamento.

A intervenção do operador é somente necessária quando a máquina para, e não durante a sua operação. Isso permite que o mesmo operador gerencie diversas máquinas simultaneamente. Para Ohno (1998) a chave é dar inteligência humana à máquina. A autonomia permite a eliminação da produção acima do necessário e reduz defeitos, permitindo eficiência e redução de custos.

Frison (2015) diz que a automação permite construir a qualidade dentro do processo pois máquinas inteligentes conseguem identificar as peças fora do padrão e parar o processo, reduzindo os defeitos. Já Cardoso (2017) indica que a integração de processos computacionais às redes de comunicação de dados e com processos físicos, foi expandido pelo barateamento dos sistemas cibernéticos. Cada máquina e equipamento, interligado à rede sem fio ou na “nuvem” pode se comunicar em tempo real, fornecendo inúmeros dados para análise e tomada de decisão.

A automação exige máquinas inteligentes com bons controladores cibernéticos instalados. A coleta destes dados permite aprimorar a metodologia de desenvolvimento de produtos por apoiar a especificação, modelagem e análise de problemas; também auxilia na gestão da complexidade produtiva; e possibilita a validação e verificação dos processos, finaliza Cardoso (2017).

Herzog e Tonchia (2014) reforçam que a automação visa produzir apenas o que é necessário quando necessário, e na quantidade necessária. Com máquinas capazes de reconhecer se a produção na etapa subsequente parou, e se a sua própria produção está fora dos parâmetros, as mesmas autonomamente param de produzir.

Os conceitos de automação estão ligados ao conceito de fábrica inteligente também chamada de *smart factory*. Neste tipo de fábrica, Diez *et al.* (2015) relatam que as informações precisam ser processadas para se transformar em conhecimento que agrega valor. A troca de informações entre máquinas e o ambiente é amplificada e aprofundada. No gerenciamento do piso de forma *lean*, as automações de tarefas repetitivas devem ser feitas por máquinas. Murayama *et al* (2017) relata ganhos de produtividade ao inserir equipamentos com aplicações autônomas em linhas de baterias de celulares.

Leonard (2015) por sua vez, indica que para manufaturas de baixo volume, é importante poder produzir produtos rapidamente e com baixo custo. Para que isso ocorra, é fundamental conectar todos os elementos da cadeia de valor com sistemas físico cibernéticos (CPS), tanto na questão física como ao ambiente de comunicação e informação; do recebimento do pedido, ao desenvolvimento do produto, passando por sua customização na produção, e terminando na entrega do mesmo.

É necessário ter uma convergência entre o piso da fábrica, ou nível tecnológico operacional, com as plataformas autônomas de informática, nível tecnológico e informação. Originalmente montadas em plataformas separadas, o nível técnico operacional está adotando tecnologias de IT para melhorar os controles e comunicação.

Com isso, os níveis de automação no piso deverão aumentar, exigindo maior confiabilidade dos sistemas de informação. Veremos um crescimento nas instalações de nodes *Ethernet* com ligações mais inteligentes tornando a fábrica e seus equipamentos mais autônomos, finaliza Leonard (2015).

Sanders *et al.* (2016) sugere que ao aplicar sistemas avançados de informação e comunicação na manufatura, o ambiente fabril como um todo se torna inteligente, o que facilita a customização em massa. O *lean automation* é a aplicação da robótica com tecnologias de automação.

Além do pilar JIT, a automação é um dos princípios do TPS, proposto por Taichii Ohno em 1988. As máquinas autônomas são programadas para serem mais cientes delas mesmas e executar verificações rotineiras.

A integração dos dados das máquinas com dados do sistema de informações gerenciais da empresa, sensores e algoritmos preditivos criam o cenário onde uma máquina quando quebra, envia avisos para as equipas de manutenção. As máquinas fazem um autodiagnostico, auxiliando na correção do problema, conclui Sanders *et al.* (2016).

2.4.5 KATA

A única vantagem competitiva sustentável para as empresas hoje é a inovação contínua, em um ritmo mais rápido que os seus concorrentes. Toivonen (2015) afirma que isso requer uma abordagem sistêmica e o engajamento das equipas em todos os níveis hierárquicos da empresa.

Ele menciona que o Kata da Toyota é um bem-sucedido método holístico de melhoria contínua, que contem padrões de processos e de comportamentos que devem estar alinhados com as estratégias da empresa. É uma abordagem simples e replicável.

Toivonen (2015) diz que o Kata Toyota foca muito em melhorias incrementais, e deixa um pouco de lado as melhorias inovadoras significativas, estas que estabelecem um novo padrão (*breakthrough*). De forma geral, o Kata é uma série de rotinas estruturadas que é treinada conscientemente para desenvolver novas habilidades e formar hábitos.

Toivonen (2015) enumera o Kata da Toyota em quatro fases: visão, desafio, Kata de melhoria e o kata de aconselhamento.

Contribui Sagalovski (2015) dizendo que o Kata de melhoria foca a implementação de uma rotina para que o desempenho seja realçado. É identificado uma área para melhoria, as equipas e seus líderes definem as ações necessárias, efetuam experimentações e

implementam as mudanças. Depois treinam muito até que estas melhorias façam parte natural do seu dia a dia.

Soltero (2011) acrescenta que o Kata deve ser continuamente aplicado pois irá desenvolver melhorias nos níveis mais básicos da empresa e condicionar os praticantes a aceitarem as mudanças decorrentes da aplicação da disciplina. Utilizar esta técnica repetitivamente fará com que os praticantes e o sistema fiquem mais adaptáveis. O autor alude que o Kata é o famoso PDCA com algumas pequenas adições de agarrar a situação e refletir sobre ela e o processo de melhoria conduzido.

Merguerian *et al.* (2015) afirma que o Kata envolve a prática de um padrão até que o mesmo se torne um comportamento rotineiro. É o comportamento rotineiro de efetuar pequenas mudanças interativas pelos funcionários que gerará grandes resultados ao longo do tempo.

Já no Kata de *Coaching*, o líder ou supervisor da equipa deve atuar mais como mentor do que como solucionador de problemas. O objetivo em si é o de ajudar o aprendiz a criar um modelo mental científico que o ajudará a administrar desafios mais complexos, sem muito desconforto. Ortiz e Liker (2017) afirmam que a filosofia do Kata que é uma rotina de treinos, deve ser encarada como um método, ou caminho, e não como o fim proposto. O objetivo é o de ajudar o aprendiz a criar um modelo mental científico que o ajudará a administrar desafios complexos sem desconforto.

Soltero (2011) reforça que é importante definir os *coaches* pois eles devem se incumbir de ajudar no autodesenvolvimento das pessoas que estão solucionando os problemas. Eles não devem sugerir ações e nem apontar as soluções. Os conselheiros devem focar sua energia para facilitar a viagem de autodescobrimento e amadurecimento dos funcionários.

A principal missão do *coach* é a de ensinar o funcionário a desaprender, pois as pessoas tendem a achar a solução rapidamente para se livrar dos problemas. Dentro desse prisma, o *coach* deve ensinar que não existem atalhos. Deve-se procurar a solução utilizando uma abordagem estruturada e reforçar que a paciência é a atitude mais valorizada durante o processo.

Para desenvolver a habilidade de aprendizagem, os erros, treinamento, aperfeiçoamento, e paciência são fundamentais. Por fim, Soltero (2011) diz que existem regras para seguir o Kata de *Coaching*, e o primeiro passo é a utilização de um cartão Kata que define como o processo deve ser seguido.

Outro princípio é o de investir 15 minutos por dia, todos os dias na atividade de aconselhamento. Com esse processo, o *coach* assegura que haverá consistência e persistência em seu método de influenciar os funcionários. Toivonen (2015) contribui afirmando que os conselheiros ajudam os funcionários a aprender a pensar.

Jusko (2015) relata que a prática do Kata é uma forma de manter viva a cultura de melhoria contínua nas empresas. O KATA não tem início nem fim. É uma jornada para encontrar uma melhoria contínua diariamente. Em contrapartida, os eventos *kaizens* e VSM tem início meio e fim. Esse é a comportamento que se busca desenvolver nos funcionários, corrobora Toivonen (2015).

O Kata é a parte menos visível da filosofia *lean*, mas é a mais importante para a longevidade do programa. Muitas experiências da implementação do *lean* começam com grandes sonhos, bons resultados iniciais, mas depois acabam escorregando, por não ter uma cultura de melhoria enraizada, gerando descontentamento, e perda de credibilidade com o programa, finaliza Jusko (2015).

2.4.6 Obeya Room

O termo *Pit Stop*, provém de um evento das corridas de formula 1 ou de *Stock Car*. Muitas vezes a diferença entre a derrota e o sucesso é justamente o que acontece nessa área de troca rápida. Uma equipa composta por 12 a 15 mecânicos, fica à postos aguardando o carro de corrida chegar para efetuar 4 trocas de pneus, abastecer combustível, por vezes trocar os aerofólios, limpar a viseira do piloto, entre outras coisas, em um espaço de 4 a 6 segundos.

O tempo é curto e pode definir o vencedor da corrida. Entretanto, a preparação é longa e árdua. Treinar a equipa a atingir a excelência operacional exige dedicação, foco, trabalho em equipa, ferramentas adequadas, um processo bem definido, liderança ativa, e um ambiente propício.

Neste capítulo, já foi apresentado a ferramenta de rápidas melhorias, *RIE*, que visa implementações rápidas de uma ideia, após experimentações. Agora veremos que um ambiente propício também pode proporcionar melhorias e trabalho em equipa. A analogia de trocas rápidas vistas no *Pit Stop*, é feita com o RIE (já vistos) e o conceito *Obeya* – sala grande.

Obeya significa sala grande em japonês, e fomenta um ambiente de colaboração e de resolução de problemas, afirma Jusko (2016b). A “sala grande” pode lembrar uma sala

de comando de um navio, uma sala de guerra, ou até mesmo o cérebro humano. A analogia indica que a sala é um espaço dedicado_ onde deve se investir tempo para coordenar atividades e resolver problemas.

Nesta sala, há muito apoio de gestão visual contendo dados de produção, projetos, e os problemas a serem resolvidos. Há material didático sobre boas práticas do *lean* e dicas de comportamento. Por permitir um ambiente de colaboração, soluções mais rápidas e efetivas são atingidas. Sua comparação ao cérebro humano se dá pois nesta sala as informações são compiladas, sintetizadas, digeridas, analisadas e priorizadas, para tomada de decisões, finaliza Jusko (2016b).

Beitinger (2012) por sua vez, relata que para se ter uma boa implementação da cultura *lean*, diversos passos devem ser tomados, como rever o ambiente de trabalho e satisfação dos funcionários; executar uma comunicação efetiva, engajadora e clara; promover participação e motivação das equipas.

Ele reforça que a comunicação deve ser favorecida e que paredes devem ser desmanchadas. Deve-se criar uma sala *Obeya*, que reduz a formalidade e burocracia da empresa. Beintiger (2012) continua dizendo que mudanças nos ambientes ajuda a estabelecer novos conceitos e requer gestão das emoções de forma mais acentuada.

Até a Toyota, criadora do sistema de produção e precursora da filosofia *lean* teve que se reinventar para reverter prejuízos sofridos durante a crise imobiliária americana em 2008-2009. Ela conseguiu isso desafiando suas equipas a otimizarem os processos.

De acordo com Maynard (2009), a fábrica onde ele trabalha em Woodstock nos Estados Unidos, foi incumbida de reduzir custos na casa dos \$100 milhões de dólares. A equipa gerencial e suas equipas utilizaram a sala *Obeya*, em estilo sala de comando de guerra para exponenciar ideias. Os objetivos foram conquistados pois a sala permitiu aproximar pessoas para resolver problemas, atualizar planos de ação em tempo real, fortalecer equipas e mostrar liderança.

Ideias que surgiram no *Obeya* foram desde o nível operacional como optar pela contratação de um serviço de confecção de uma linha de esteiras para levar peças a um custo de \$16,000, ou apoiar que seus próprios funcionários desenvolvessem um sistema similar por \$700.

Maynard (2009) continua dizendo que houve mudanças em tudo, desde as concessionárias, alta direção, e em todos os processos da empresa. O senso de urgência fez com que todos os setores se apoiassem mutuamente. Até a terminologia entre vendas

e manufatura mudou, sendo que antes a frase era “se vocês podem produzir os carros, então nós os venderemos” e passou para “se nós conseguirmos vendê-los, então vocês os produzirão”. Se não fosse o *Obeya* unindo as pessoas para um senso comum, as metas não teriam sido alcançadas.

Flinchbaugh (2016a) contribui dizendo que não é o tamanho da sala que importa, e sim sua transparência. O nome *Obeya* parece mágico e a confecção visual da sala é marcante. O conteúdo disponibilizado deve ser utilizado pelas pessoas. O ponto é ter as informações suficientes para resolver os problemas e estar próximo daqueles que irão trabalhar as soluções.

O *obeya* deve ajudar a eliminar redundância, especialmente no gerenciamento. É melhor descartar as apresentações em *PowerPoint* e migrar para desenhar as melhorias, em tempo real nos quadros.

Os clientes do *obeya* são justamente aqueles que estão executando os trabalhos. A sala deve fornecer transparência na gestão, no direcionamento, no progresso, e nos resultados. Não existe transparência se cada departamento usar sua fonte distinta de informação. No final das contas, a própria transparência é o maior cliente finaliza Flinchbaugh (2016a).

Jusko (2016b) cita um exemplo de uma sala *obeya* na fábrica da Timken Shiloh na Carolina do Norte. No meio da fábrica, uma antiga sala de treinamento, foi convertida para servir como o comando geral da fábrica, onde qualquer colaborador pudesse chegar entre 3 a 5 minutos andando.

A sala foi apelidada de centro de adrenalina pois o foco era de resolver os problemas diariamente e de forma urgente. Diz Jusko (2016b) que deve haver energia para atuar continuamente com um senso crítico e de urgência para não deixar nenhum cliente interno aguardando. Nesta fábrica, os líderes se reúnem 3 vezes ao dia durante 15 minutos para analisar o status da produção e tomar as decisões necessárias para corrigir algo que esteja desviando da meta.

Existe um engajamento muito grande entre as equipas desde o apontamento dos resultados hora a hora, como também na resolução dos desvios. A forma da comunicação gera um ambiente de aconselhamento, pensamento, e de ajuda mutua.

Na Toyota, o *obeya* também é uma marca. Lá a metodologia almeja fazer com que todos entrem no ritmo, na mesma direção, sem barreiras ou silos. Nas salas *obeya*, os gerentes lideram as reuniões. Muitas das informações são atualizadas manualmente em gráficos e

em tempo real, e é aceitável acrescentar dados no gráfico de outra pessoa, pois a informação poderá ajudar a melhorar o processo.

Para se usar uma referência do mundo esportivo, o conceito *Obeya* – neste caso local, e o *RIE*, rápidos eventos de melhoria, se assemelham muito com o princípio do *Pit Stop* utilizado nas corridas de formula 1. Estes elementos exigem trabalho em equipa, definição claras das responsabilidades de cada membro da equipa, fortalecimento da comunicação entre os envolvidos, aprimoramento do foco no cliente e no objetivo final, enquanto almejam a execução das atividades da forma mais rápida e efetiva possível.

2.5 Estratégia de implementação *Lean*

O *lean* deve ser encarado como uma jornada e poderá levar anos para que toda a sua filosofia faça parte da essência da empresa. Será ainda mais desafiador mantê-lo vivo e seus conceitos praticados continuamente. Flinchbaugh (2015) diz que o *lean* começa através de iniciativas e estas não duram para sempre. Portanto deve-se integrar o *lean* a cada parafuso, a cada processo de uma organização. Não se deve ter um plano para o *lean*, e sim assegurar que seja integrado aos Planos de Negócio e Estratégias da Empresa.

2.5.1 Visão e equipa

Sagalovski (2015) contribui dizendo que para que o *lean* floresça naturalmente em uma organização, esta deve ter um processo para disseminar seus objetivos e visão, além de apoiar suas equipas com recursos e oferecer autonomia para as mesmas. Para acompanhar o desempenho, revisões dos indicadores devem ocorrer em todos os níveis, e a gestão de conflitos deve ser eficaz. Os líderes devem atuar como conselheiros e apoiar suas equipas.

Para Sagalovski (2015), com a utilização do VSM, as equipas e a empresa terão uma visão do todo, entenderão os relacionamentos entre as partes e poderão realmente entender que sem coesão, repercussão, e autonomia, as atividades e a estratégia não gerarão os resultados esperados.

James (2006) utiliza o livro *Liderando a mudança*, escrito por John P. Kotter para recomendar os passos necessários para a implementação de uma estratégia enxuta. Esses passos são o de criar um sentimento de urgência; criar um grupo de liderança; criar a visão e comunicá-la; planejar rápidos e bem-sucedidos eventos para gerar resultados; celebrar as conquistas, e consolidar as melhorias padronizando-as.

Cuidados oferecidos por James (2006) ao adotar uma estratégia de implementação são os de somente disseminar as estratégias quando for aplicá-las; de assegurar que os líderes tenham tempo suficiente para andar no piso e conversar com seus funcionários; e de exigir que sejam feitas as padronizações do trabalho.

Podemos então inferir pela literatura existente, que para definir uma estratégia de implementação do *lean*, uma empresa precisa ter sua Visão e Missão definida; deve assegurar que existe estratégias de negócios amplamente difundida pela organização seguindo os conceitos *Hoshin Karin*, propostos por Sagalovski (2015) onde a divulgação da política e padrões da empresa sejam cascadeadas a todos os níveis. Minter (2010) adiciona que é importante assegurar que a disseminação da política e estratégia sejam bem-feitas.

Em seguida, deve se criar um comitê composto por uma liderança engajada com a filosofia onde os participantes sejam competentes e tenham paixão em ajudar outras pessoas, complementa Flinchbaugh (2016b).

Flinchbaugh (2015) continua dizendo que o mais importante é promover comportamentos enxutos ao invés de contratar talentos *lean*. Diz ele que é necessário ter pessoas com experiência e conhecimento na filosofia, porém com o passar do tempo, os comportamentos são os que mantêm o sistema vivo.

Posteriormente, de acordo com Sagalovski (2015), utiliza-se o *VSM*, para facilitar a identificação das áreas a serem melhoradas e também para definir o estado futuro, identificando as ações necessárias para torná-lo real complementa.

A capacitação das equipes é outro passo fundamental, e deve incluir o desenvolvimento de líderes conselheiros. Minter (2010) adiciona que as utilizações de indicadores de desempenho são fundamentais para apoiar a jornada. Normalmente as pessoas se preocupam com aquilo que é medido e, portanto, se esforçam mais. Os indicadores criam padrões de comportamento.

2.5.2 Capacitação

Por definição, uma organização enxuta, é uma organização que aprende a aprender e a disseminar conhecimento. O aprendizado é feito através da prática e quanto mais praticar melhor será o conhecimento adquirido. Atletas, pianistas, e qualquer profissional deve treinar para executar melhor suas profissões. Neste mesmo conceito, as fábricas devem aplicar os conceitos do *Lean* para aprenderem (Jusko 2016a).

A capacitação dos funcionários pode ser feita de diversas formas, desde métodos tradicionais de ensino em sala de aula, como em ambientes fabris, colocando a mão na massa. É crucial para uma organização possuir uma estratégia definida de capacitação de seus funcionários para melhor atuar em seus segmentos.

Cardoso *et al.* (2010) dissertam sobre como a aprendizagem baseado em projetos pode desenvolver e fortalecer o conhecimento de alunos ao aplicar modelos de desenvolvimento que buscam aproximar a teoria da prática, estimulando a motivação.

Eles propõem uma metodologia de aprendizagem baseados em projetos, onde os alunos se organizam, utilizam os princípios do gerenciamento de projetos, formam equipas, distribuem as tarefas entre os membros, revisam periodicamente a evolução dos trabalhos e desenvolvem soluções reais.

Aplicar o conhecimento teórico na prática, ou em projetos reais, aprofunda a absorção de conhecimento. Ao trabalhar dentro de um contexto real, aplicar ferramentas como a gestão de projetos, se torna imprescindível para aprender a resolver problemas técnicos, de comunicação, de requisitos mal definidos, prazos e verba exíguos que normalmente são encontrados no dia a dia das empresas, conclui Cardoso *et al.* (2010).

Contribuindo, Da Silva *et al.* (2010) nos diz que a abordagem de ensino baseado em projetos, motiva os alunos, por estimular o desenvolvimento de competências, aprimorando o trabalho em equipa, a tomada de decisões e a liderança.

Ferramentas como o SCRUM, *Program Management Body of Knowledge (PMBoK)* e gestão visual são utilizados. Importante destacar que o desdobramento de projetos em subpartes, facilita sua realização. Ao definir etapas menores, fica mais fácil sua administração e os projetos terão mais chance de sucesso.

Da Silva *et al.* (2010) finaliza indicando que a metodologia de ensino por projetos desenvolve as competências transversais, tão importantes como a formação técnica. Nesta abordagem os alunos aprendem como se relacionar em ambientes que simulam a realidade encontrada nas empresas. Prazos, custos, dinâmica do trabalho, definição de metas, e o acompanhamento dos trabalhos são vivenciadas pelos alunos quando participam da metodologia de ensino baseado em projectos.

Cardoso *et al.* (2010) complementa dizendo que a metodologia permite aprender através de Problemas (*Problem-Based Learning*), ou através de questionamentos (*Enquiry-Based Learning*). O processo insere os alunos em contextos reais onde poderão fazer investigações e propor soluções para problemas reais.

Já Jusko (2016a) por sua vez, indica que cursos formais são importantes na capacitação dos funcionários. Esses cursos devem ser formais, robustos e ser oferecidos a todos. Começando pela integração de novos funcionários, os conceitos básicos do *Lean* são oferecidos, enquanto cursos de Liderança em *Lean* e *Kaizens* de Aprendizagem são conduzidos ao longo do ano.

Treinamento básicos ocorrem em sala de aula, durando 6 horas e abordam os temas referentes ao sistema produtivo, 5S, Gerenciamento Visual, Soluções de Problema, e *Kaizens*. Desde sua integração, funcionários aprendem sobre a forma de ser da empresa e o que será esperado deles.

Outros cursos que ocorrem no final de semana ajudam a aprofundar conhecimento sobre as ferramentas do *lean*. O objetivo em si não é a aprendizagem sobre as ferramentas, mas sim aprender como solucionar problemas, finaliza Jusko (2016a).

Soltero (2011) corrobora dizendo que aprendemos mais rapidamente através dos nossos erros e que para formar habilidades, atividades devem ser treinadas continuamente. Vimos anteriormente quão importante são os KATAs (repetição) para assegurar absorção de técnicas e métodos eficazes.

Abele *et al.* (2015) diz que devido a atual complexidade dos negócios, empresas precisam se adaptar rapidamente às condições do mercado, e isto depende diretamente da habilidade que seus funcionários, em todos os níveis hierárquicos, têm para atuarem de forma autônoma e criativa. Para isso, os métodos de ensino também devem ser atualizados para assegurar que o desenvolvimento ocorra em ambientes reais de manufatura.

Abele *et al.* (2015) se refere à fábrica que aprende. O conceito foi desenvolvido pela Universidade de Penn State, nos EUA em 1994. O método consiste em aplicar o conhecimento acadêmico em ambiente real, colocando a mão na massa, para adquirir experiência.

Estas fábricas fornecem cenários e contextos de produção realísticos, onde processos, ferramentas, sistemas, refletem situações reais da indústria. Conhecimentos técnicos como os relacionais são colocados à prova neste ambiente e podem ser utilizados para melhorar algum processo existente, ou criar algo novo.

Muitas empresas adotam a filosofia da fábrica que aprende para aumentar sua produtividade e melhorar sua competência. Diversos cursos e módulos do *lean*

manufacturing podem ser oferecidos desde o Entendimento Básico do *Lean*, Os Elementos Centrais do *Lean*, e a Cultura Enxuta finaliza Abele *et al.* (2015).

Portanto, vimos que existem várias formas de capacitação de pessoas, desde a formação de alunos inserindo-os em ambientes de aprendizagem em fábricas simuladas; passando por processos de integração formais e robustos; cursos continuados durante o ano para todos os níveis hierárquicos da empresa; treinamentos formais através do KATA de Aprendizagem, e o famoso conceito de pôr a mão na massa.

É importante para as empresas definir a sua metodologia, considerar seus recursos e contexto, e aplicar contínuo processo de treinamento e engajamento, desta forma perpetua-se o conceito de uma fábrica que aprende a aprender e a solucionar seus desafios.

3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Descreve-se neste capítulo, um pouco da história, da filosofia e dos processos da Inventus Power eletrônica do Brasil Ltda., local onde foi conduzido a pesquisa para a dissertação deste mestrado.

3.1 Identificação da Empresa

A Inventus Power, é a única produtora de sistemas de energia do mundo que integra e fornece baterias, carregadores portáteis, fontes de alimentação, e adaptadores, para os mercados varejista, comercial, médico-hospitalar, militar e governamental. Está localizado em 10 países em 4 continentes.

É uma empresa de grande porte, que agrega uma força de trabalho qualificada e especializada de 3 mil funcionários, possui 6 localidades de manufatura e 2 centros de desenvolvimento de produtos.

Fundada em 1960, com sede em Woodridge, Illinois, passou por uma série de aquisições e fusões até o presente e opera de forma responsável e destacável em seus mercados.

Sua unidade fabril localizada na cidade de Manaus, Amazonas, emprega 650 colaboradores que produzem produtos da mais alta qualidade e com custos competitivos. Estes produtos são destinados ao mercado nacional para as grandes marcas OEM existentes hoje.

3.2 Missão, visão e principais valores

A missão da Inventus Power é a de construir valor para a empresa, através de padrões de serviço, segurança, qualidade, confiabilidade, ética e inovação que superem as expectativas de seus clientes. A empresa busca soluções inovadoras através de parcerias e de uma equipa de colaboradores especialistas, que tem paixão pela tecnologia, design, fabricação e testes. Sua visão é a de ser a empresa de soluções de energia mais confiável, inovadora, e bem conhecida do mundo.

Os principais valores da empresa estão expressos na figura 2 sendo estes caráter sólido, orientação para trabalho em equipa, ser responsável, ter paixão pela inovação, estar orientado para os resultados, e focar a satisfação dos clientes.



Figura 2: Valores Principais - Fonte: o próprio autor

3.3 Principais clientes e fornecedores

Sendo uma empresa de grande porte, a Inventus Power possui mais de 70 OEMs (*Original Equipment Manufacturer*) em seu rol de clientes, cujo critérios de exigências estabelecem os padrões da indústria. Mais de 1400 modelos de produtos são comercializados pela empresa ao redor do mundo.

Na unidade fabril de Manaus, 150 diferentes modelos são vendidos anualmente para clientes situados na região amazônica e no Sul do país.

Sua base de fornecimento é complexa. 90% dos fornecedores fabricantes de insumos se localizam na Ásia. A logística de entrada se torna um referencial para assegurar o contínuo abastecimento das linhas de produção. Um *mix* de modais de transporte são utilizados: marítimo, aéreo, e "sea-air", sendo este uma mistura entre marítimo e aéreo.

É destaque para a empresa o fato de que a unidade de Manaus está entre as 2 melhores empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) no quesito liberação de carga aérea. 4.500 insumos diferentes são empregados nos vários modelos produzidos nesta unidade.

3.4 Descrição dos processos

Nesta seção são descritos os principais processos de manufatura da unidade fabril da Inventus Power em Manaus, sendo os processos de *surface mount technology (SMT)*, de inserção manual (IM), complementação, e os processos de testes. A Figura 3 abaixo

demonstra o fluxo em questão. Todos os produtos necessariamente passam por estas etapas e seguem um fluxo contínuo, puxado, no formato de peça a peça, ou *One Piece Flow*. São aplicados controles de processo, gerenciamento do piso fabril através do *Shop Floor Control SFC*, e verificação de qualidade por amostragem. Uma cultura de melhoria contínua é aplicada na empresa.



Figura 3: Etapas do Processo - Fonte: o próprio autor

3.4.1 Surface Mount Technology (SMT)

A primeira fase do processo produtivo consiste na montagem de placas de circuito impresso, onde componentes eletrônicos são montados diretamente sobre a superfície de uma placa. Este processo automatizado, permite a inserção de componentes em alto volume e velocidade, com extrema precisão. Uma linha de SMT tradicional é composta por:

- Modulo de Abastecimento e Remoção de placas (*Loader / Unloader*);
- Modulo Adesivadora (*Screen Printing*);
- Modulo SPI – (*Solder Paste Inspection*) – Inspeção da pasta de solda;
- Módulos de Montagem (*SMT Assembly*);
- Forno de Soldagem por Refluxo (*Reflow Soldering*);
- Módulo de Inspeção Ótica Automática (*AOI*).

Para monitorar uma linha de *SMT*, *softwares* são empregados para capturar diversas informações, como os insumos utilizados, a qualidade da inserção, o volume produzido e os níveis de rejeitos. Sistemas adicionais de controle do piso, como o *Shop Floor Control* são utilizados permitindo uma maior rastreabilidade dos lotes das placas e dos componentes empregados no produto.

A figura 4 ilustra os componentes básicos de uma linha padrão, sendo esta composta primariamente por uma adesivadora (*printer*), módulo de inspeção da pasta de solda, módulos de inserção manual, forno de refusão e inspeção ótica automática.

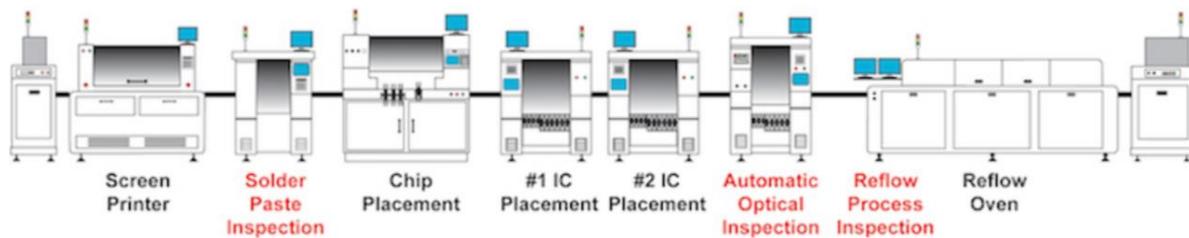


Figura 4: Componentes Básicos de uma Linha de SMT - Fonte: act-source.com

A unidade da Inventus Power Manaus, possui quatro linhas de SMT, contendo diferentes quantidades e configurações de módulos, e opera 2 turnos, 5 dias por semana. Os índices de 13 rejeitos por milhão de peças atingidos em 2016 atestam a qualidade do processo.

3.4.2 Inserção Manual (IM) e acabamento

A atividade de inserção manual de componentes eletrônicos é executada quando as características físicas dos insumos não permitem serem inseridos automaticamente nas máquinas de SMT ou de *pin thru hole technology (PTH)*.

Uma vez inseridos os componentes manualmente, as placas de circuito impresso passam por uma máquina onde receberão a aplicação de um fluxo de solda para formar a junta de solda entre a placa e os componentes. A figura 5 ilustra exemplos de máquinas de inserção manual e de solda.



Figura 5: Processo Manual e Máquina de Solda - Fonte: o próprio autor

Já no processo de Complementação, o produto recebe os insumos finais que só podem ser inseridos após a máquina de solda. Normalmente componentes como cabos, etiquetas, tampas superiores e inferiores, e molas são inseridas nesta etapa.

Na unidade de Manaus, a Inventus Power possui 16 linhas de acabamento para os diversos produtos que fabrica. As linhas são flexíveis, permitindo a montagem de diversos

modelos de produto em cada linha após efetuar a troca rápida dos dispositivos e dos equipamentos de testes.

Ao longo do processo, testes de funcionalidade e confiabilidade são executados, tema este que veremos no próximo capítulo.

3.4.3 Processo de testes

O processo de testes é uma das principais atividades executadas para atestar a qualidade do produto e é composta por inúmeras etapas. Apresenta-se na figura 6 o processo de testes mais complexo entre os existentes na fábrica de Manaus.



Figura 6: Equipamentos de Testes para Adaptadores - Fonte: o próprio autor

Os principais testes executados na linha de produção averigam se há erros de montagem e verificações de conformidades com as especificações. O *In-Circuit Test (ICT)* promove a verificação de componentes passivos (resistores e capacitores), polaridades dos diodos, junções dos circuitos integrados e se existe curtos ou circuitos em aberto nas placas. Já o *Initial test (IT)* e o *Power Test (PT)* verifica as funções elétricas como a voltagem de saída por carga recebida e especificações elétricas. A avaliação *Burn In* testa o produto com 100% de carga para averiguar se existem problemas de montagem, de soldabilidade ou confiabilidade de qualquer componente que gerem aquecimentos. O exame *HIPOT* mede o potencial de escape de voltagem entre a entrada principal e qualquer metal exposto, ou por circuitos mal isolados. O teste funcional *Power Function* é usado para confirmar as leituras das cargas, sua eficiência, consumo e saída. Por fim, o ensaio *Automatic Test Equipment (ATE)* são os equipamentos e softwares utilizados para confirmar várias especificações de clientes, entre eles o tempo de espera, combinação de cargas de saída, curtos, ação de ligar, ondulação, entre outros).

3.4.4 Processo de fabricação e composição dos produtos

A estrutura dos produtos manufaturados pela empresa, é composta por placas de circuito impresso e componentes eletrônicos, células de baterias de lítio prismáticas, cilíndricas ou de polímero. Componentes adicionais como pasta e fluxo de solda, silicone, tampas inferiores e superiores, etiquetas e cabos são adicionados ao longo do processo de acordo com a listagem de materiais.

O processo de fabricação segue o modelo de *build to order* ou produção sob encomenda, onde todo o desencadeamento de aquisição dos componentes e abertura da ordem de produção se faz somente após recebimento do pedido firme do cliente.

Os insumos são conferidos e inspecionados pela qualidade ao chegarem na fábrica e armazenados e pagos ao processo após abertura da ordem de produção. A empresa não utiliza o conceito de *Work In Process (WIP)*, sendo que após a conclusão da produção, todos os componentes remanescentes são contados, identificados, e devolvidos ao estoque, fechando assim o ciclo de controle contábil dos materiais.

As etapas do processo produtivo incluem produção em máquinas de inserção automática, inserção manual, soldagem por onda, complementação de componentes mecânicos, testes e embalagem. O processo é monitorado e controlado através de um sistema integrado de controle do piso *Shop Floor Control (SFC)*.

A estrutura humana é composta por auxiliar de produção, operador de produção, reserva, líder, supervisor por área, e coordenador de produção. Equipas de apoio da qualidade, como inspetores de processo e do produto acabado, como também da engenharia como técnicos de processo, de reparo, e engenheiros de testes, apoiam a produção.

3.4.5 Layout da Fábrica

A fábrica foi comprada e construída em 2007. É composta por dois módulos, o primeiro sendo o prédio principal tendo 7,095 m² de área, composto pelo almoxarifado, área produtiva, restaurante, áreas de manutenção, e o mezanino onde situam se os escritórios. O segundo módulo, de 250 m² serve como área de lazer para os funcionários e contem área de jogos e espaço de descanso. Vemos na figura 7 o *layout* do prédio principal.

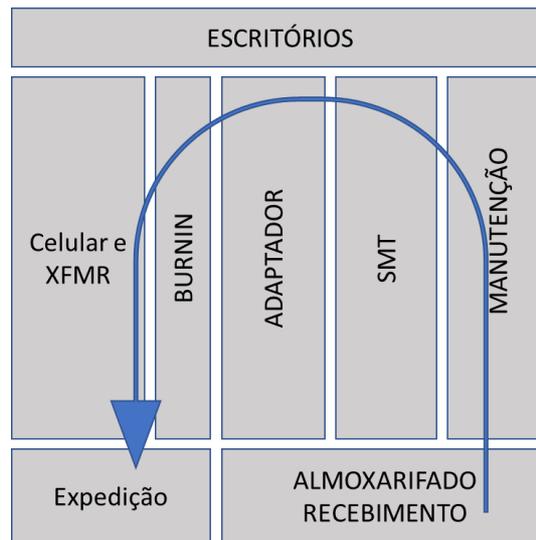


Figura 7: *Layout Fabril* – Fonte: o próprio autor

O fluxo de material segue em sentido anti-horário, saindo do almoxarifado, localizado na parte inferior direito da figura 7 e faz um grande *loop* em U pela fábrica, seguindo em direção aos escritórios, parte central acima e posteriormente retorna ao estoque como produto acabado.

Localizado na parte esquerda encontram-se as linhas de baterias e transformadores, separados pela área central onde estão as câmaras de aquecimento. Do lado oposto, a direita, encontram-se as linhas de adaptadores, de inserção automática e a área de pré-forma de componentes.

4. METODOLOGIA

Descreve-se neste capítulo a abordagem metodológica, compreendendo os métodos e processos utilizados ao longo do projeto, demarcando a matriz metodológica adotada e as características do processo onde houve a intervenção.

4.1 Metodologia Aplicada

Neste projeto foi utilizada a metodologia Investigação-Ação. De acordo com Coutinho *et al.* (2009) a investigação-ação pode ser descrita como um conjunto de métodos de investigação que incluem simultaneamente ação (mudança) e investigação (compreensão), com base em um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e pensamento crítico. A cada ciclo posterior são aperfeiçoados os métodos, analisados os dados e interpretado os fatos à luz da experiência (conhecimento) obtida no ciclo anterior. Para tanto foram usadas técnicas baseadas em conversação e entrevistas, centradas na perspectiva dos participantes do centro de fomento de ideias e também a análise de documentos oficiais da empresa.

4.2 Matriz Metodológica

A tabela 1 apresenta a matriz metodológica usada neste estudo:

Tabela 1: Matriz Metodológica

Abordagem	Qualitativa
Tipo de Estudo	Descritivo
Classificação	Investigação-ação
Instrumentos de Coleta de Dados	Observações, entrevistas e documentos oficiais
Universo	Fábrica da Inventus Power em Manaus

Fonte: o próprio autor

4.3 Fundamentação

O processo geral deste trabalho se caracteriza com uma abordagem qualitativa. O tipo de estudo é o descritivo, e sua classificação é o da Investigação-Ação. Os instrumentos de coleta de dados se concentraram em conversas e entrevistas centradas na perspectiva dos participantes do centro de fomento de ideias e também na análise de documentos oficiais da empresa.

De acordo com Coutinho *et al.* (2009) a investigação-ação pode ser descrita como um conjunto de métodos de investigação que incluem simultaneamente ação (mudança) e investigação (compreensão), com base em um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e pensamento crítico, e em que nos ciclos posteriores são aperfeiçoados os métodos, os dados e a interpretação feita à luz da experiência (conhecimento) obtida no ciclo anterior.

Perovano (2016) indica que esta metodologia visa diagnosticar um problema em uma situação específica a fim de se obter um resultado prático. O uso desta técnica visa a resolução de problemas onde o pesquisador e os sujeitos da pesquisa estão envolvidos de maneira coletiva. Este enfoque provoca transformações onde não somente os problemas são resolvidos, mas porque o contexto geral é melhorado através do envolvimento das pessoas.

Saunders *et al.* (2009) adiciona que na metodologia investigação-ação, o pesquisador, como também os participantes da organização em que o estudo está sendo elaborado, tem interesse genuíno por se tratar de assuntos que os envolvem diariamente. Isso faz com que ocorra um engajamento maior entre os participantes.

Em estudos descritivos, Saunders *et al.* (2009) afirmam que é importante ter uma visão clara do contexto que se pretende estudar antes de coletar os dados. Os autores citam que se deve tomar cuidado para não sobrecarregar o estudo com detalhes excessivos, e que é sugerido tirar conclusões destes dados. Cita os autores que é importante desenvolver habilidades em avaliar dados e sintetizar ideias.

Já Perovano (2016) adiciona que em estudos descritivos o foco é especificar as propriedades, as características e os perfis das pessoas, populações e fenômenos sociais ou físicos. O pesquisador faz a definição das características de cada variável, mas não realiza o cruzamento entre elas. Restringe-se apenas ao relato descritivo dos atributos e das características. A descrição do contexto se torna relevante e o processo todo sumariza se na pessoa-processo-contexto-tempo.

De acordo com Perovano (2016), pesquisas qualitativas podem empregar diferentes posturas e métodos como entrevistas, questionários, observações e grupos focais. A intenção é obter um panorama amplo, integrado, profundo e intenso do conteúdo e do contexto da investigação.

Em pesquisas qualitativas, Saunders *et al.* (2009) afirma que fotos e vídeo clips são formas aceitáveis de capturar dados e informações pois com uso destas técnicas de coleta e categorização de dados permite a interpretação e análise dos dados de natureza não numérica.

Os instrumentos de coleta de dados primários utilizados foram entrevistas, observações qualitativas, dados quantitativos e documentos oficiais da empresa. Perovano (2016) afirma que esses instrumentos são elaborados com base em variáveis na pergunta ou hipótese da pesquisa, e quando necessitamos compreender ou entender determinado fenômeno.

A pergunta chave desta pesquisa é avaliar o impacto que um centro de fomento de melhorias, denominado de *Lean Pit Stop*, pode ter no fortalecimento do processo de geração de valor numa empresa do setor elétrico e eletrônico.

4.4 Universo da pesquisa

O estudo foi conduzido na unidade fabril da Inventus Power em Manaus. Esta empresa produz produtos eletrônicos, como baterias para celulares e para notebooks, fontes de alimentação, carregadores e adaptadores para diversas aplicações, e placas de *Wi-fi*.

Esta unidade trabalha em dois turnos de 8 horas e 40 minutos e é composta por 600 colaboradores; destes, 460 são mão de obra direta e 140 são distribuídos nos diversos departamentos da empresa.

O objeto desta pesquisa centrou-se, primariamente, nas atividades operacionais da produção com foco nos colaboradores diretos, para engajá-los a contribuir com ideias de melhorias para suas áreas. Posteriormente, o contexto da pesquisa foi ampliado para as demais áreas ao envolvê-los no processo de sugestões de melhorias.

5. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

5.1 Estratégia de implementação

O projeto Lean Pit Stop foi concebido para melhorar o desempenho operacional e se baseou em duas macros abordagens. A primeira consistia em uma definição *Top-Down*, ou seja, de cima para baixo, onde a alta administração selecionava a área a ser melhorada e utilizava o VSM como ferramenta principal. As equipes eram alocadas para estudar o fluxo, identificar melhorias, e implementá-las.

Já a segunda forma consistia em uma abordagem mais participativa e envolvente, sendo que as sugestões de melhorias deveriam vir do piso para cima, ou seja, sendo gerados pelos operadores e pelas equipes operacionais ao identificarem as oportunidades.

Na solução proposta, ficou sob a responsabilidade da diretoria operacional a definição do escopo do programa, suas estratégias macro e os indicadores de desempenho que seriam monitorados. Este setor promoveu a alocação de verba, a formação das equipes e a identificação da área da inserção automática e de uma linha de adaptadores onde seriam aplicados os VSM. Após isso, foi criado o comitê estratégico, composto pelas gerências de suprimentos, industrial e de qualidade para compor a liderança do programa.

O comitê estratégico se incumbiu da criação do comitê operacional, e pela disseminação das premissas do programa, suas estratégias e dos indicadores de desempenho. Definiu o método de coleta de dados e assumiu completo apoio ao programa.

Já no nível operacional, a equipe elaborava o VSM, conduzia as entrevistas com os colaboradores, e utilizava relatórios de desempenho fabril para identificar outras áreas de melhorias. Era de responsabilidade deste comitê registrar as ideias, acompanhar sua implementação, passar retornos aos colaboradores e gerar relatórios referente ao desempenho do programa.

No nível fabril, os colaboradores sugeriam participação de treinamentos e acompanhavam a execução de suas ideias. A figura 8 ilustra a divisão das atividades entre os participantes do programa, havendo distinção de ações entre a diretoria, gerência, equipe operacional, e os colaboradores.

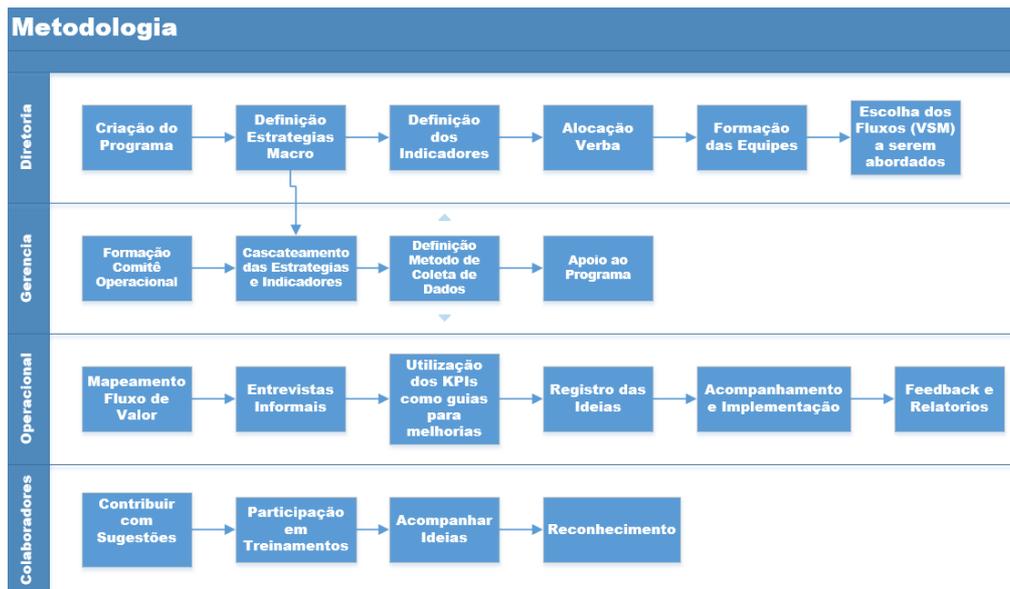


Figura 8: Metodologia de Programa – Fonte o próprio autor

Dois estagiários foram contratados para receber os colaboradores e registrar suas intenções. Semanalmente, retornos eram dados para quem sugeriu ideias. Um coordenador da engenharia foi destacado para ser o mentor dos estagiários e ser o líder do programa.

Reuniões operacionais pelo comitê operacional eram conduzidas e apresentadas ao Diretor Operacional às quintas feiras. Durante estas reuniões, o status das ideias eram discutidos, avaliados os recursos necessários, definido os próximos passos e sumariado os ganhos obtidos. Por fim a equipa era recompensada no caso de bons resultados.

5.2 Procedimento de coleta de dados

Foi definido duas formas de coleta e registro dos dados. A primeira se baseou na metodologia do VSM, onde as equipas operacionais mapearam processos gerando listas de oportunidades posteriormente transformado em plano de ação. Os processos escolhidos para executar o VSM foram a inserção automática e uma linha de adaptadores. Será visto em detalhes os resultados destes VSM's no próximo capítulo.

A segunda forma foi a captação das sugestões vinda dos colaboradores que eram registradas em arquivo Excel. Visitas ao local de trabalho foram feitas e entrevistas conduzidas para entender melhor as intenções oferecidas. As contribuições foram priorizadas de acordo com o fluxograma demonstrado na figura 9.

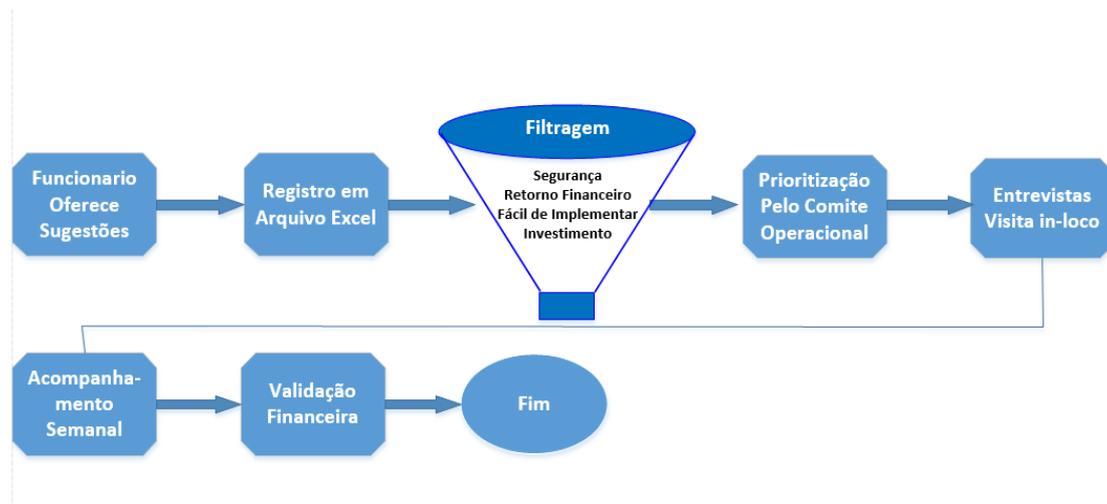


Figura 9: Processo Macro Implementação das Sugestões - Fonte: o próprio autor

Inicialmente, todas as contribuições foram recebidas no centro, registradas e consideradas pela equipa operacional. O conceito era o de *brainstorming*, onde não haviam ideias ruins, pois todas poderiam gerar algum tipo de benefício para a empresa. A filtragem destas propostas seguiu os seguintes critérios de análise: se afetava a segurança do colaborador, se tinha retorno financeiro, se era de fácil implementação, e se havia necessidade de investimentos. Com estes critérios, as intenções foram priorizadas e planos de ações foram criados.

5.3 Criação do centro *Lean Pit Stop - Obeya Room*

Para determinar a importância e marco zero do programa, uma área intitulada *Lean Pit Stop* foi designada e completamente renovada para servir como ponto central, criando assim um aspeto visual convidativo. Esta área foi equipada com monitores, projetor, televisores e quadros. Informações chamativas dos conceitos do *Lean* permearam seu entorno, e gráficos e status dos projetos foram pendurados nas paredes, cuja atualização era feita em tempo real. O conceito da sala *Obeya*, foi desenvolvido e aplicado neste centro. A figura 10 mostra uma foto desta sala.



Figura 10: Centro de Fomentação de Ideias *Lean Pit Stop* - Fonte: o próprio autor

O centro *Lean Pit Stop* foi inaugurado em 18 de julho de 2017 com a participação da vice-presidência de operações. Após dissertar sobre os objetivos deste centro, todos os funcionários se engajaram para registrar suas contribuições. Em 9 meses de acompanhamento, 156 ideias foram registradas, 31 implementadas e 19 encontram-se em fase de implementação. As demais ideias serão implementadas após a prioritárias. Percebeu-se que as propostas de melhorias superavam a habilidade física de implementá-las, porém um backlog natural de ideias foi considerado positivo.

5.4 Capacitação

O comitê executivo elaborou um plano de capacitação dos funcionários por entender que quanto mais instruídos as equipas fossem, melhor e mais robustas seriam as participações. 37 tópicos de treinamento do *Lean*, *6 Sigma*, e treinamentos comportamentais foram elencados para serem oferecidos aos funcionários, sendo que os cursos variavam no grau de profundidade de acordo com o público alvo. Por exemplo, o curso mapeamento do fluxo de valor foi realizado de forma genérica aos diretores e mão de obra direta, e em uma abordagem mais detalhada para os engenheiros de processo que fossem utilizar esta ferramenta.

Por fim, um plano de comunicação foi elaborado para atizar a participação dos colaboradores em sugerir propostas de melhorias. Este plano consistia em uma comunicação semanal elaborado pelo comitê operacional, uma comunicação mensal elaborada pelo diretor operacional, e *displays* em telas de TV das sugestões em andamento e implementadas. A figura 11 demonstra uma comunicação semanal.



Figura 11: Exemplo de comunicação semanal - Fonte: o próprio autor

5.5 Comitê operacional no diagnóstico de melhorias

O comitê operacional, composto por doze integrantes representando cada departamento (engenharia de processo, de testes, compras, qualidade, segurança do trabalho, IT, manutenção, recursos humanos) tinha como objetivo instigar os colaboradores a descreverem suas intenções e explicar sobre as necessidades da fábrica. Conversas informais, ou “entrevistas informais” foram conduzidas para melhor detalhamento das sugestões.

Com o auxílio de ficheiros de planilhas eletrônicas, controles e estatísticas foram criadas para ajudar na priorização das melhorias a serem implantadas.

Este grupo, haviam três reuniões semanais com atualização de relatórios, planos de ação, estatísticas e necessidades em tempo real e em papéis fixados na parede. Esta forma de gestão possibilitou a todos os envolvidos a visualização da informação sobre o status de seu projeto.

Uma vez por semana, às quintas feiras, este grupo recebia a diretoria de operações para dialogar sobre a evolução do projeto, as necessidades e conquistas atingidas. Entrevistas com os colaboradores foram feitas e gravadas para serem divididas com a fábrica e servir como encorajamento aos demais funcionários.

Os diagnósticos das melhorias passavam pelo crivo de especialistas em processos, finanças, segurança, e engenharia, que validavam a qualidade das intenções, testavam sua aplicabilidade, e após implementação, conciliavam os ganhos reais versus os projetados.

5.6 Procedimento de análise de dados

O processo para análise de dados seguia a seguintes etapas: recepção das ideias e registro em ficheiro *Excel*, entrevistas com o colaborador para entender melhor a intenção da ideia; visitas no local onde as melhorias seriam introduzidas; e mapeamento do processo (fotos, fluxos, planos de controle) para registrar a situação do “antes”.

Análises técnicas pelo grupo focal foram conduzidas para confirmar a aplicabilidade das propostas, e cálculos financeiros sobre investimentos e retornos eram conduzidos para entender a relevância financeira. Importante destacar que as ideias relativas a segurança dos colaboradores, mesmo não tendo um retorno financeiro direto, eram priorizadas para manter o bem-estar físico dos funcionários.

Uma vez elencado e priorizadas as recomendações, o grupo focal criava um plano de ação e convidava as áreas responsáveis por sua implementação. Protótipos eram criados para validar a funcionalidade das sugestões em eventos de *RIE* por exemplo, guias de acrílico, tampas protetoras, e dispositivos conforme será demonstrado nos próximos capítulos. Quando confirmadas a validade e aplicabilidade, análises financeiras mais detalhadas eram conduzidas para confirmar o retorno sobre o investimento. O comitê diretivo tinha autonomia para alterar a sequência do trabalho de acordo com a necessidade da empresa.

5.7 Medidas de desempenho e padrões de referência

Toda e qualquer atividade fabril tem um custo e pode ou não gerar benefícios. Para mensurar a eficácia do programa centro de fomento *Lean Pit Stop*, e verificar se as recomendações dos colaboradores estavam agregando valor, indicadores foram criados. Os indicadores de desempenho primários elaborados foram: redução do tempo de ciclo, redução no custo de material, redução de mão de obra, redução do espaço físico e eliminação de condição insegura.

Posteriormente as sugestões foram agrupadas em cinco dimensões macro: processo, material, equipamento, segurança e outros. A dimensão processo, englobava as ideias baseadas nos conceitos do *Lean*, visando a redução dos 7 Desperdícios. Na dimensão material, estavam as propostas que trocavam o tipo de material ou seu consumo. Na dimensão equipamentos, pareceres relacionados com troca rápida de ferramentas e automação eram agrupadas. Em outros concentravam-se propostas genéricas dos funcionários não necessariamente atreladas a melhorias do processo, como por exemplo investir em cobertura para o estacionamento. Na dimensão segurança ficavam as intenções que reduziam potenciais acidentes eram agrupadas.

Importante destacar que o Diretor Financeiro da fábrica validava os ganhos uma vez efetuado as mudanças no processo. Os ganhos e resultados deste trabalho serão vistos no próximo capítulo.

5.8 Visualização dos dados

Com o conceito da sala *Obeya*, ou sala de comando, todas as informações pertinentes ao programa foram fixadas nas paredes. Organograma dos comitês diretivo e operacional, quadro ilustrativo da filosofia *Lean Pit Stop*, cronograma dos planos em andamento, e toda estatística do programa foram adicionados na sala.

O conceito era ter uma gestão visual dinâmica e ao vivo, ou seja, podendo ser atualizado em tempo real a lápis ou caneta, sem ter que ir a um computador para visualizá-lo. Esta dinâmica permitia uma celeridade e participação mais efetiva entre os membros do grupo de melhorias.

Uma vez por semana, atualizações no arquivo mestre eram feitas e impressas, assim girando o processo. Ademais, as TVs posicionadas pela fábrica e restaurantes, mostravam a evolução do programa utilizando as apresentações em *PowerPoint*.

Uma vez por mês, o resultado compilado era divulgado pelo diretor operacional para toda a fábrica, e para as demais unidades do grupo.

Vemos a seguir na Figura 12 um exemplo de comunicação do Sumário de 1 Página que demonstra os membros da equipa, uma breve descrição da ideia, a condição anterior e a nova condição, como também os ganhos atingidos após implementação da ideia. No exemplo abaixo citado, houve aumento de produtividade de 125% no volume produzido com redução do ciclo de manufatura. Outro ganho não mensurável foi a eliminação de potenciais acidentes de trabalho por ter protegido com acrílico as partes móveis.

LEAN PIT STOP # BR - 2017- 003

Axial Lead Bend Cut & Form Machine

1-Team

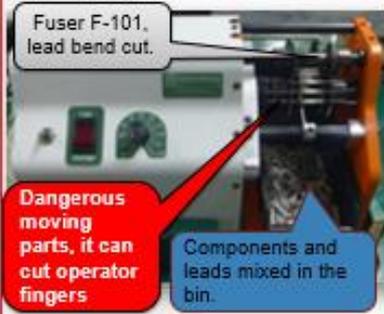
- José Augusto da Silva Paula – Production operator
- Jair Azevedo – Mechanical Technician
- PAULO SILVA – Engineer Coordinator.

2-Description

Previous situation:
- The axial Lead Bend Machine had dangerous moving parts, it could cut operator's fingers.

After Improvement:
- Added acrylic cabin to prevent accident with operator while feeding the process.

3-Current Condition 1 DL, 2400 UPH



4-Future Condition 1 DL, 5400 UPH



5-Timeline

What?	Who?	When
Developed new fixtures to guide the component	Paulo	Closed
Assembly parts	IP Team	Closed

4-Cost Benefit Analysis

MP 23-A IMPROVEMENT IMPLEMENTATION RESULTS				
	Before	After	Dif	% Improve
HC	1	1	0,00	0,00%
Output /H	2400	5400	3000	125,00%
Space M ²	0,64	0,64	0,00	0,00%
CT	0,03	0,01	-0,01	-55,56%

If you want to go fast, go alone. If you want to go far, go together!
Sleep with Ideas and wake up with the attitudes!

Figura 12: Exemplo de Sumário de 1 Página - Fonte: o próprio autor

6. RESULTADOS

Este capítulo sumariza os resultados obtidos durante o período compreendido entre os meses de julho a março de 2018 após a implementação da área *Lean Pit Stop* e com a utilização das ferramentas da manufatura enxuta. Duas abordagens foram utilizadas para aprimorar os processos, sendo a primeira a utilização do *VSM* e a segunda obtida através da participação dos funcionários com o registro de suas contribuições na *Lean Pit Stop Area*.

6.1 Visualização dos VSM

Foi definido o uso do VSM em dois projetos: automação da área de teste final e no processo de SMT. Isso se deveu por serem duas áreas mais críticas e onde recursos significativos seriam empregados. A equipa técnica das engenharias de processo, testes, qualidade, engenharia industrial e manutenção se empenharam na busca de soluções. Os resultados são descritos nas seções posteriores.

6.1.1 Automação da área de teste final

A primeira área a utilizar o VSM foi a linha de adaptadores por possuir o processo mais longo da fábrica. Uma linha padrão utilizava 64 colaboradores para produzir 500 peças por hora com um tempo de agregação total de 120 segundos, enquanto o *lead time* de produção era de 2,42 dias.

O espaço de Teste Final de produto foi escolhido pelo fato de ser uma área onde foram mapeados maior número de movimentos repetitivos e por exigir a ligação dos adaptadores em 5 posições de testes distintas para testar, desligar e movimentá-los às outras etapas do processo. Para uma produção de 20,000 adaptadores por dia há em torno de 100,000 movimentos desnecessários.

O grupo técnico elaborou uma proposta de automação, onde seria criada uma esteira rolante automatizada, contendo paletes por onde os adaptadores seriam inseridos (uma única vez), e através desta esteira, movimentariam automaticamente até a próxima estação de teste. No final do processo, um robô extrairia as peças dos paletes. A figura 13 apresenta o VSM da linha de adaptadores.

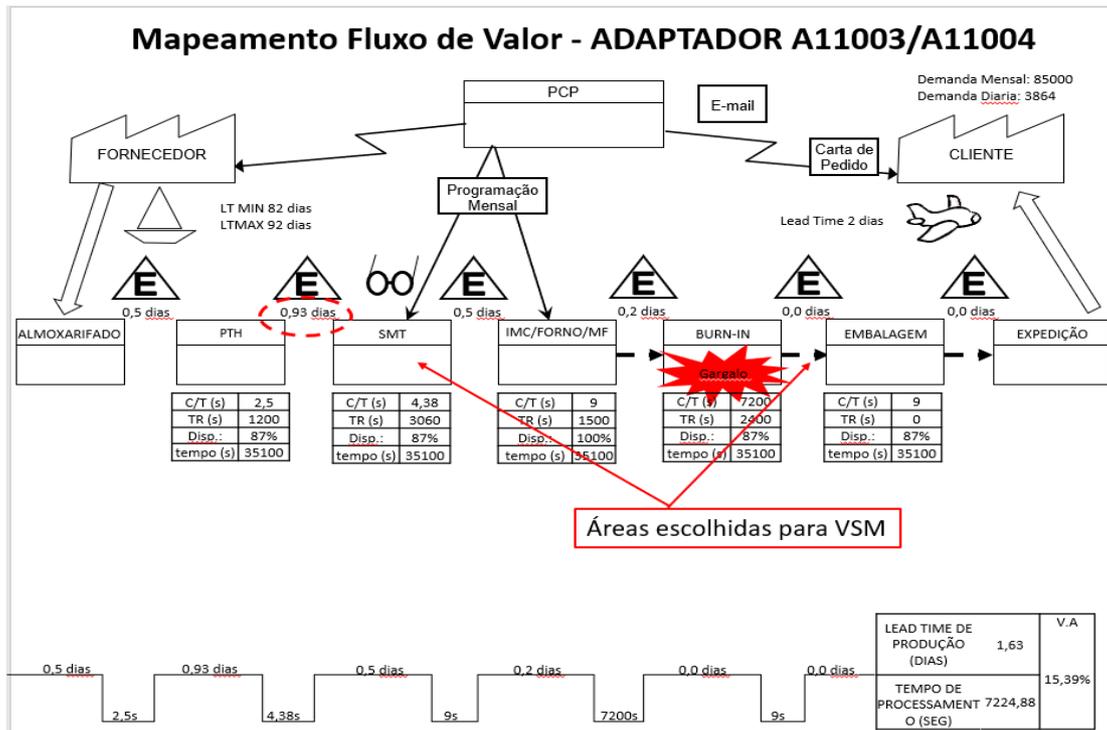


Figura 13: Áreas Escolhidas para Aplicação do VSM - Fonte: o próprio autor

Já a figura 14 ilustra a mesma linha já automatizada e uma figura do paleta criado. Percebe-se que esta linha foi concebida para funcionar com paletes tracionados sobre esteira, tendo elevadores em cada extremidade para possibilitar o seu retorno. A esteira sob a estrutura executa este rodizio. Os paletes foram confeccionados para acoplar 4 produtos por vez e são flexíveis podendo acomodar diferentes tamanhos de produtos. O objetivo final, é reduzir o movimento desnecessário em ter que ligar cada produto nas diversas estações de testes. Liga-se o produto apenas uma vez ao paleta, e este percorrerá a esteira até a próxima estação. Lá será acoplado automaticamente ao equipamento.

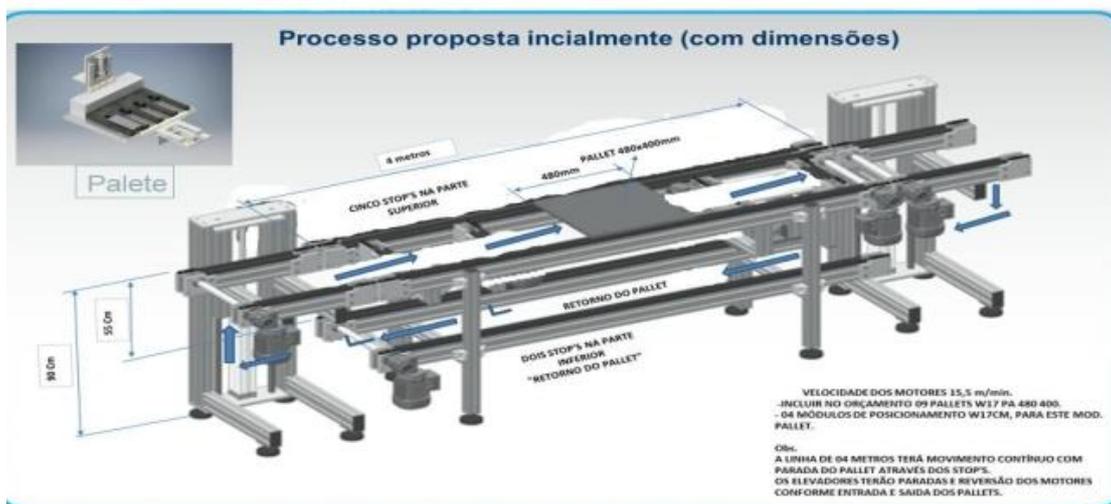


Figura 14: Automação na Área de Testes - Fonte: o próprio autor

Foi contratado o serviço de um fornecedor externo para a confecção da linha automatizada e reuniões semanais foram feitas como os mesmos e a equipa de engenharia de testes. Destes encontros muitas decisões e revisões foram propostas para alinhar as necessidades, averiguar a lógica da programação e manter o cronograma em dia.

Mais do que os ganhos de processo, a nova linha, prevista para entrar em operação em dezembro de 2017, estabeleceu um novo padrão para a fábrica, por definir um processo automatizado, menos tedioso, e envolto em tecnologia. O retorno sobre investimento previsto de 1 ano e 8 meses, foi aprovado pela corporação.

Na tabela 2, apresentam-se os ganhos de produtividade de 6,6%, com menos 9,4% de mão de obra empregada, em espaço útil reduzido em 15%.

A linha era composta por 64 colaboradores, e após sua automação, 6 postos de trabalho foram eliminados e os operadores foram alocados para outras atividades. Adicionalmente, a produção horaria aumentou de 500 peças para 533 peças devido ao aumento no ritmo da linha, que foi ajustado e cadenciado pela velocidade da esteira; anteriormente a movimentação era feita em bancadas de produção com risco de mistura entre as peças. Finalmente, com a linha instalada, o espaço físico na área de testes reduziu de 7,68m para 6,53m, disponibilizando espaço para outras atividades.

Tabela 2 Ganhos Com Automação na Área de Testes

Indicador	Antes	Depois	Melhoria
Mão de Obra	64	58	9,4%
Produção peças/hr	500	533	6,5%
Espaço físico m	7,68	6,53	15,0%

Fonte: o próprio autor

6.1.2 Processo de SMT

O processo de SMT, foi mapeado por ser o coração da fábrica, sendo que todos os produtos manufaturados possuem uma placa de circuito impresso, e também por ser a área onde os maiores investimentos financeiros foram feitos.

O parque de SMT utiliza a tecnologia Fuji NXT II e III e detém 4 linhas montadas com *loader*, *printers*, inspeção visual da pasta de solda (SPI), *pick & place*, inspeção ótica automática (AOI) e forno. A área opera em um turno e meio, sendo que no segundo turno apenas 2 linhas são utilizadas.

Entre os dias 25 e 26 de outubro de 2017, a equipa da engenharia industrial, de processos, e dos técnicos do SMT mapearam o processo para identificar os motivos das perdas existentes no processo. O trabalho foi conduzido apenas no primeiro turno, pois era o turno apoiado pelas equipas de engenharia de processo e manutenção, e quando as trocas de modelos eram planeadas. O estudo focou nas linhas 1 e 2 do SMT por essas serem as linhas alocadas ao maior número de modelos produzidos, 57 entre os 75 existentes na fábrica. Portanto exigiam um maior número de setups por mês. O trabalho consistiu inicialmente em registrar os tempos de parada na linha e o tempo de retorno de funcionamento da mesma. A tabela 3 representa o primeiro dia de medição dos tempos de parada que auxiliou na identificação dos motivos das perdas.

Tabela 3: Mapeamento do Processo de SMT Linha 1 no 1º Turno

Data	Início	Fim	Tempo (H)	Máquina	Categoria	Razão 1	4M
25/10/17	10:11:00	10:14:00	0:03:00	XP-243 E	Componente	Splice	Método
25/10/17	10:20:00	10:21:00	0:01:00	Conveyor	Aguardando	Falta de Operadores	Mão de Obra
25/10/17	10:35:00	10:36:00	0:01:00	TR7006	Aguardando	Falta de Operadores	Mão de Obra
25/10/17	10:42:00	10:43:30	0:01:30	NXTII_3	Componente	Falta de Operadores	Mão de Obra
25/10/17	10:45:00	10:57:00	0:12:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	11:08:00	11:25:00	0:17:00	NXTII_1	Componente	Falta de Material (Linha)	Material
25/10/17	11:30:00	11:37:00	0:07:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	11:43:00	12:43:00	1:00:00	Linha	Bloqueado	Sem Programação	Método
25/10/17	12:43:00	12:46:00	0:03:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	12:49:00	12:56:00	0:07:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	12:56:00	12:58:00	0:02:00	NXTII_1	Componente	Falta de Operadores	Mão de Obra
25/10/17	12:59:00	13:00:00	0:01:00	TR7006	Aguardando	Falta de Operadores	Mão de Obra
25/10/17	13:03:00	13:09:00	0:06:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	13:11:00	13:17:00	0:06:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	13:17:00	13:22:00	0:05:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	13:25:00	13:31:00	0:06:00	Linha	Aguardando	Programação da Placer	Método
25/10/17	13:32:00	13:49:00	0:17:00	Linha	Changeover	Changeover	Método
25/10/17	13:49:00	14:02:00	0:13:00	Linha	Changeover	Changeover	Método
25/10/17	14:02:00	14:15:00	0:13:00	Linha	Changeover	Changeover	Método

25/10/17	14:16:00	14:25:00	0:09:00	Linha	ChangeOver	Changeover	Método
25/10/17	14:27:00	14:29:00	0:02:00	NXTII_3	Componente	Feeders	Máquina
25/10/17	14:31:00	14:58:00	0:27:00	Linha	Changeover	Changeover	Método
25/10/17	15:01:00	15:02:00	0:01:00	TR7006	Aguardando	Falta de Operadores	Mão de Obra
25/10/17	15:08:00	15:11:00	0:03:00	NeoHorizon	Máquina	Transportador	Máquina

Fonte: o próprio autor

As perdas foram agrupadas em 5 categorias, sendo Componentes, ou as perdas de tempo de utilização por falta de insumos abastecidos, perdas por Changeover, ou Setup, sendo que este tempo era medido pelo intervalo de minutos entre a última placa produzida do modelo anterior e a liberação da produção para o novo modelo. Tempos relativos à máquina denotava as perdas em que a linha não estava produzindo por quebra e ou manutenção de equipamentos. A categoria Aguardando denotava o tempo em que embora houvesse material e os equipamentos estivessem funcionando, uma ou outra etapa dentro do processo de produção do SMT pudesse estar desbalanceado, levando as etapas subsequentes a aguardar material. Também era utilizado para registrar se a máquina estava aguardando qualquer intervenção humana, como por exemplo, reabastecimento de feeder. A escolha deste tipo de agrupamento se baseou nas terminologias mais comumente usadas na produção da empresa.

Posteriormente correlacionamos as categorias a um dos 4M, sendo eles mão de obra, método, máquina e material. Esse agrupamento facilitou identificar as áreas que mais afetava a produtividade. Método foi o 4M que mais impactou a perda nos 2 dias analisados, sendo responsável por 08:01:00 horas, seguido por Máquina 00:49:00 minutos e Material com 00:38:00 minutos de perda. Mão de obra foi o menos impactante no processo com apenas 00:22:30 minutos.

Percebeu-se que nesses 2 dias, o tempo de produção efetiva foi de apenas 5:09:30 (cinco horas e nove minutos) na Linha 1, representando uma disponibilidade e utilização dos equipamentos e 39% (15hrs disponíveis nos 2 dias, descontando as 2 horas de parada para o almoço, restando 5,15hrs de trabalho efetivo). A análise da linha 2 foi desconsiderada por ter havido 4 setups de máquina neste período, o que contaminou os

OEE

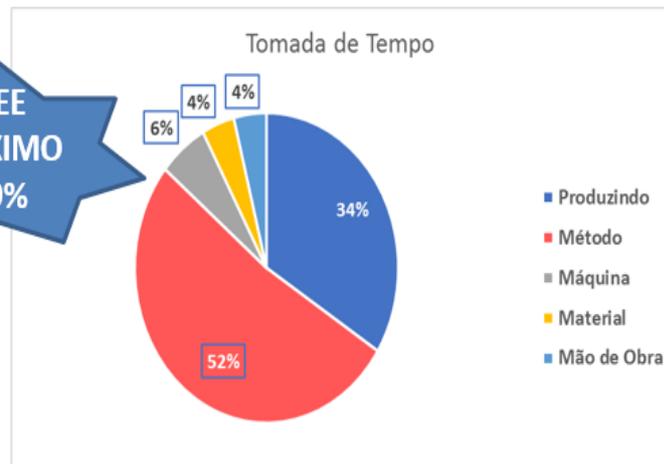
Disponibilidade Atual

A V A L I A Ç Ã O	Planned Production Time	Planned Downtime				
	Actual Production Time	Unplanned DownTime				
		Man	Machine	Material	Quality	NPI

5,15 HORAS

Tipo	Total
Produzindo	05:09:30
Método	08:01:00
Máquina	00:49:00
Material	00:38:00
Mão de Obra	00:22:30

**OEE
MÁXIMO
39%**



4M

Informação das Linhas e Produção

Linha	1	Dia 1	Dia 2
Início Observação	25/10/2017 09:00	09:00:00	07:30:00
Final Observação	26/10/2017 15:00	16:30:00	15:00:00
Período Total	15:00:00	07:30:00	07:30:00

dados. Vemos os detalhes do 4M na figura 15.

Figura 15: Disponibilidade da Linha 1 durante 2 dias de avaliação - Fonte: o próprio autor

A análise prosseguiu e deu-se especial ênfase em Método por este representar 52% das perdas. Notou-se que o tempo de Troca foi o mais longo, seguido pelo tempo “aguardando” componentes serem abastecidos, e tendo o último fator de influência, a validação de “componente”.

Foi evidenciado que o tempo de troca rápida (*change over*) foi influenciado pela validação, a troca de modelo em si, e por programa incorreto. Similarmente, o grupo “Aguardando” foi dissecado em 4 outras categorias. A figura 16 apresenta as categorias em detalhe.

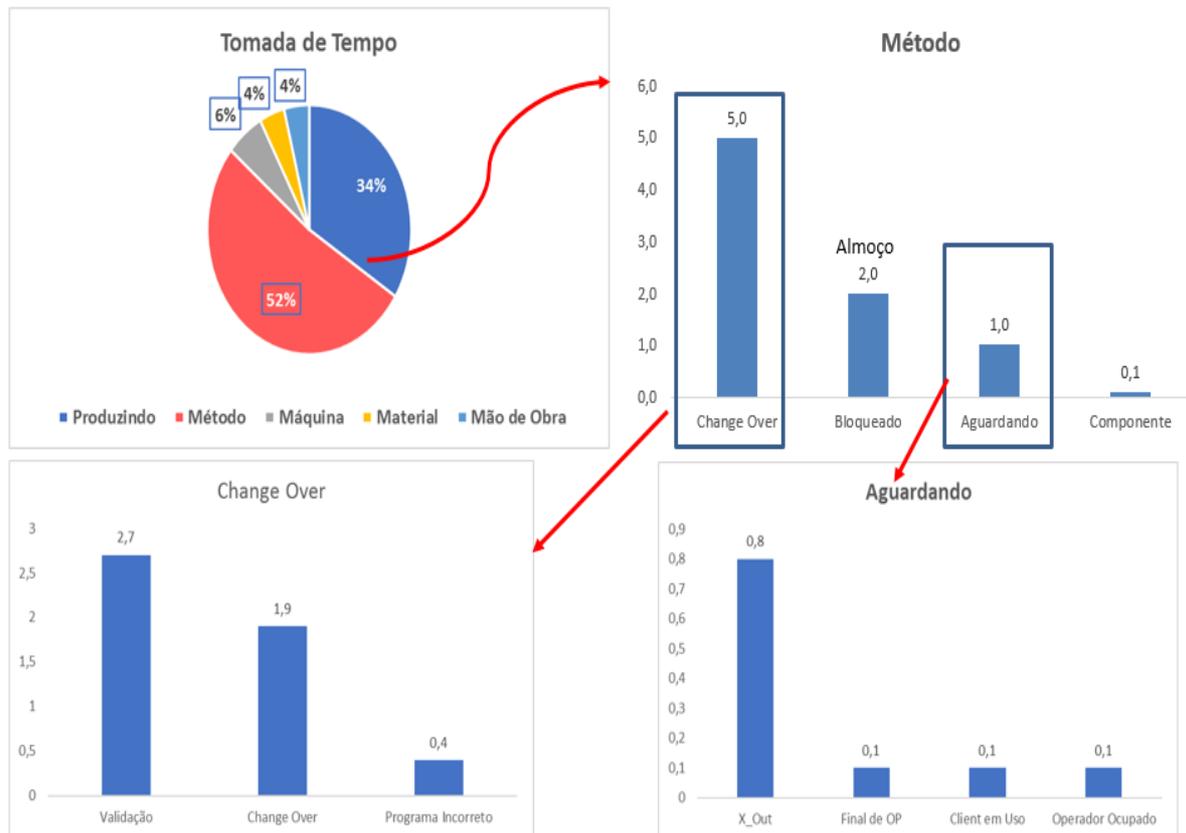


Figura 16: Detalhamento do 4M na Linha 1 - Fonte: o próprio autor

Após o estudo, a equipa identificou que estes modos de perda eram relativos a métodos administrativos, sendo possível a elevação da eficiência para 72% ao implementar as ações recomendadas e descritas na tabela 4. Foi acordado que os esforços nestas ações seriam empregados no primeiro quartil de 2018.

Tabela 4: Plano de Ação para Elevar Índice do OEE

Área	Recomendação	De (Min)	Para (Min)	Data
Validação	Implementação de sistema de Barcode conectado à máquina Implementação de sistema de verificação de componentes Eliminação de processo de placa com dupla face Liberação para produção após inspeção via AOI	30	7	Q118
Setup	Troca de setup com carrinhos e setup por família Split Table ou Setup Randômico Eliminar troca de cabeças	38	10	Q118
Aguardando	Melhor otimização e balanceamento das NXTs Utilização de recursos da máquina para identificar bad mark Reconfiguração da linha	10	3	Q118

Fonte: o próprio autor

Os estudos se aprofundaram durante os meses de janeiro a março de 2018, quando foi implementado adicionalmente uma otimização da programação dos equipamentos NXTs, do SMT. Anteriormente cada produto tinha a sua programação e o seu setup era efetuado isoladamente. Técnicos e programadores do SMT refizeram a programação das placas, mudando a sequência de inserção dos componentes, o posicionamento dos feeders nas NXTs e agruparam produtos similares a um mesmo setup. Isso permitiu uma eficiência maior de utilização do equipamento. A tabela 5 demonstra os modelos que tiveram sua programação refeita e o efeito na produção em peças por hora.

Tabela 5: Otimização de Programas Para Aumento de Output

Produto	Antes (pçs/hr)	Depois (pçs/hr)	Ganho
24N036-0 ATLAS 2 TOP_L1	590	720	22%
24B039-0 BL45F1F_L4	1798	2106	17%
24K000-0 RTA9227W_L2	312	360	15%
24N036-0 ATLAS 2 BOT_L1	1028	1115	8%
24P009-0_LENOVO L6_L1	648	660	2%

Fonte: o próprio autor

Outras ações como a aplicação do SMED foram introduzidas ao processo, criação de carrinhos de abastecimento, e feeders adicionais foram adquiridos. Mudanças no processo de liberação da produção através de tape & board + gravação de IC pela equipa da qualidade foi implementado. Melhorias nos ajustes da screen printer, nos parâmetros de velocidade de compressão, foram feitos alocando técnicos de processo dedicados ao setup. Com esta combinação de ações, o OEE da linha 1 do SMT passou de 39,9% em outubro 2017 para 83,94% em janeiro de 2018 e permaneceu nesse patamar desde então.

O OEE calculado na fábrica é feito através da multiplicação dos índices de disponibilidade, performance e qualidade, através de software de monitoramento em tempo real de produção do SMT, os resultados são apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Índices de desempenho do SMT

Índice	Out/17	Jan/18	Fev/18	Mar/18
HORAS DISPONÍVEIS	555,4	159,8	245,2	318,3
HORAS PRODUTIVAS	221,8	134,1	205,5	278,9
ÍNDICE DE PARADAS	21,40%	7,96%	9,98%	8,54%
EFICIÊNCIA DE REALIZAÇÃO	41,10%	81,72%	83,79%	88,30%
EFICIÊNCIA DE CICLOS	76,00%	98,17%	60,52%	60,90%
PRODUTIVIDADE OEE	39,9%	83,9%	83,8%	87,6%

Fonte: o próprio autor

6.2 Utilização do *Lean Pit Stop Area*

A segunda abordagem para eliminar desperdícios se deu através dos conceitos do *Lean Pit Stop Area*, onde as contribuições dos funcionários eram registradas e priorizadas pelo comitê operacional. Esta área recebia sugestões das mais diversas naturezas, abordando itens relacionados à segurança do trabalho, melhorias de processos, alterações de dispositivos e de equipamentos, indo até recomendações de mudanças referente ao bem-estar dos colaboradores.

As ideias registradas, por surgirem do nível mais básico operacional, tinham natureza mais simples e de aplicação mais fácil. São as chamadas ideias de simples e de fácil implementação ou *low hanging fruits*.

Embora houvesse uma equipa dedicada para analisar, planejar e implementar as mudanças, normalmente recaía sobre a equipa da manutenção e alguns engenheiros de processo a execução. Tanto é que em curto espaço de tempo, inúmeras ideias foram registradas. A figura 17 apresenta a evolução do registo das ideias geradas durante o período entre julho de 2017 a março de 2018.



Figura 17: Evolução do Registro das Ideias no *Lean Pit Stop Area* - Fonte: o próprio autor

Veremos a seguir exemplos ilustrativos dos tipos das sugestões oriundas dos funcionários, status da implementação, e tabela sumária dos ganhos gerados através do programa Lean Pit Stop.

6.2.1 Melhoria na área de pré-forma operacional fusível

Em uma das operações dentro da área de pré-formarem de componentes, havia uma operação que cortava e dobrava os terminais de fusíveis. As partes moveis deste equipamento não estavam enclausuradas e oferecia risco eminente de corte ou prensa dos dedos do operador.

A alimentação desta maquina era feito pelo operador inserindo três peças por vez, e a cada operação, tinha que desligá-la para eliminar o risco de acidentes. Tanto os fusíveis bons como os terminais cortados caiam dentro de uma única caçamba, o que exigia separá-los depois. Vemos um exemplo disso na figura 18.

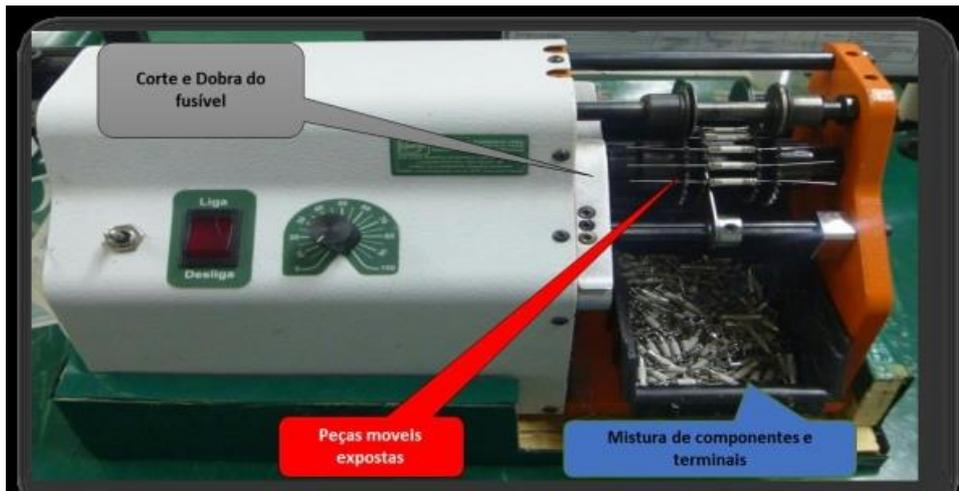


Figura 18: Equipamento de Dobra e Corte de Terminais (Antes) - Fonte: o próprio autor

Através do programa *Lean Pit Stop area*, o operador diretamente envolvido neste processo, fez sugestão de melhoria que foi registrada pela equipa operacional. Análises e prototipagem foram feitas até que as alterações finais fossem implementadas.

Visualiza-se na figura 19 estas mudanças onde guia de alimentação dos fusíveis foi inserido, tampa protetora das partes moveis foi adicionado e guia de acrílico separando os terminais dos fusíveis foram agregados ao equipamento. Isto permitiu a eliminação do risco de acidentes e disponibilizou a máquina para operar sem ser desligada a cada alimentação das peças.

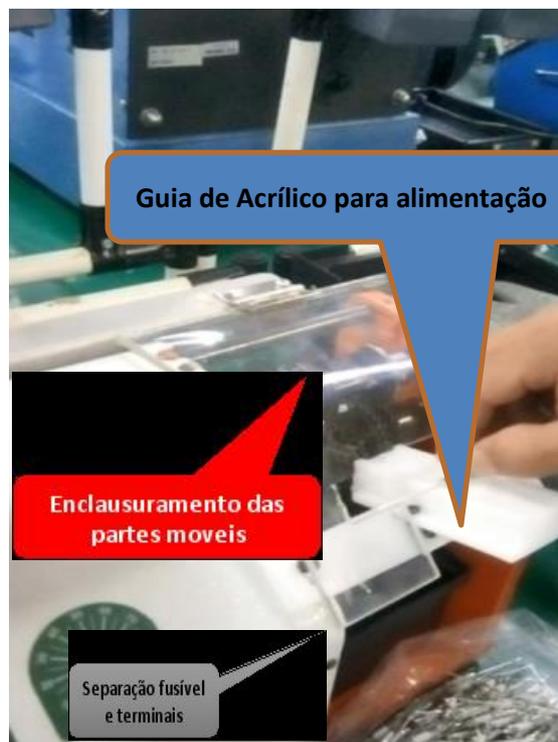


Figura 19: Equipamento de Dobra e Corte de Terminais (Depois) - Fonte: o próprio autor

O resultado prático foi um aumento de produtividade de 125% onde o volume produzido saiu de 2400 peças por hora para 5400 peças por hora pelo mesmo operador. Ao todo, esta melhoria levou sete dias para ser implementada, o que demonstra que o conceito de melhorias rápidas apoiada pelo conceito do *Lean Pit Stop* funcionou. O processo utilizado nesta melhoria foi o de receber a sugestão do operador, analisar in loco a situação, trabalhar com a manutenção a confecção de dispositivos, e validar no processo. Houve participação da equipa de segurança do trabalho para opinar sobre a melhoria. A ideia foi registrada e os funcionários foram reconhecidos pela sugestão.

6.2.2 Melhoria na soldagem do Inlet

Outro exemplo de avanço produtivo proporcionado através do *Lean Pit Stop*, foi a soldagem do inlet. Esta operação utilizava três operadores e três dispositivos independentes. Cada operador executava a mesma sequência de ações e gerava um volume total de 360 peças por hora. Na figura 20 vemos a foto do dispositivo anteriormente utilizado nesta operação.

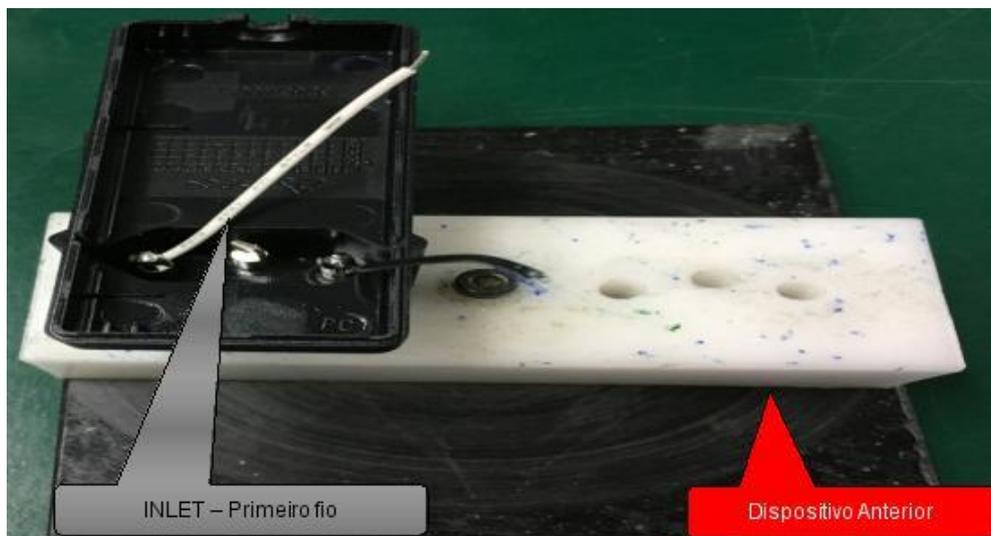


Figura 20: Dispositivo de Soldagem do Inlet (Antes) - Fonte: o próprio autor

O processo utilizado para implementar esta melhoria foi o mesmo. Os operadores foram ao Centro *Lean Pit Stop* e registraram a sua sugestão. A equipa técnica, foi ao local de trabalho, analisou a situação, tiraram fotos, e fizeram algumas experimentações de dispositivos para testar a praticidade do beneficiamento. Implementaram interinamente um protótipo feito internamente, enquanto o dispositivo definitivo estava sendo produzido externamente.

O processo de soldagem deixou de ser individual, e passou para um processo de produção seriada. Utilizou-se os mesmos três operadores, onde cada um executava uma determinada parte da operação de soldagem enquanto o próximo operador puxava a sequência do processo. A produtividade saltou de 360 peças por hora para 900 peças por hora, sendo um ganho de 150% nesta operação além de oferecer um fluxo cadenciado e contínuo. Observa-se na figura 21 o processo modificado, em linha, já com o dispositivo final. Enquanto na figura anterior vemos o dispositivo utilizado para montar 1 unidade pelo mesmo operador, na figura 21 vemos uma única fileira de acrílico que servia como guia sob a qual as peças eram posicionadas. Os mesmos 3 operadores eram utilizados na montagem, e o processo foi subdividido em três etapas, onde o 1º operador posicionava a peça plástica preta sobre o guia e juntava os fios, o 2º operador soldava o primeiro fio e o 3º operador completava a montagem, soldando o último fio. Com esta separação de atividades, facilitada pelo novo dispositivo, a produtividade aumentou. Benefício este resultante da contribuição dos operadores envolvidos no processo e que registraram sua ideia no *Lean Pit Stop*. A mesma se tornou realidade em implementação de 1 semana.



Figura 21: Dispositivo de Soldagem do Inlet (Depois) - Fonte: o próprio autor

6.2.3 Melhoria na solda a ponto bateria de celular

O terceiro exemplo ilustrativo foi executada na área de baterias de celular ao juntar duas estações de solda em ponto em uma só. A participação dos funcionários foi decisiva ao sugerir a proposta e coube a equipa técnica fazer a avaliação antes da implementação.

A atividade exigia a soldagem a ponto de uma placa montada a uma bateria de lítio. A operação era executada por dois operadores, onde cada um efetuava a soldagem em pontos diferentes e em estações independentes. Havia desbalanceamento no processo, pois dependia de a habilidade de cada colaborador executar sua atividade.

O estudo consistiu em avaliar as características da solda, tipo de material, corrente, potência, e os dispositivos utilizados no processo. Foi um estudo mais elaborado do que os dois exemplos citados anteriormente, por envolver equipamentos de alta precisão e complexidade. Percebe-se na figura 22 o fluxo do processo composto por 2 máquinas de solda a ponto.

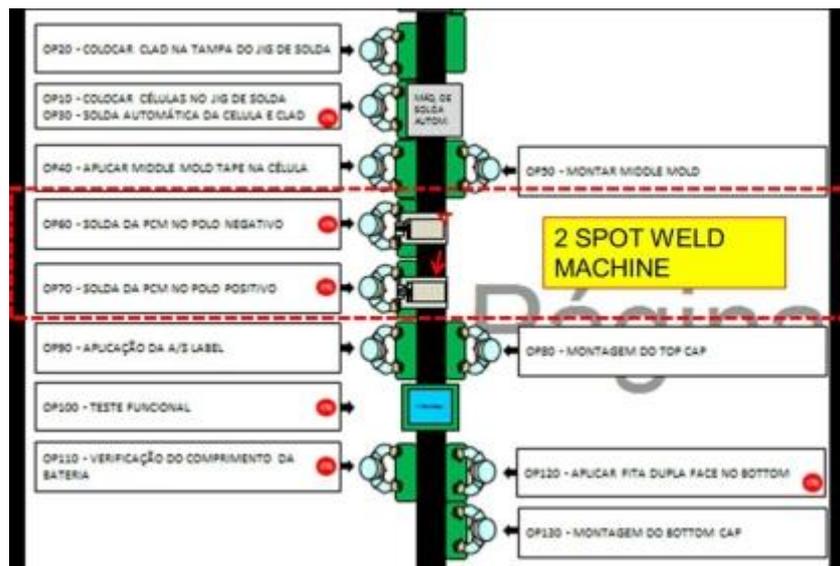


Figura 22: Layout do Processo Anterior - Fonte: o próprio autor

A figura 23 apresenta a melhoria que consistiu em adequar os perfis de solda dos equipamentos, instalar controlador lógico programável PLC, criar novos dispositivos para o correto posicionamento da soldagem, e o balanceamento das linhas.

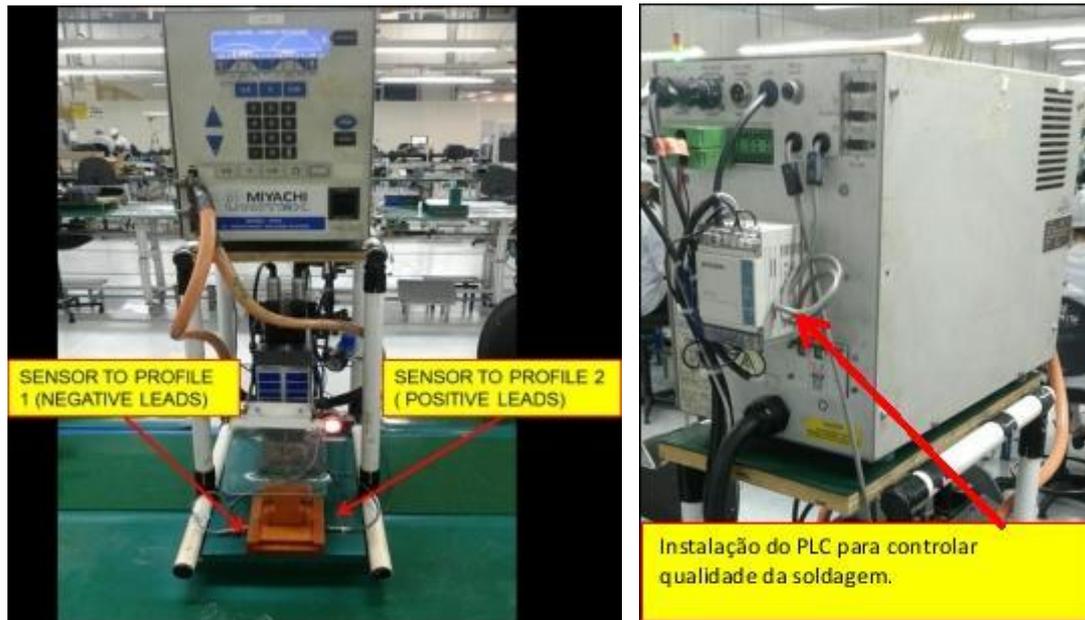


Figura 23: Solda a Ponto e Ajuste do Dispositivo e Instalação do PLC (Depois) - Fonte: o próprio autor

Após os ajustes no equipamento e validação do dispositivo, a linha foi rebalanceada gerando 50% de redução na mão de obra empregada (passou de 2 operadores para 1), aumento de produtividade de 5,52% pois passou de 833 peças por hora para 879 peças por hora, redução do espaço físico utilizado de 1,44 metros para 0,72 metros, ou seja, 50% de melhoria, e redução no tempo de ciclo em 52,59% por passar de 0,14 segundos para 0,07 segundos nesta operação.

A figura 24 demonstra o layout novo e o estudo do perfil da máquina de solda a ponto.



Figura 24: Processo Modificado e Estudo do Perfil da Máquina - Fonte: o próprio autor

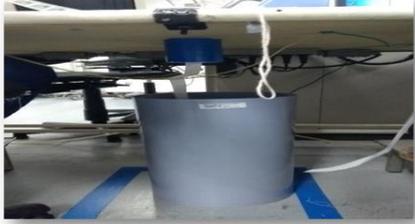
6.2.4 Outros Exemplos de Melhorias implementadas

Diversas outras melhorias foram introduzidas de forma simples e direta, seguindo o processo de receber os operadores na área do *Lean Pit Stop*, entrevistando-os para entender as sugestões, para posteriormente registra-las no sistema (arquivo Excel). Visita ao local era feita pelos membros da equipa operacional para ver in loco a situação. Posteriormente este grupo criava sugestões de melhoria via brainstorming, e as equipas de manutenção confeccionavam os dispositivos.

A ideia BR-2017-106, figura 25, reflete uma dessas situações. Percebe-se pela foto que a bancada de trabalho onde era adicionado etiquetas ao produto estava cheia de rolos de etiquetas e o line permanecia sob a bancada. O operador tinha que se deslocar até a lixeira para efetuar o descarte. Isso causava desgaste físico e atraso no processo. A solução prática foi de furar a bancada, inserindo um tubo de pvc para criar uma via de passagem para o lixo. Consequentemente o line não acumulavam mais sobre a bancada, e a locomoção do operador foi eliminado.

Tubo de passagem para descarte de material **inVENTUS**
POWER

Tipo de melhoria: Ergonómico/Segurança Qualidade Entrega Custo Produtividade Inventário 5S

ANTES	DEPOIS
	
<ul style="list-style-type: none">- Na bancada, o operador encontrava dificuldades para realizar as tarefas, devido a grande quantidade de materiais que se encontravam sobre a bancada.- Para descartar o line após aplicação das etiquetas, o operador tinha que se locomover até a lixeira, causando desgaste físico e atraso no processo.	<ul style="list-style-type: none">- Foi criado uma via de passagem do line (lixo) através de um tubo de PVC para o descarte.- Não ha mais acumulo de papel na bancada.- Organização na bancada de operação (5S).- Não existe necessidade de locomoção do operador.

 Roseane	 Maria	Atribuído a : Maria Melo e Roseane Xavier	 Caroline	 José
Data Alvo: 08/11/2017				
Data de Conclusão: 06/11/2017				
OBRIGADO POR COMPARTILHAR E IMPLEMENTAR SUA IDEIA!!				

Figura 25: Ideia BR-2017-106 Tubo de passagem para descarte de material - Fonte: o próprio autor

Outra sugestão aceita e implementada sob o registo nº BR-2017-004 foi a introdução de um carrinho de abastecimento. Uma ideia simples e efetiva, que se tornou realidade após o colaborador solicitar a melhoria. A funcionária Cristiane e Jose Augusto, perceberam que a movimentação era feita através de matrín, que transportava as caixas de material

sobre os garfos do matrim, o que gerava risco de quedas para as peças transportadas. A equipa da manutenção confeccionou o carro de transporte conforme demonstrado na figura 26.

BR - 2017- 004

CARRO PARA TRANSPORTE DE MATERIAIS

inVENTUS™
POWER

Tipo de melhoria: Ergonómico/Segurança Qualidade Entrega Custo Produtividade Inventário 5S

ANTES



- O atual carro de transporte de materiais não estava de acordo com o padrão exigido para a condução no interior da fabrica.
- Anteriormente a mercadoria era transportada por um matrim.
- Era necessário que o mesmo estivesse aterrado, e não estava.

DEPOIS



- Foi criado um novo carrinho para transporte de materiais.
- Foi adicionada uma manta "ESD" ao carro para proteger os componentes contra cargas eletroestáticas.
- Diminuiu os riscos de acidentes e perdas no transporte(SCRAP).


 CRISTIANE

Atribuido a : Cristiane.
 Data Alvo: 07/08/2017
 Data de Conclusão: 12/08/2017


 JOSÉ AUGUSTO

OBRIGADO
 POR COMPARTILHAR E IMPLEMENTAR
 SUA IDEIA!!

Figura 26: Ideia BR-2017-004 Carro para Transporte de Materiais - Fonte: o próprio autor

Outra contribuição ao projeto Lean Pit Stop veio da area administrativa onde os funcionários Julio e Suliete identificaram uma possibilidade de redução de custos ao analisarem as informações contidas nas embalagens de produto, como nas etiquetas utilizadas. Constatou-se que havia redundância de informações e que estas podiam ser eliminadas. A ideia foi registrada sob o número de BR-2017-010 que demonstra o antes e o depois. A etiqueta 20A032-0 foi desenvolvida em tamanho menor, pois apenas incluiria aquilo que não estava impresso. Consequentemente o custo da etiqueta anterior de \$0,042 reduziu para \$0,018 centavos de dólar, representando uma redução unitária de \$0,024 centavos, ou 57% no custo. A economia anual projetada para este projeto foi de \$2.941,18 dólares.

É importante destacar o conceito de que o projeto foi apoiado por diversas pessoas e departamentos, não somente a manufatura. O enfoque era reduzir custos e desperdícios, portanto todos contribuíam. Vemos figura 27 o registo da ideia.

REDUÇÃO NO TAMANHO DA ETIQUETA **inVENTUS**
POWER

Tipo de melhoria: Ergonômico/Segurança Qualidade Entrega Custo Produtividade Inventário 5S

ANTES

DEPOIS

- Uso de uma etiqueta com informações que estão impressas na caixa de embalagem, ou seja, duplicidade na impressão da informação. Tal etiqueta é utilizada nas áreas de baterias de celular e notebook.
- Foi desenvolvido uma etiqueta menor com menos custo para substituir a 20A032-0.
- Diminuição de custo com redução no tamanho da etiqueta e redução no uso de ribbon.


JULIO BRITO

Atribuído a : Julio Brito
Data Alvo: 07/08/2017
Data de Conclusão: 01/10/2017


SULIETE

**OBRIGADO
POR COMPARTILHAR E IMPLEMENTAR
SUA IDEIA!!**

Figura 27: Ideia BR-2017-010 Redução no Tamanho da Etiqueta - Fonte: o próprio autor

6.3 Resultados gerais obtidos através do *Lean Pit Stop*

Após a criação do programa *Lean Pit Stop*, de julho a março de 2018, 156 ideias foram sugeridas, gerando uma economia potencial de \$588,746. Essas ideias foram classificadas em subgrupos que definiam o tipo onde a mudança impactaria, por exemplo, materiais, segurança, processo, equipamento e outros. As ideias foram também valorizadas e registrados os departamentos que as sugeriram. O projeto visava desafiar cada departamento a fazer suas contribuições e participar do programa.

O objetivo do programa era a busca das melhorias, muitas das quais não tinham ganho financeiro, como por exemplo ideias relativas à segurança do trabalho, que focavam a prevenção de custos decorrentes de acidentes.

Neste período, das 156 ideias registradas, 31 foram implementadas gerando um retorno financeiro de \$206,888.00 dólares, enquanto 19 estavam em fase de implementação e projetavam um ganho de \$153,378.00 dólares, e as outras 106 com ganho estimado de \$228,480.00 dólares foram destinados a implementação futura, devido à disponibilidade de mão de obra para execução.

A figura 28 ilustra a quantidade, economia projetada e o status das ideias separadas pelos segmentos e por seus diferentes estágios de implementação.



Figura 28: Economia Projetada - Fonte: o próprio autor

6.4 Dificuldades e Desafios

Nem tudo foi positivo nesse projeto. Houveram muitos percalços e dificuldades encontradas. Em ordem de relevância, cito que o apoio dado ao projeto pelos comitês operacionais e estratégico foi inconstante, variando entre períodos de grande participação com outros de baixa representatividade. Os motivos variavam e refletiam a carga de trabalho naqueles momentos. Viagens de formadores de opinião, e de pessoas técnicas no processo também esvaziavam o quórum. Um projeto que começa com altos e baixos tende a perder sua importância.

A comunicação poderia ter sido mais contundente para manter o interesse e o engajamento das equipes. Embora tivesse sido feita uma comunicação forte na inauguração, os informes comunicativos semanais não eram constantes e raramente as conquistas eram projetadas nos televisores do restaurante.

Recursos financeiros também drenaram a empolgação inicial, sendo que ideias interessantes que necessitassem de verba, levava mais tempo para serem aprovadas e implementadas. Portanto, muitas ideias de menor porte visando o 5S e segurança eram conduzidas.

Mais importante ainda, foi o fato de a empresa não dispor de uma equipe dedicada com conhecimento para disseminar as ferramentas do *Lean*. A empresa demorou para aprovar a contratação de um especialista em manufatura enxuta, e quando iniciou o

processo de recrutamento e seleção, reconheceu que a estratégia poderia ser melhor se a responsabilidade pelo programa fosse direcionada aos gerentes funcionais, ao invés de um especialista em *Lean*. Reconheceu que era mais importante instituir a filosofia *Lean* de dentro para fora, do que contratar o conhecimento externamente.

Os treinamentos nas ferramentas somente iniciaram em fevereiro de 2018, portanto 7 meses após o programa ser lançado.

A despeito dessas dificuldades, de tempo, verba, conhecimento, envolvimento e comunicação, o programa permaneceu ativo, embora em um ritmo menor, reconhecendo as possibilidades da empresa.

Os funcionários simpatizaram com a sala *obeya Lean Pit Stop* e a usam para realmente definir metas, alinhar apresentações, e usar o espaço para diversas reuniões.

7. CONCLUSÃO

As empresas de manufatura possuem, em geral, equipamentos similares, as mesmas fontes de fornecimento e adotam processos similares. O que de fato as distingue é a busca incessante pela eficiência e eliminação das perdas.

Com a criação física de uma área *Lean Pit Stop*, a empresa determina de forma contundente e visual seu engajamento à filosofia do TPS, abrindo espaço para a participação dos funcionários e fomentando o trabalho em equipa. É através desse espaço e da liderança fabril, que se cria um ambiente de busca contínua pela eficiência operacional.

Através da aplicação de um pensamento Lean, passando pela elaboração de uma estratégia global, envolvendo a gestão de topo no projeto, criando comitês estratégico e operacional, elencando projetos macros, fomentando a colaboração dos funcionários, assegurando registro e acompanhamento das sugestões, e aplicando ferramentas específicas para solucionar problemas, foi possível chegar a resultados muito positivos.

Viu-se que a construção física de uma sala *Obeya* (sala de comando), equipada tanto em hardware como em recursos humanos, favorece a captação, registro e desdobramento de ideias. Aliada ao conceito de experimentação de rápidas melhorias (RIE), o qual se assemelha ao conceito do *Lean Pit Stop*, avanços rápidos podem ser feitos e atingidos.

Em curto espaço de tempo a fábrica estudada gerou 156 ideias cujo potencial de economia ultrapassava \$588,000 dólares. 31 dessas ideias foram implementadas gerando \$206,000 na redução de custos em base anual. Isso provou que fomentando um ambiente participativo e atento às contribuições dos funcionários, aplicando de forma ágil e efetiva as sugestões, resultados são atingidos.

O VSM foi a outra estratégia utilizada para identificar oportunidades de melhorias. Esta ferramenta foi utilizada para mapear de forma mais contundente, processos maiores e complexos. Uma vez mapeado os processos e identificado as oportunidades, equipas técnicas específicas foram designadas para assegurar a implementação dos planos de ações. Aportes financeiros foram concedidos para investir em equipamentos de automação.

O primeiro projeto focou a automação na etapa de testes da uma determinada área, e gerou 9.4% de redução na mão de obra, aumento de produtividade de 6.6%, redução de espaço físico 34.5% menor, e com melhoria de 15% no ciclo do processo.

Já o segundo trabalho, conduzido na área de SMT, identificou através do mapeamento das perdas, oportunidades de melhorias administrativas que poderão elevar o índice da eficiência de utilização do equipamento (OEE) passando de 39% de utilização para 84%. As duas abordagens foram validadas ou por sua implementação, ou pelos cálculos projetados. Tanto uma postura diretiva, onde a alta gestão definiu a área e alocou os recursos necessários, como as melhorias provenientes do piso, agregaram valor. Fica claro a importância da parceria entre os membros da equipa, e ter constância do propósito do projeto.

As limitações vivenciadas durante o trabalho, foram em superar a falta de clareza inicial de seu escopo, e assegurar recursos humanos suficientes dedicados ao projeto. Mesmo assim, deve-se assegurar que a alta gestão esteja envolvida, caso contrário a equipa não se mobilizaria adequadamente. Pode fazer-se uma analogia entre um bebé que nasce e que necessita de apoio para crescer, um projeto novo não pode ser deixado sem apoio e supervisão próxima. O encorajamento da equipa deve ser contínuo e o reconhecimento dos participantes também, pois se não houver esse esforço, os funcionários poderão deixar de acreditar no programa.

Como sugestões futura, importante a empresa dedicar recurso adicional com experiência comprovada nas ferramentas de *lean*, dedicado ao projeto. Este recurso poderá facilitar a execução e disseminação das ferramentas Lean. Também é recomendado que ocorram treinamentos concomitantemente às implementações feitas.

O *lean* já é uma filosofia comprovada. Para obter mais sucesso nas organizações, recursos devem ser empregados, equipas treinadas, e espaço dado para que contribuições floresçam, sejam capturadas, e implementadas. No *lean* existe uma máxima, proposto inclusive pelo RIE: faça! Experimente e faça. Os resultados irão surgir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chrystolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H., . . . Ranz, F. (2015). Learning Factories for research, education, and training. *Procedia CIRP* 32, 1-6.
- Alaskari, O., Ahmad, M., & Pinedo-Cuenca, R. (2016). Development of a methodology to assist manufacturing SMEs in the selection of appropriate lean tools. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 7 Issue: 1, pp.62-84.
- Antony, J., Krishan, N., Cullen, D., & Kumar, M. (2012). Lean Six Sigma for higher Education Institutions (HEIs): Challenges, barriers, success factors, tools/techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol.61 No.8 pp. 940-948.
- Antunes, J., Alvarez, R., Bortolotto, P., Klippel, M., & Pellegrin, I. (2008). *Sistemas de Produção*. Porto Alegre: Bookman.
- Beitinger, G. (2012). Lean Manufacturing - Follow five fundamentals to successful implementation. *Plant Engineering*, 37-40.
- Bollard, A., Larrea, E., Singla, A., & Sood, R. (2017). The next-generation operating model for the digital world. Fonte: McKinsey&Company: Consultado em 20 de Agosto em <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-next-generation-operating-model-for-the-digital-world>
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal Production and Economics*, Vol. 160, pp. 182-201.
- Cardoso, F., Lima, R. M., & Souza, R. M. (2010). Mini Fábrica de Software para Aprendizagem baseada em Projectos. 151-154. doi:312775/10
- Coutinho, C., Sousa, A., Bessa, F., Ferreira, M., & Viera, S. (2009). Investigação - Ação: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, v.13:2, pp.355-379.
- Dane, P., & Kleiner, B. (2016). Excellence in Lean Manufacturing. *Insights to a Changing World Journal*, Vol. 2, pp.2-14.
- Davies, S. (2005). The Fabric of success. *Manufacturing Engineer*, v. 84(2), pp.34-39.
- Da Silva, V., Lima, R., & de Lima, E. (2010). Experiência de Ensino-Aprendizagem de Alunos de Engenharia baseado em Projectos. Em N. Hattum-Janssen, R. Lima, & D. Carvalho, *Creating Meaningful Learning Environments* (pp. 161-164). Spain. doi:312775/10
- De Steur, H., Wesana, J., Dora, M., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). Applying value stream mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: a systematic review. *Waste Management*, Vol. 58 pp. 359-368.
- Diez, J. V., Ordieres-Mere, J., & Nuber, G. (2015). The HOSHIN KANRI TREE. Cross-Plant Lean Shopfloor Management. *The 5th Conference on Learning Factories 2015* (pp. 150-155). Dortmund, Germany: Elsevier.
- Flinchbaugh, J. (April de 2015). Beyond the Lean Initiative. *IndustryWeek.com*, 8.
- Flinchbaugh, J. (Setembro de 2016a). Where's Your Lean Team. *IndustryWeek.com*, 8.
- Flinchbaugh, J. (Novembro de 2016b). Making Oobeya Work. *IndustryWeek.com*, 10.
- Frison, A. (2015). *Impact of Industry 4.0 on Lean Methods: and the Business of German and Chinese Manufacturer in China*. Los Angeles: Amazon.
- Hariram, V., Karthick, B., Prasad, R. R., Syed, T. U., Thajes, P., & Veneeth, A. (April de 2017). Improving Industrial Performance Using Lean Tools and Operations Research. *Advances in Natural and Applied Sciences*, Vol. 11(4), pp.295-299.
- Herzog, N. V. & Tonchia, S. (7th de October de 2014). An Instrument for Measuring the Degree of Lean Implementation in Manufacturing. *Journal of Mechanical Engineering*, pp. 797-803.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream-mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.17 (1), pp 46-64.
- Hofrichter, M. (2017). *Value Stream Mapping*. Porto Alegre: Revolução.
- Iqbal, Gabriel. (2016). *Toyota Illustrated Encyclopedia of Lean Management*. Canada: Eureka Academy.
- James, T. (2006). Powering the Transformation. *Manufacturing Engineer*, 26-31.
- Jusko, J. (2015). Toyota Kata Delivers Lean Improvements at La-Z-Boy. *Industry Week*, 28.
- Jusko, J. (2016a). Obeya: The Brain of the Lean Enterprise. *Industry Week*, 22-24.
- Jusko, J. (2016b). Lessons in Lean Training. *Industry Week*, 27-29.
- Kimsey, D. B. (july de 2010). Lean Methodology in Health Care. *AORN Journal*, Vol. 92 No 1, pp.53-60.
- Leonard, J. (2015). Building Tomorrow's Smarter Factories. *Professional Engineering*, 16.

- Liker, J., & Meier, D. (2006). *The Toyota way Fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill.
- Maynard, M. (2009). Toyota Too is Looking to Cut Costs. *New York Times*.
- Mazzocato, P., Savage, C., Brommels, M., Aronsson, H., & Thor, J. (2010). Lean Thinking in healthcare: a realist review of the literature. *BMJ QUALITY & Safety*, Vol. 19, pp. 376-382.
- Merguerian, P. A., Grady, R., Waldhausen, J., Libby, A., Murphy, W., Melzer, L., & Avansino, J. (2015). Optimizing value utilizing Toyota Kata methodology in a multidisciplinary clinic. *Journal of Pediatric Urology*, Vol. 11, pp 228 e1-228 e6.
- Merlino, J. P., Petit, J., Weisser, L., & Bowen, J. (2015). *Leading with Lean: Getting the Outcomes we Need with the Funding we Have*. New York: Springer Science+Media Business.
- Minter, S. (2010). Measuring the Success of Lean. *Industry Week*, 32-35.
- Murayama, R., Reston F., J. C., & Cardoso, M. (2017). Aplicação do Lean Manufacturing e Estruturação da Indústria 4.0 em uma Linha de Baterias para Smartphone. A Engenharia de Produção e as novas tecnologias: industria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção. Joinville.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production*. Boca Raton: CRC Press.
- Ortiz, T., & Liker, J. (2017). Kata Practice for Scientific-Thinking. *PRODUCTION MACHINING*, 20-21.
- Parry, G. (2005a). Joined up lean. *Manufacturing Engineer*, v. 84(5), pp 44-47.
- Parry, G. (2005b). Counting the cost. *Manufacturing Engineer*, v. 84(1), pp.22-25.
- Perini, G.; Luciano, M.A.; Corso, L.L. (2016) An Analysis of the Topological Optimization from the Point of View of Seven Wastes. *IEEE Latin American Transactions*, Vol. 14, No.2, pp. 858-862
- Perovano, D. G. (2016). Manual de Metodologia da Pesquisa Científica. Curitiba: InterSaberes.
- Piercy, N., & Rich, N. (2009). Lean Transformation in the pure service environment: the case of the call service centre. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29 No. 1, pp.54-76.
- Sagalovsky, B. (2015). Organizing for Lean: autonomy, recursion and cohesion. *Emerald Insight*, Vol. 44, Issue 6/7, pp.970-983.
- Samuel, D., Found, P., & Williams, S. (2015). How did the publication of the book The Machine That Changed The World change management thinking? Exploring 25 years of lean literature. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 35 Issue:10, pp. 1386-1407.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Essex: Pearson Education Limited.
- Sanders, A., Elangewaran, C., & Wulfsberg, J. (March de 2016). Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, pp. 811-833. doi:10.3926/jiem.1940
- Sankoff, J., Taub, J., & Mintzer, D. (2013). Accomplishing Much in a Short Time: Use of a Rapid Improvement Event to Redesign The Assessment and Treatment of Patients With Alcohol Withdrawal. *American Journal of Medical Quality*, v.28 (2), pp. 95-102.
- Soltero, C. (2011). Creating an Adaptable Workforce: Lean Training and Coaching for Improved Environmental Performance. *Environmental Quality Management*, pp. 9-22.
- Stone, K. B. (2012). Four Decades of Lean: A Systematic Literature Review. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol.3 Issue: 2, pp.112-132.
- Tagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value Stream Mapping to Reduce the Lead-Time of a Product Development Process. *International Journal of Production Economics*, Vol. 160, pp.202-212.
- Toivonen, T. (2015). Continuous innovation - combining Toyota Kata and TRIZ for sustained innovation . *Procedia Engineering*, Vol. 131, pp. 963-974.
- Tyagi, S., Cai, X., Yang, K., & Chambers, T. (2015). Lean Tools and Methods to Support Efficient Knowledge Creation. *International Journal of Information Management*, Vol. 35, pp. 204-214.
- Venables, M. (2005). Boeing: Going for Lean. *Manufacturing Engineer*, Vol.84(4), pp.26-31.
- Wolf, L., Constantinou, E., Limbaugh, C., Rensing, K., Gabbart, P., & Matt, P. (2013). Fall Prevention for Inpatient Oncology Using Lean and Rapid Improvement Event Techniques. *Health Environments Research & Design Journal*, Vol. 7(1), pp. 85-101.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Free Press.
- Womack, J., & Jones, D. (2004). *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Campus.