

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ALON HANS ALVES DA SILVA

**A APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO WM - *WISDOM MAKER* COMO
FERRAMENTA DE MELHORIA CONTÍNUA NA GESTÃO DE PRODUÇÃO:
UM ESTUDO DE CASO NA PALLADIUM ENERGY ELETRÔNICA DA
AMAZÔNIA LTDA**

**MANAUS
2015**

ALON HANS ALVES DA SILVA

**A APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO WM - *WISDOM MAKER* COMO
FERRAMENTA DE MELHORIA CONTÍNUA NA GESTÃO DE PRODUÇÃO:
UM ESTUDO DE CASO NA PALLADIUM ENERGY ELETRÔNICA DA
AMAZÔNIA LTDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Augusto Pinto Cardoso

**MANAUS
2015**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586a Silva, Alon Hans Alves da
A aplicação da solução WM - Wisdom Maker como ferramenta de melhoria contínua na gestão de produção : um estudo de caso na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia LTDA / Alon Hans Alves da Silva. 2015
131 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Manuel Augusto Pinto Cardoso
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Melhoria contínua. 2. Produção enxuta. 3. Sistema de Produção. 4. Gestão da produção. I. Cardoso, Manuel Augusto Pinto II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ALON HANS ALVES DA SILVA

**A APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO WM - *WISDOM MAKER* COMO
FERRAMENTA DE MELHORIA CONTÍNUA NA GESTÃO DE PRODUÇÃO:
UM ESTUDO DE CASO NA PALLADIUM ENERGY ELETRÔNICA DA
AMAZÔNIA LTDA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal do Amazonas,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia
de Produção. Área de concentração:
Gestão da Produção.

Aprovado em _____ de _____ 2015.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dr. Manuel Augusto Pinto Cardoso

Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Waltair Vieira Machado

Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Niomar Lins Pimenta

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - FUCAPI

DEDICO,

A minha amada mãe Ivaneide, pela educação e dedicação em nossa criação.

Aos meus irmãos Elen, Kelen e Ramon pela força e incentivo.

Ao meu pai Ramon Ubaldo (em memória), por tudo o que o senhor significou e ainda significa para mim. Eu consegui viu, e espero que esteja orgulhoso de mim.

A minha amada namorada, Nismaile, obrigado meu amor pela força, incentivo e paciência. Te amo viu.

AGRADEÇO,

À Deus, pela saúde e pelas bênçãos de ter a minha linda família e meus amigos por perto para ver essa conquista.

À Palladium, pela oportunidade de capacitação profissional e apoio para o desenvolvimento desse trabalho. Ganhamos juntos.

À Universidade Federal do Amazonas, por mais uma vez me acolher e ter dado a oportunidade de abranger novos conhecimentos, os objetivos pessoais e profissionais que sempre foram os nossos desejos.

Ao professor orientador Dr. Manuel Augusto Pinto Cardoso, pela atenção, cumplicidade, entrega e dedicação. Foram dias estressantes, mais de grande valia. Pois, aproveitei a oportunidade de lhe conhecer e agregar mais conhecimento em minha vida. Muito obrigado.

Aos colegas de mestrado e de trabalho, em especial aos Srs. Roberto Murayama e Ricardo Giovanazzi, por terem acreditado em meu potencial em desenvolver um grande projeto, com o intuito de melhorarmos ainda nossa competitividade perante o mercado.

Aos meus pais, por me preparem desde a infância para este momento, e sabendo o quanto sempre gostei de estudar e ter grandes desafios em minha vida. Muito obrigado.

“A competitividade não se define mais pela quantidade de recursos que se tem, mas sim por quem mais conhece e usa os recursos que tem”.

Prof. Dr. Sc. Manuel Cardoso

RESUMO

As mudanças no cenário econômico no Brasil e no restante dos países em desenvolvimento sofreram constantes e consideráveis modificações nos padrões e nos níveis de concorrência nos mais diversos setores da indústria. As principais transformações substanciais destacam-se nos processos produtivos no que tange à reorganização buscando reduções de custos e maximização dos resultados. É nesse contexto que as empresas adotam os modelos de manufatura enxuta sedimentando uma tendência para a desnacionalização de grandes empresas, e concentrando os seus esforços na formulação de novas estratégias competitivas e de formulação de políticas compatíveis para suas áreas funcionais. Sendo assim, a implantação de ferramentas que visem à eficiência e ao aumento da produtividade na linha fabril torna-se um diferencial para enfrentar a concorrência nos vários segmentos do mercado globalizado. Nesta conjectura, o presente estudo tem como objetivo principal em apresentar os resultados provenientes do estudo de caso de implantação de um sistema de produção na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda. A abordagem está baseada em pesquisas de sistemas complexos adaptativos com a apresentação de como o mapeamento da linha de produção pode ser realizado por meio do suporte de sistema integrando desde os componentes eletrônicos até a gestão de produção, evidenciando a cadeia de valor e a melhoria a ser implantada na fase específica de montagem de componentes eletrônicos. Espera-se que o principal resultado esperado seja o desempenho do processo produtivo por meio do gerenciamento do sistema direcionado para as melhorias demonstrando a implantação cultural por novos conhecimentos organizacionais diante da aplicabilidade de alternativa para uma manufatura enxuta na indústria de transformação.

Palavras-chave: Melhoria contínua. Produção enxuta. Sistema de Produção.

ABSTRACT

Changes in the economic scenario in Brazil and the rest of developing countries suffered constant and considerable changes in the patterns and levels of competition in various sectors of industry. The main consubstantial changes stand out in production processes with regard to the reorganization seeking cost savings and maximize results. It is in this context that companies adopt lean manufacturing models settling a trend towards denationalization of large enterprises, and focusing on the development of new competitive strategies and policy formulation compatible to their functional areas. Thus, the deployment tools aimed at efficiency and increased productivity in the manufacturing line becomes a differential to compete in the various segments of the global market. In this conjecture, the present study aims to present the results from the case study of the implementation of a production system in Palladium Energy of Amazonia Electronics Ltda. The approach is based on research of complex adaptive systems with the presentation of how the mapping of the production line can be realized by integrating system support from the electronics to the production management, highlighting the value chain and improving the be deployed in specific phase of assembly of electronic components. It is expected that the main expected result is the performance of the production process through the system management directed to the improvement demonstrating the cultural implementation of new organizational knowledge on the alternative applicability for a lean manufacturing in the manufacturing industry.

Keywords: Continuous improvement. Lean production. Production system.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

IAC - Inserção Automática de Componentes

IMC - Inserção Manual de Componentes

MF – Montagem final

NBR - Norma Brasileira

NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul

P&D - Pesquisa e desenvolvimento

PIM - Polo Industrial de Manaus

PPB - Processo Produtivo Básico

SCA - Sistemas Complexos Adaptativos

SMT - *Surface Mount Technology*

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus

ZFM - Zona Franca de Manaus

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Principais agentes nos processos de fatores de demanda e de oferta.	19
Figura 02. Três fases operacionais e principais da aplicabilidade da ferramenta WM - <i>WISDOM MAKER</i>	25
Figura 03. Estrutura da pesquisa.	26
Figura 04. Exemplo de sistematização de estratégia aplicada nas organizações	28
Figura 05. Estrutura de produção enxuta.	31
Figura 06. Fases de execução - implantação de um sistema de manufatura enxuta.	32
Figura 07. O Programa 5S.	36
Figura 08. Programa OEE – elementos de composição	37
Figura 09. Fluxo de trabalho – Método 8D	38
Figura 10. Concepção da análise de pareto.	39
Figura 11. Elementos que subsidiam a ferramenta kaizen.	40
Figura 12. Os 5 cinco princípios enxutos	44
Figura 13. Pilar - 14 princípios enxutos	46
Figura 14. Base de cinco princípios baseados na indústria aeroespacial	47
Figura 15. Três principais benefícios advindos pela modularização.	50
Figura 16. Conceito CODP.	53
Figura 17. Configuração da linha SMT.	57
Figura 18. Divisão em três partes principais – Implantação MFV.	59
Figura 19. Tela de Cadastro de Componente I	61
Figura 20. Tela de Cadastro de Componente II	62
Figura 21. Tela de cadastro dos postos de trabalho	63
Figura 22. Tela do passo 1 do Wizard dos PA	64
Figura 23. Tela do passo 2 do Wizard da geração dos PA	65
Figura 24. Tela de cadastro manual do PA	66
Figura 25. Tela do relatório de Abastecimento de Componentes.	67
Figura 26. Tela cadastro de mapas de alimentação.	68
Figura 27. Tela de cadastro dos PA do mapa	68
Figura 28. Tela de consulta das alimentações	69

Figura 29. Tela de importação da planilha DE/PARA.....	70
Figura 30. Tela de importação dos programas das máquinas de IAC.....	71
Figura 31. Tela principal de monitorização.....	73
Figura 32. Tela de monitorização das máquinas cadastradas por status.....	73
Figura 33. Tela Legenda GT	74
Figura 34. B.I. (<i>Bussiness Inteligenty</i>).....	74
Figura 35. Relatório de paradas	75
Figura 36. Relatórios alertas / Ocorrência de alertas	75
Figura 37. Relatórios tabelas auxiliares - Tabela de paradas	76
Figura 38. Relatórios tabelas auxiliares - Tabela de refugos	76
Figura 39. Relatórios tabelas auxiliares - Tabela usuários.....	77
Figura 40. Cronologia organizacional - Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda	79
Figura 41. Controle de revisões	81
Figura 42. Lan IHM's	84
Figura 43. Fluxo de comunicação entre SMD e servidor de aplicação.....	87
Figura 44. Procedimentos das etapas da pesquisa.....	90
Figura 45. Etapas de tempo e calendário das linhas 3 e 4 apresentando a meta de eficiência OEE de (85%)	92
Figura 46. Etapas de implementação do projeto.....	93
Figura 47. Partes interessadas – levantamento de necessidades	94
Figura 48. Fluxograma – Sistema Enxuta	95
Figura 49. Visita Técnica – Definições	95
Figura 50. Fluxograma – Sistema Enxuta	96
Figura 51. Cronograma	96
Figura 52. Estrutura do Sistema MES	97
Figura 53. OEE – Máquina 1	97
Figura 54. OEE – Máquina 4.....	98
Figura 55. OEE – Máquina 4.....	98
Figura 56. Cenário da pesquisa: Linhas pilotos 1 e 4.....	99
Figura 57. Fluxograma – Sistema Enxuto	99
Figura 58. Fluxograma – Sistema Enxuto - RITMO.....	101

LISTA DE TABELA

Tabela 01. Principais ferramentas de produção enxuta	34
Tabela 02. Base de princípios voltados para o processo de desenvolvimento de produtos	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Descrição do código do produto – Filial Manaus.....	24
Quadro 02. Perfil de produção mundial - Palladium Energy.....	55
Quadro 03. Sistema Insert – Monitoramento por cores.....	72
Quadro 04. Perfil de produção mundial - Palladium Energy.....	78
Quadro 05. Configuração para estações de trabalho.....	81
Quadro 06. Configuração para servidor de banco de dados e servidor de aplicação (IDW)	82
Quadro 07. Servidor de banco de dados x Servidor de aplicação (IDW.war)	83
Quadro 08. Módulo Qualidade Injet.....	88
Quadro 09. Quadro comparativo “ANTES versus DEPOIS” da implantação da solução WM - WISDOM MAKER.....	104

SUMÁRIO

1. Introdução.....	17
1.1 Contextualização.....	20
1.2 Objetivos:Geral e Específicos	21
1.3 Justificativa.....	22
1.4 Delimitação do estudo.....	24
1.5 Estrutura do trabalho.....	25
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.1 O sistema de produção dentro do contexto mundial.....	27
2.2 Conceitos e definições do sistema de produção enxuta	29
2.3 Os tipos de ferramentas dentro do sistema de produção enxuta	34
2.3.1 A importância do Programa 5S	35
2.3.2 O papel da OEE - Eficiência Geral de Equipamento	36
2.3.3 Método 8D – As 8 disciplinas	37
2.3.4 A Análise de Pareto.....	39
2.3.5 A Eliminação de Desperdício	40
2.3.6 Efeito Kaizen	40
2.3.7 A Redução do tempo de configuração (<i>set-up</i>)	41
2.3.8 O mapeamento de processos	41
2.3.9 A importância do Mapa do Fluxo de Valor (MFV)	42
3. A EVOLUÇÃO DOS PRINCÍPIOS ENXUTOS	43
3.1 A produção enxuta e os cinco princípios enxutos.....	43
3.2 Os princípios do Sistema de Produção Toyota	45
3.3 Princípios do conceito enxuto nas organizações.....	47
3.4 Princípios de transformação organizacional.....	48
3.5 Princípios na construção do conceito enxuto	48
3.6 Princípios adotados pelo conceito enxuto no processo de desenvolvimento de produto	49
3.7 Um novo conjunto de princípios para a excelência operacional.....	51
3.7.1 O ponto de desacoplamento do pedido do cliente (CODP).....	52
3.7.2 Um esquema de classificação para fabricantes	54

4. O ESTUDO DE CASO.....	55
4.1 O fluxo de produção por meio da implantação do Mapa do Fluxo de Valor (MFV)	55
4.2 Conceitos e definições da Solução WM - <i>WISDOM MAKER</i>	60
4.2.1 Software <i>Cheek Feeder</i>	60
4.2.2 Principais características.....	60
4.2.3 Cadastro de Componentes.....	61
4.2.4 Cadastro de posto de trabalho (máquina insersora)	63
4.2.5 Cadastro Mapa de alimentação.....	67
4.2.6 Consulta de alimentações	69
4.2.7 Importar a planilha DE/PARA?	70
4.2.8 Importar um programa de máquina IAC	71
4.2.9 Monitorização em tempo real	71
4.3 Apresentação da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda.....	77
4.3.1 A aplicabilidade da solução WM - <i>WISDOM MAKER</i> dentro da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda.....	80
4.3.2 Conteúdo da solução WM - <i>WISDOM MAKER</i>	81
4.3.3 Previsão de crescimento da base do Injet DW	83
4.3.4 Sugestão de configuração para a LAN.....	84
4.3.5 Módulo Check-Feeder.....	85
4.3.6 Requisitos de código de barras para o funcionamento do CheckFeeder	85
4.3.7 Módulo Qualidade Injet.....	87
5. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	88
5.1 Fundamentação	88
5.2 Procedimentos das etapas da pesquisa.....	89
5.3 Coleta e tratamento dos dados	100
5.4 Validação dos resultados esperados.....	100
6. A ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	102
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
7.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	105

REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A - Resultado consolidado do produto WIFI HP após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	114
APÊNDICE B – Resultado consolidado do TEMPO DISPONÍVEL: Padrão versus Real após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	116
APÊNDICE C - Resultado consolidado de SETUP após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	118
APÊNDICE D - Resultado consolidado de MATERIAL após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	120
APÊNDICE E - Resultado consolidado de QUALIDADE após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	122
APÊNDICE F - Resultado consolidado de PRODUÇÃO após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	124
APÊNDICE G - Resultado consolidado de RITMO após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	126
APÊNDICE H - Resultado consolidado de OEE após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	128
APÊNDICE I - Resultado consolidado de OEE após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker	130

1. INTRODUÇÃO

Indiscutivelmente, a gestão da produção torna-se o assunto cada vez global e intrínseco dentro das organizações. Nas últimas décadas, houve um crescimento nas transações internacionais diante dos mais diversos investimentos estrangeiros nos países em desenvolvimento, ocasionando a consolidação de mercados emergentes e, conseqüentemente incentivando a reestruturação e a inovação dos sistemas de manufatura industrial (MYKLEBUST, 2013).

Igualmente dessa forma, a competitividade organizacional faz com que as empresas multipliquem as suas ferramentas visando à evolução de seu desempenho juntamente com o crescimento econômico. Assim, Grant (2013) afirma que entre as estratégias de consolidação de mercado dessas organizações, destacam-se a instalação de suas filiais em diversas localidades extraterritoriais de suas origens, massificando assim a predominância em culturas diferenciadas e específicas.

Isto significa que o papel das empresas de manufatura passa por transformações, pois, até então, o foco operacional baseava-se somente no abastecimento dos mercados nacionais com produtos importados, ou seja, enfatizando o processo de importação. Entretanto, observa-se de modo perene que este cenário passa por alterações substanciais quanto aos esforços das organizações em suprir os mercados internacionais com fabricação local (CHIARINI, 2014).

Golini et al., (2014) explicam que a fase de transnacionalização dessas organizações faz parte do processo de produção internacional. Segundo as suas interpretações, tratam-se de um dos estágios que tem por base a ideia de que uma empresa multinacional precisa adotar uma organização operacional que viabilize gerenciar as demandas conflitantes e dinâmicas dos seus clientes, principalmente os globais.

Um elemento importante deste novo paradigma é a abordagem da produção internacional voltada às atividades das multinacionais. Assim, pode-se constatar que as questões internacionais acerca das operações fabris evoluíram em razão dos crescentes índices de consumo diante da introdução de novo produtos e dos expressivos números de vendas. Simultaneamente, as

engenharias de manufatura e de produção experimentam uma rápida mudança nos conceitos do sistema de fabricação. Complementando esta visão, a gestão de operações também se molda diante das diferentes facetas as quais os processos de produção permeiam nas etapas de transformação de uma ou mais partes, de montagem e desmontagem, e entre outras (LILLIS e SWEENEY, 2013).

Pode-se inferir que o deslocamento dessas empresas para outras regiões, faz emergir as redes de produção internacional. Esse conceito defendido por Shavarini et al., (2013) define-se como um conjunto que agrega e coordena as diversas plantas dessas organizações localizadas em diferentes lugares. Portanto, as redes de produção internacional desempenham uma tarefa importante para a manufatura das empresas causando impactos consideráveis no desempenho e na rentabilidade financeira-operacional.

Diante dessas inovações, para Waehrens et al., (2012) a gestão da produção tem recebido considerável atenção no processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A explicação baseia-se nas múltiplas ligações sistêmicas entre ambas as áreas, pois, ao longo do todo o ciclo de vida de um produto, qualquer empresa que cria uma estrutura de produção global considera a integração da pesquisa e desenvolvimento como fator determinante no desempenho dos resultados. Embora existam diferenças conceituais entre a gestão da produção e o processo de P&D, as semelhanças são advindas dos significativos fatores resultantes das capacidades científicas e tecnológicas aplicadas à produção.

Outra abordagem importante é a internacionalização das atividades de P&D com relação à produção. Embora o processo de P&D apresenta-se como um fenômeno relativamente recente, pois embora bem menos globalizados do que a produção, vem crescendo continuamente desde os últimos anos. Operacionalmente, a pesquisa e o desenvolvimento podem agregar valores na informação global, na infraestrutura de comunicação, no uso da digitalização e nos instrumentos padronizados em fábricas, pois, na maioria das vezes os processos de produção sofrem fragmentações por causa de fatores internos e externos (AGHAJANI et al., 2012).

Tillema e Van Der Steen (2015) o processo de P&D na gestão da produção é conduzido simultaneamente por diversos fatores externos, como as

influências de oferta e de demanda do mercado. Em resumo, a globalização do P&D é motivada por uma série de condições originárias das tendências globais que alcançam a gestão empresarial e organização. De acordo com a figura 01 é possível correlacionar os principais agentes nos processos de fatores de demanda e de oferta.

Figura 01. Principais agentes nos processos de fatores de demanda e de oferta



Fonte: Tillema e van der Steen (2015).

Por conseguinte, é que este estudo aborda a importância na implantação de ferramentas que visem à eficiência e ao aumento da produtividade na linha fabril, tornando-se assim um diferencial para enfrentar a concorrência nos vários segmentos do mercado globalizado. Desta forma, pretende-se explicar os conceitos e a contextualização na prática de um estudo de caso realizado em uma empresa multinacional localizada no Polo Industrial de Manaus com subsidiárias localizadas em diversas localidades do mundo.

Para esta pesquisa, o seu objeto principal é a aplicabilidade da ferramenta de sistema de produção, o WM - *Wisdom Maker*, como um sistema que visa reduzir e eliminar os erros na alimentação de componentes nos postos de trabalhos. Ressalta-se ainda a importância da melhoria contínua na gestão da produção como consciência organizacional buscando resultados e benefícios frutíferos na competitividade industrial.

1.1 Contextualização

A concorrência global e as constantes adaptações nas demandas dos clientes estão causando ajustes quanto às complexidades, às incertezas e às mudanças no processo de fabricação das organizações. Por conseguinte, a flexibilidade em recursos de produção é necessária para responder de maneira rentável e rápida às mudanças e às exigências da própria produção industrial. Sabe-se que dinamizar a capacidade dos recursos de produção para assim realocar um processo em razão de outro recurso é definitivamente uma das estratégias para alcançar a flexibilidade (SCHNELLBACH e REINHART, 2015).

Para Dahlggaard-Park et al., (2013), a abordagem por uma melhor gestão da produção sofreu uma mudança considerável nas últimas duas décadas. No mundo corporativo organizacional contemporâneo, o direcionamento das ações é enfatizado por produção de bens e serviços de alta qualidade manufaturada em pequenos lotes para atender às demandas específicas de pequenos grupos de clientes. Assim, essa mudança requer uma maior flexibilidade no sistema de produção para acomodar as rápidas transformações nos desenhos dos produtos, diante das exigências do mercado.

Martínez-Jurado et al., (2013) afirmam que hoje o mercado é determinado pelos clientes. Para existir a produção, a manufatura deve buscar e fabricar o que os potenciais consumidores exigem. Diante da diversidade e da inovação no lançamento de tantos produtos, esses clientes dispõem de muitas alternativas, e o diferencial está em atender à altura as expectativas.

Em vista disso, os sistemas industriais tornaram-se muito complexos devido a uma grande variedade de produtos a serem feitos em um único processo industrial, envolvendo diferentes tipos de materiais, de máquinas, de ferramentas e entre outros fatores a serem empregados na gestão da produção. No que tange à contextualização do objetivo deste estudo, a pesquisa expõe conceitos sobre a gestão da produção, a importância da aplicabilidade de ferramentas visando à melhoria contínua e à produtividade, seguidos da explanação e discussão acerca dos resultados preliminares e esperados. Em razão do foco principal desta pesquisa se basear em um estudo

de caso na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda, é nesse contexto que surgem as seguintes perguntas deste estudo conforme seguem.

- a) É possível a gestão de produção interagir com outras abordagens no processo de internacionalização da manufatura?
- b) Como as organizações, especificamente a Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda, podem melhor gerenciar e aperfeiçoar os seus processos produtivos visando satisfazer os seus resultados e a eficiência?
- c) Quais são os possíveis desafios e os benefícios trazidos pela implantação da solução WM - *Wisdom Maker* como ferramenta inovadora para o fortalecimento dos processos produtivos na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda?
- d) As melhores práticas na gestão da produção podem ser adaptadas para os mais diferentes contextos e situações?

Obviamente, o alcance dos níveis mais altos de produtividade em um ambiente organizacional no que tange à gestão da produção requer esforços e tomadas de decisões assertivas. A saber, a Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda está localizada na Zona Franca de Manaus com fundação em 1974 tendo o foco baseado no fornecimento de energia de bateria confiável de alto desempenho. É nesse processo ainda que a Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda preserva e cultiva as parcerias estratégicas pautadas no conhecimento em tecnologia, engenharia inovadora e flexível, testes exaustivos e recursos de fabricação eficiente, disposta a enfrentar qualquer desafio de energia, garantindo sempre uma solução à frente.

1.2 Objetivos (Geral e Específicos)

Geral:

- Avaliar a implantação de ferramentas de melhoria contínua dentro da gestão de produção realizando estudo de caso em uma linha de produção, a partir de uma visão voltada para as análises das práticas da globalização

intrínseca no processo da gestão da produção, sob o prisma diferenciado e holístico de solução de gargalos, bem como multiplicação e expansão de ferramentas apropriadas para a melhoria de técnicas e aperfeiçoamento operacional das organizações.

Específicos:

Quanto aos objetivos específicos, esta pesquisa pretende:

- ❖ Mapear os elementos intrínsecos da gestão da produção, destacando os diferentes conceitos relacionados de manufatura enxuta a partir da literatura existente e, após, seguir com a análise de uma perspectiva histórica para explorar suas inter-relações elaborando assim o correspondente processo de evolução no Brasil e no mundo.
- ❖ Distinguir os níveis distintos na revisão da literatura disponível por meio de artigos publicados em jornais e revistas científicas, além de livros acerca das metodologias empregadas e dominantes com o foco na pesquisa e na ilustração da trajetória, mapeando a literatura específica concernente aos benefícios advindos nas implantações de soluções sistêmicas como suporte de ferramenta na gestão da produção, especificamente a solução WM - *Wisdom Maker*.
- ❖ Propor maiores possibilidades diante das referências pesquisadas servindo como informações de referência tanto para acadêmicos e tanto para os profissionais atuantes na área da ZFM.

1.3 Justificativa

Nas últimas décadas, a literatura acerca da gestão da produção vem sendo estimulada por casos de aplicação prática, ou seja, a substituição de métodos mais tradicionais nas áreas de planejamento e de controle dos sistemas de produção por menores volumes de estoque, práticas de processamento mais rápido e eficiente (CHEN et al., 2013). Essa ruptura representou uma mudança de paradigma fabril de produção em massa, sendo

a base para o surgimento de manufatura enxuta, ou, *lean production*, do termo em inglês.

Com a globalização das informações e das práticas organizacionais, o processo de aceitação da manufatura enxuta foi brevemente adotado pelas empresas diante dos benefícios advindos pelo seu funcionamento. O termo produção enxuta é considerado como as melhores práticas adotadas para operações de fabricação contemporânea. Conceitualmente, o pensamento enxuto é uma forma cíclica para alcançar a perfeição por meio da remoção de resíduos e assim promover a melhoria do valor a partir da perspectiva do cliente (SCHULZE et al., 2011).

Em geral, para Aguado et al., 2013 a produção enxuta oferece vantagens competitivas e estratégicas como se destacam os prazos de entrega reduzidos, os benefícios na rotina de trabalho, a realização de trabalhos em equipe, a capacitação dos colaboradores, o desempenho na qualidade dos produtos, a redução de custos de manufatura e entre outros. Sendo assim, este estudo justifica-se pelo fato que é primordial que o processo de gestão da produção seja baseado no conceito de manufatura enxuta, pois, é amplamente necessário para subsidiar ferramentas que possam fortalecer os mecanismos de eficiência na produção.

A partir daí, pode-se induzir que a Palladium Energy Indústria é uma organização adepta das práticas de produção enxuta visando contribuir para a consolidação de uma indústria brasileira mais competitiva, inovadora e tecnicamente capaz de concorrer com os demais polos industriais localizados em diversos lugares do mundo.

Matt e Rauch (2013) que também apresentam uma consistente contribuição para o tema, afirmam que em uma economia globalizada, a rentabilidade dos produtos não se define mais pelos seus preços praticados, que são determinados pela exigência do mercado consumidor, mas sim na competência de reduzir os custos operacionais de produção mantendo ou melhorando a qualidade dos produtos.

Sendo assim, trata-se de uma tendência global em gerir os recursos prospectando os melhores resultados, e pelo fato da Palladium Energy Indústria está localizada em um celeiro industrial como o PIM, torna-se uma oportunidade ímpar de abordar empiricamente toda a pesquisa acerca da

implantação da solução WM - *Wisdom Maker* como ferramenta de melhoria contínua na gestão de produção, servindo assim de parâmetros para outras unidades fabris instaladas na ZFM.

1.4 Delimitação do estudo

Preliminarmente, as etapas concisas relativas a este estudo efetivamente iniciaram-se em meados do 1º semestre de 2014 com a delimitação do uso da solução WM - *Wisdom Maker* como ferramenta de melhoria contínua na gestão de produção da Palladium Energy Indústria.

A saber, a Palladium Energy Indústria está estrategicamente localizada nos países como Estados Unidos, China, Taiwan, Coreia e no Brasil, especificamente com uma unidade fabril instalada no PIM. Tornou-se a fábrica sucessora das empresas Hitech Harnesses Ltda e Tyco Eletronics e, atualmente conta com o suporte de 813 colaboradores sob o investimento orçamentário em torno de U\$ 18.8570,000. O quadro 01 identifica os produtos manufaturados pela Palladium Energy Indústria em Manaus de acordo com o PPB Suframa. Destaca-se ainda que a unidade em Manaus é re-certificada pela NBR ISSO 9001, a qual trata da definição dos requisitos mínimos no atendimento a um sistema de gestão da qualidade compatível com os mais altos padrões internacionais.

Quadro 01. Descrição do código do produto – Filial Manaus

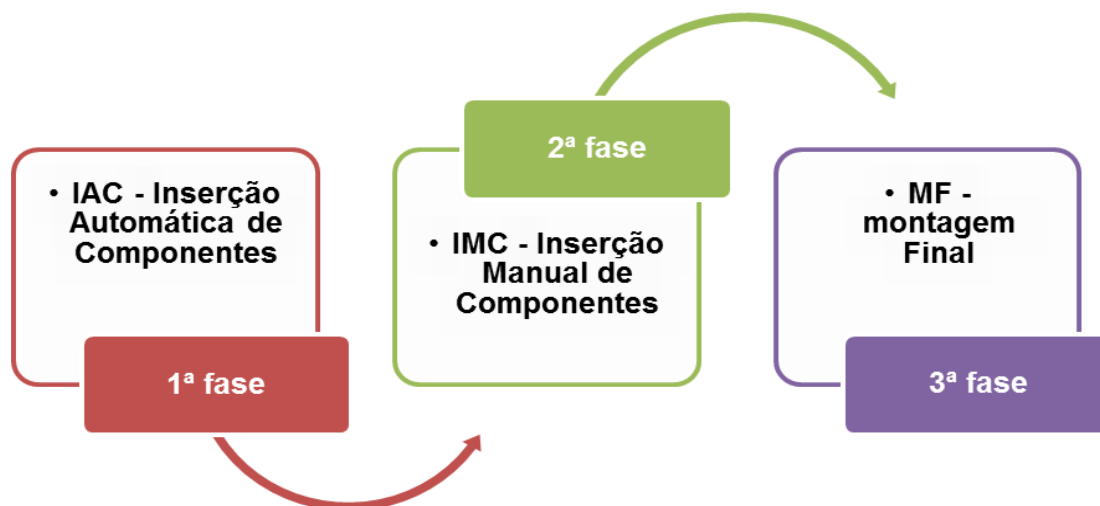
N C M	DESCRIÇÃO
84733049	Placa de circuito impresso montada (de uso em informática)
85044021	Conversor para máquina automática de processamento de dados digital, portátil/ <i>notebook</i>
85044029	Conversor de corrente – adaptador de tensão para bens de áudio e vídeo
85076000	Bateria para telefone celular
85076000	Bateria recarregável para equipamento portátil, exceto de informática

Fonte: Suframa (2015).

Portanto, a aplicabilidade desta ferramenta WM - *Wisdom Maker* será inicialmente disponibilizada na unidade da Palladium Energy Indústria localizada em Manaus quanto ao seu processo produtivo de montagem de aparelhos eletrônicos. A figura 02 traz um cenário abrangendo a atuação desta ferramenta na produção diante da divisão em três fases operacionais da solução.

Salienta-se que a delimitação ainda deste estudo justifica-se pelo fato de a IAC abranger as linhas de montagem de SMT, além de reunir os maiores investimentos da produção diante da restrição da capacidade produtiva, ou seja, os gargalos. Ressalta-se ainda que todo ganho de produtividade obtido na IAC se reflete como ganho de capacidade produtiva e redução significativa do custo de manufatura. Entretanto é importante relatar que o principal objetivo da gestão produtiva, de qualquer processo, é a diminuição do tempo de transformação da matéria prima em produto final, com qualidade e usando o mínimo de recursos necessários. Sendo assim, esta pesquisa irá focar em melhorias de produtividade da IAC pelas razões já descritas.

Figura 02. Três fases operacionais e principais da aplicabilidade da ferramenta WM - *Wisdom Maker*



Fonte: Autor (2015).

1.5 Estrutura do trabalho

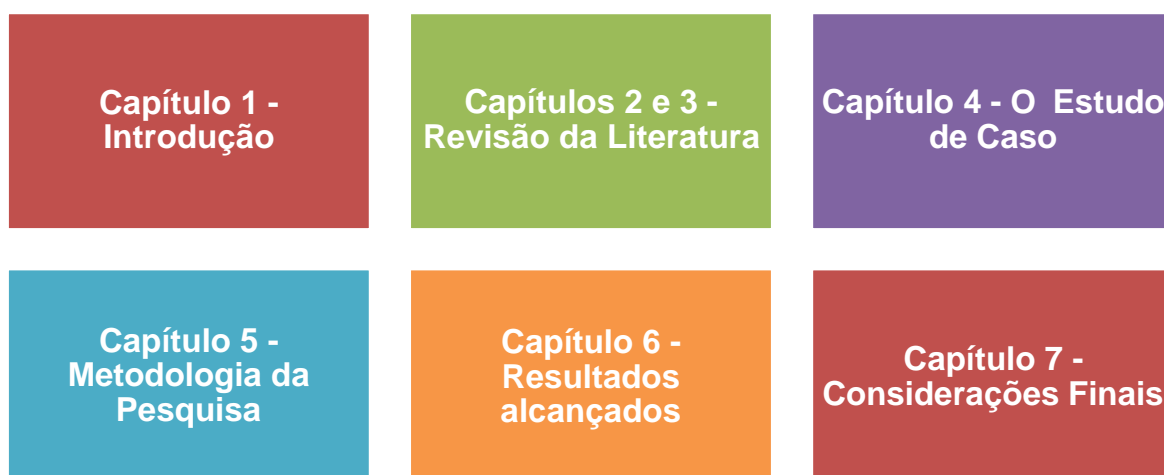
O presente trabalho estrutura-se em 6 capítulos descritos a seguir.

Após a introdução apresentada anteriormente, segue-se a fundamentação teórica, relatando os conceitos apresentar uma sequência teórica acerca da fundamentação e da evolução da gestão da produção diante da aplicabilidade de uma solução visando aumentar a eficiência do processo de manufatura na Palladium Energy Indústria. Abordam-se, ainda, definições dos processos e das ferramentas de produção enxuta.

Pormenorizando as sequências apresentadas, a figura 03 detalha ilustrativamente o capítulo 1 desta pesquisa evidencia a contextualização, os objetivos geral e específicos, a justificativa, a delimitação do estudo e bem como a estrutura do trabalho. Quanto ao capítulo 2 e 3 há a retrospectiva da revisão da literatura dentro do contexto imerso na nas mais diversas referências em artigos, livros e contextos nacionais e internacionais. Para o capítulo 4 explana-se o próprio estudo de caso em si tendo como principal objeto a Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda – sede em Manaus, diante dos desafios em mensurar os benefícios advindos com esta pesquisa, e em seguida, o capítulo 5 apresentando a metodologia da pesquisa utilizada para mapear e guiar os conceitos inerentes ao caso.

No sexto capítulo, após a explanação do estudo de caso, descrevem-se os desdobramentos pertinentes referentes à análise, à aplicação e à discussão dos resultados alcançados. E o sétimo capítulo mostra as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

Figura 03. Estrutura da pesquisa



Fonte: Autor (2015).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O sistema de produção dentro do contexto mundial

Segundo Chen e Guan (2011), o dinamismo imposto pela inovação e pelo aumento da concorrência faz as empresas acelerarem o processo de coordenação das atividades das suas principais funções, como parte de uma estratégia coerente de desempenho no mercado internacional. No entanto, existem disparidades entre as ações planejadas e efetivas, pois, na maioria das vezes, a prática não reflete os resultados prospectados em razão da deficiência no desenvolvimento de ideias funcionais na identificação, na seleção e na harmonização das devidas direções estratégicas.

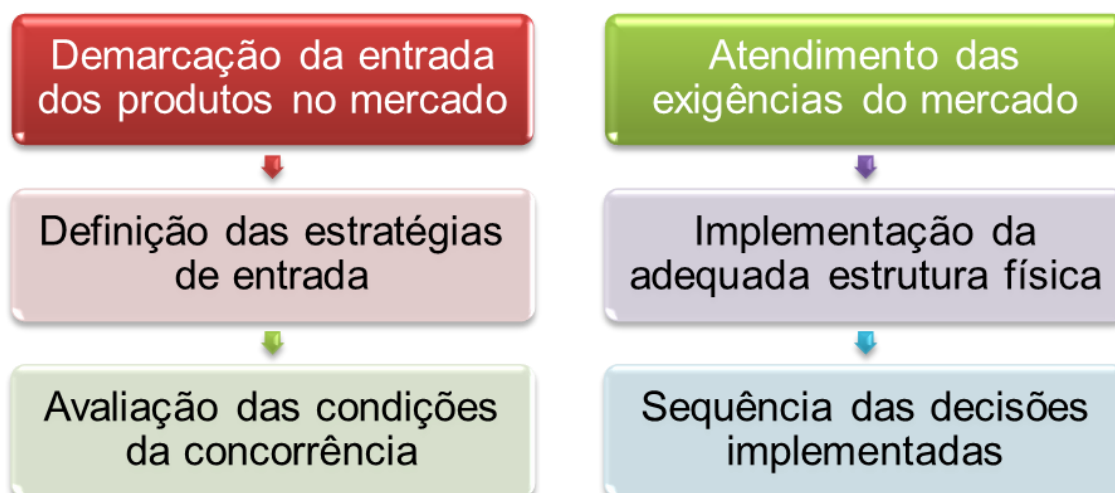
É nesse mesmo sentido que Kováč e Rudy (2014) afirmam que a definição de uma clara estratégia desempenha um papel fundamental em qualquer organização, especificamente, no que tange à gestão da produção. Entretanto, a execução desta estratégia depende invariavelmente do exercício das atividades operacionais dentro do planejamento, e assim, é primordial que as empresas tenham noções aprofundadas desta gestão operacional para que resultados contraproducentes sejam excluídos do processo.

Não obstante, Apak e Atay (2015) relatam que a execução operacional dentro das organizações desempenha um papel decisivo no desenvolvimento de uma economia competitiva, além de fortalecer de modo favorável uma posição de mercado para essas empresas. Sendo assim, torna-se imprescindível que o processo de pesquisa e desenvolvimento permeie estudos concisos acerca da gestão da produção no que concerne a importância da aplicabilidade dos modos operacionais na atuação da estratégia organizacional.

Para Choudhari et al., (2012) existem diversidades quanto aos sistemas de produção utilizados pelas organizações, inclusive no mapeamento dos seus processos. Cada vez mais as organizações entendem que a gestão da produção faz parte do conceito estratégico que relaciona os pontos fortes diante dos recursos físicos disponíveis para as empresas visando o crescimento das oportunidades no mercado. A figura 04 relaciona um exemplo desta sistematização aplicada nas organizações.

É ainda no tocante à importância da gestão operacional que Choudhari et al., (2013) esclarecem que cada estratégia cria uma tarefa de produção exclusiva, ou seja, a escolha de uma determinada configuração a ser direcionada para a fabricação de um produto pode delinear o conjunto de produção de linha. Isto significa que a análise das escolhas destaca-se por ser uma fase determinante em todo o processo produtivo, pois, envolvem agentes fabris decisivos na sucessibilidade do desempenho operacional, como se destacam as prioridades competitivas, as orientações para manufatura, as decisões gerenciais e entre outras.

Figura 04. Exemplo de sistematização de estratégia aplicada nas organizações



Fonte: Choudhari et al (2012).

Em geral, quando a empresa se envolve com o processo de desenvolvimento de novos produtos, segue uma série de etapas essenciais até o seu lançamento no mercado. Um novo produto para ser introduzido, perfaz uma longa sequência de etapas, começando com uma demarcação da entrada dos produtos no mercado que se caracteriza pelas atividades voltadas para a escolha e a avaliação de informações. Com efeito, para que o novo produto possa evoluir, a gestão torna-se cada vez mais bem elaborada acerca desse produto se definindo nas estratégias de entrada. Na sequência deste processo de melhor identificação de técnicas podendo levar a melhores novas decisões, destaca-se a avaliação das condições da concorrência limitando e minimizando

o nível do risco dos competidores e dos seus produtos no mercado e que, eventualmente podem se destacar.

A interação entre as perspectivas de especificações exigidas pode fazer que o mercado possa mudar o meio do desenvolvimento, tornando as estimativas originais de dimensão do mercado em relação à aceitação de um produto inválido. Assim, o atendimento das exigências do mercado é um passo que faz parte de um conjunto original de critérios de produtos obsoletos.

A saber, os concorrentes podem apresentar produtos similares, entretanto, a criação de um ambiente de mercado menos receptivo pode influenciar no processo de não aceitação desse produto. Assim a implementação de uma adequada estrutura física que engloba os itens necessários para o lançamento desse produto, torna-se um diferencial nesse curso, acompanhando entre outras as mudanças externas da definição original do produto. E por fim, a sequência das decisões tomadas evidencia se as etapas adotadas foram suscetíveis de ações efetivas e úteis para as organizações que mensuram o sucesso de desenvolvimento de produtos.

Apresentando uma visão mais clássica do conceito de estratégia, Mintzberg et al., (2010) abordam que se trata de um comportamento padrão resultante das ações efetivamente exercidas, ou seja, a standardização corrente das operações. Deste modo a eficácia operacional é amplamente discutida na literatura acadêmica e no mercado globalizado que aborda o assunto, e, diante dessa contextualização, a simbiose entre a estratégia e a operação faz sedimentar o conjunto de metas, de diretrizes e de normas as quais sistemicamente institucionalizam as organizações.

A essência organizacional vem do propósito de direção e de gestão dos recursos investidos para a execução operacional visando o melhor cumprimento dos resultados por essas empresas.

2.2 Conceitos e definições do sistema de produção enxuta

Diversas são as mudanças às quais as organizações enfrentam diante de um ambiente corporativo. Exigências mais elevadas relativas à qualidade, produtos com ciclos de vida reduzidos, prazos de entregas minimizados, custos

de fabricação e entre outras. Para Kotler e Kotler (2013) a constante convivência das empresas com oscilações do mercado faz fortalecer o processo de planejamento estratégico e conseqüentemente, a aplicação de um sistema de produção enxuta com base no Sistema de Produção Toyota torna-se suscetível a possibilidade de desempenho.

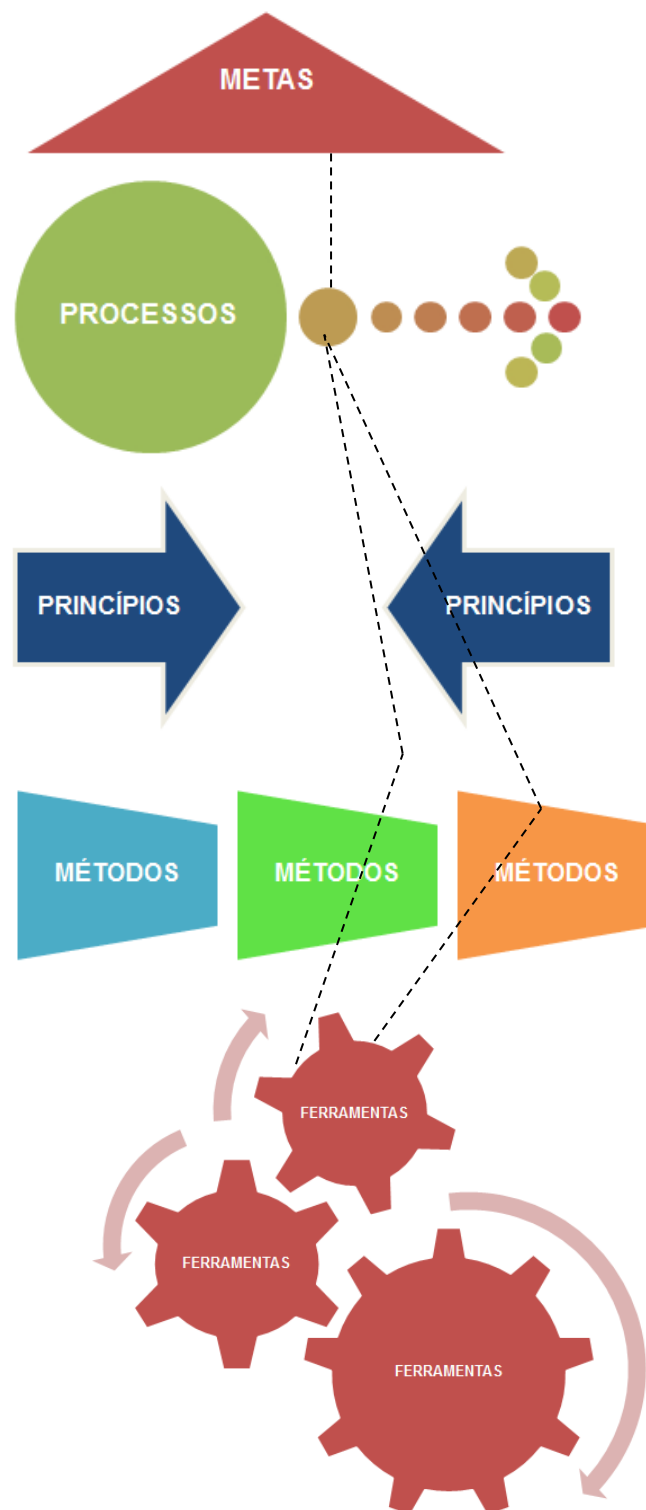
Sundin et al., (2011) acrescentam que o sistema de produção enxuta não só coopera com a redução de resíduos industriais no processo de produção, mas também permite à empresa manter o foco no valor do cliente. A priori, o sistema é definido como um conjunto específico da própria empresa ditando regras, normas, métodos, ferramentas e filosofias subjacentes apropriadas à cultura da concepção abrangente e sustentável da manufatura. Assim, permite que a organização atenda os requisitos de seus negócios em consonância com as tendências tecnológicas relacionados com as forças operacionais, estratégicas e econômicas.

De acordo com a figura 05, a estrutura de produção enxuta apresenta 04 níveis: o nível 01 apresenta os objetivos gerais prospectados pela empresa, enquanto o nível 02 relaciona as metas planejadas para cada parte do processo. A fim de atingir seus objetivos estratégicos, a organização aplica o nível 04 que se caracteriza pela utilização de métodos e ferramentas destinadas ao desempenho das ações. Por sua vez, esses métodos e ferramentas são implantadas diante de princípios consolidados e pactuados, como a puxada de produção, fluxo, normalização, melhoria contínua de processos e entre outros.

Naturalmente, a implantação de um sistema de manufatura enxuta exige alterações necessárias e fundamentais na cultura da organização, ocasionando um enorme desafio para todas as empresas que optam em seguir por essa filosofia.

Decorrente assim, para Sacks et al., (2010) o devido mapeamento do fluxo de uma linha de produção é uma etapa que pode enfrentar dificuldades diante da disparidade entre os objetivos da organização e a efetividade operacional de seus colaboradores. Mais adiante, essa situação é ainda mais agravada pela dificuldade de visualizar o fluxo de trabalho em conjunto, pois envolvem as mais diversas áreas da empresa, como manutenção, planejamento, suprimentos, recursos humanos e entre outras.

Figura 05. Estrutura de produção enxuta

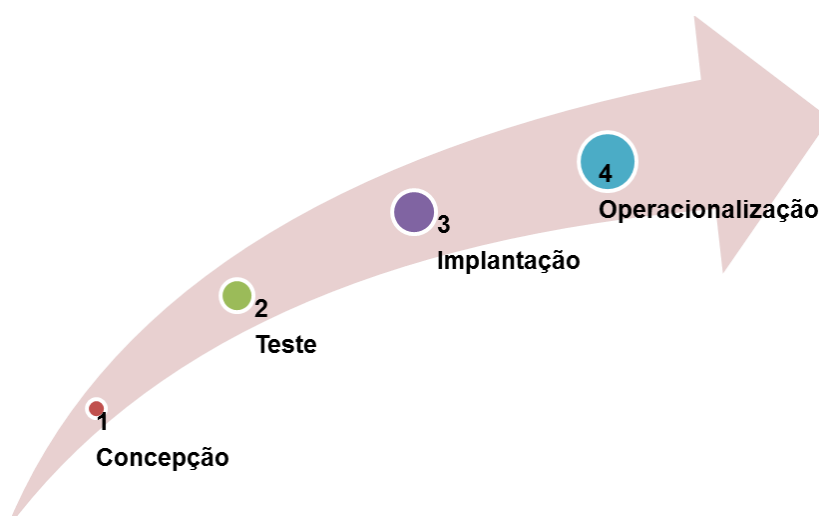


Fonte: Sundin et al., (2011).

Como é possível visualizar na figura 06, a fase inicial para Sacks et al., (2010) contemplam a criação em si do sistema de produção enxuta diante da concepção de ideias e ações, relacionando-se à condução de treinamentos, de

conceitos e de qualificação dos colaboradores quanto à prática da manufatura enxuta e, utilizando ferramentas de comunicação, alimentação de informações e desenvolvimento de recursos humanos. Logo após a fase 1, a etapa 2 consiste na realização de teste em chão de fábrica objetivando adquirir conhecimentos profundos quanto aos recursos necessários acerca da melhor abordagem a ser empregada na gestão da produção.

Figura 06. Fases de execução - implantação de um sistema de manufatura enxuta



Fonte: Sacks et al., (2010).

Quanto à fase de implantação, seu objetivo principal é o conjunto do processo com a combinação de toda a aprendizagem adquirida na etapa de testes, incluindo além da aplicabilidade na área de produção, a sedimentação da filosofia nas atividades meio, como recursos humanos, finanças, qualidade, suprimentos e entre outras. Então, finalizando a execução, relaciona-se a fase de operacionalização, onde, cabe às organizações criarem um processo contínuo de melhorias identificando e aproveitando conceitos holísticos e complexos, contribuindo para uma mudança na liderança de cultura da empresa.

Para Liu et al., (2011), a manufatura enxuta representa um conceito multifacetado e distinto das práticas organizacionais usuais e, está associada às ações visando uma melhor gestão operacional, podendo inclusive influenciar no desempenho financeiro das empresas por meio da melhoria de processos

industriais e de eficiência de custo. Existem evidências substanciais de que a implementação da produção enxuta traz inovações no sistema de produção em massa. A saber, a produção enxuta deriva deste tipo de sistema de manufatura em massa, ou seja, a Produção Toyota.

Em resumo, com base em análise de sistemas de produção em massa nos Estados Unidos, as indústrias japonesas começaram a incorporar durante o ano de 1950, outras técnicas que centralizavam as práticas de inventário e de controles de estoques como questões principais a serem tratadas pelas organizações. Em virtude disso, é possível afirmar que a manufatura enxuta traz consigo um novo conceito de controle, que altera pontos de vistas na gestão de pessoas (ELMARAGHY e DEIF, 2014).

À guisa de benefícios, as técnicas de produção enxutas influenciam também nas questões financeiras. Para Ringen et al., (2014), estudos potenciais estimam economias de energia na linha de produção em até 30% quando a indústria adota ações voltadas para a manufatura enxuta. Isto significa que o efeito da produção enxuta é amplo e este estudo segue com a investigação de como as ferramentas inspiradas pela produção enxuta, como a padronização, a redução de recursos, o monitoramento visual, a limpeza, a análise de fluxo da cadeia de valor dos materiais utilizados na produção e entre outras, podem ser associados com um clima de aprendizado inovador e com dispersão coletiva de ideias nas organizações.

Portanto, as indústrias procuram se organizar de forma consistente as suas unidades de negócios para melhorar a qualidade e eficiência e ao mesmo tempo reduzir os custos e os prazos de entrega. Esse tipo de estratégia é parte intrínseca de uma abordagem holística de sistema de produção, pois, engloba certo nível de maturidade de produção, de tecnologia utilizada na fabricação, de grau de padronização e de estabilização no mercado, e a combinação de explícito e tácito conhecimento.

Igualmente, para Azadeh et al., (2015) a manufatura enxuta cada vez mais tem sido utilizada para apoiar o desenvolvimento estratégico das empresas em níveis operacionais e gerenciais diante da escassez de recursos disponíveis para as organizações que procuram alinhar seus processos e estruturas existentes com essa nova estratégia.

É nessa linha, que este trabalho descreve esse estudo de caso com uma espécie de pesquisa-ação diante da implementação da solução WM - *Wisdom Maker* como ferramenta de melhoria contínua na gestão de produção dentro da Palladium Energy Indústria, contribuindo para a autotransformação organizacional desta empresa.

2.3 Os tipos de ferramentas dentro do sistema de produção enxuta

Diversas são as ferramentas disponibilizadas dentro do sistema de produção enxuta causando impactos positivos durante a sua aplicabilidade para a maioria das indústrias. Na maioria das vezes, essas empresas enfrentam grandes desafios no momento para identificar o melhor meio a ser utilizado visando à redução de preços e à melhoria de produtividade.

De acordo com a tabela 01, há a apresentação compilada dessas principais ferramentas de uso destinadas ao atendimento do perfil do tipo de indústria e produto, natureza do trabalho e sistema de produção existente e que estão atualmente praticados nas organizações.

Tabela 01. Principais ferramentas de produção enxuta

Quantidade	Ferramenta	Posição
1	5S	1 ^o
2	Eficiência Geral de Equipamento - OEE	2 ^o
3	Método 8D – As 8 disciplinas	3 ^o
4	Análise de Pareto	4 ^o
5	Eliminação de Desperdício	5 ^o
6	Kaizen	6 ^o
7	Redução do tempo de Setup	7 ^o
8	Mapeamento de processo	8 ^o
9	Mapa do Fluxo de Valor (MFV)	9 ^o

Fonte: Hajmohammad et al., (2013).

Hajmohammad et al., (2013) relatam que a manufatura enxuta é uma das iniciativas predominantemente nas principais fábricas na Ásia, especialmente na Malásia. A adoção por práticas enxutas visa manter a liderança dentro de um mercado global cada vez mais competitivo. Especificamente, as ferramentas que subsidiam a manufatura enxuta baseiam-se na redução de custos por meio da eliminação de atividades que não agregam valores e que demandam esforços extras para realizações.

Assim, para enfrentar esse passo, as organizações precisam implantar algumas políticas de qualidade com foco na qualidade dos produtos. Para Arunagiri e Gnanavelbabu (2014), a literatura relaciona uma variedade de políticas de qualidade voltadas para as indústrias que buscam pela eficácia de seus processos.

De acordo ainda com Fullerton et al., (2014), é importante frisar que por meio de uma aplicação de filosofia de gestão que se concentra na identificação e na eliminação de resíduos concernentes à energia, ao tempo, ao movimento dos operadores em linha e demais recursos pertinentes ao longo do fluxo de valor de um produto, é válido correlacionar que muitas das ferramentas e técnicas de manufatura enxuta precisam ser executadas em uma abordagem sistemática visando a melhoria contínua das ações e dos processos.

2.3.1 A importância do Programa 5S

De acordo com Kreimeier et al., (2014), o programa 5S foi inventado no Japão e o passo inicial para a sua implantação refere-se ao ato de eliminar todos os materiais indesejáveis, desnecessários e não relacionados ao ambiente de trabalho. Relaciona-se com a eficiência por meio da ordem, do zelo e da limpeza na linha de produção, acrescentado a disciplina como compromisso perene na manutenção e na regularidade das práticas da organização para a participação completa e sistemática de todos os níveis da empresa, executando e estabelecendo os processos eficazes com qualidade.

Nesse sentido, Handel (2014) defende que quando a organização investe nas práticas do programa 5S o retorno é imediato, tornando sua aplicabilidade demasiadamente popular entre as fábricas e produções, pois, trata-se de uma filosofia que encoraja os colaboradores a interagir em um

ambiente corporativo como ferramenta de gestão. Enfatiza-se ainda que, o 5S é uma das mais utilizadas metodologias para a melhoria dos processos sendo aplicada em uma variedade de áreas em uma instalação fabril.

Dessa forma, a figura 07 relaciona as bases essenciais para a sucessibilidade do programa 5S em uma organização.

Figura 07. O Programa 5S



Fonte: Handel (2014).

2.3.2 O papel da OEE - Eficiência Geral de Equipamento

Para Tenera (2014), a ferramenta OEE, termo em inglês, *Overall Equipment Effectiveness*, ou em português a Eficiência Geral de Equipamento, é uma das melhores práticas e métricas que podem mensurar o tempo de produção em relação ao percentual planejado. Existem casos específicos que uma produção OEE de 100% representa o ápice de uma produção perfeita, sem tempo para inatividade. A aplicação da OEE pode ainda ser estendida para comparar o desempenho de uma determinada máquina ou semelhante em uma linha de produção, ou, visando projetar o desempenho do resultado de diferentes turnos de trabalho da mesma máquina.

Ainda de acordo com Tenera (2014), a OEE é uma das principais medidas de indicadores de desempenho, e, é composta por três elementos-chave conforme apresenta a figura 08. Pormenorizando os detalhes da figura

08, o elemento disponibilidade é responsável pela comparação do percentual do tempo planejado da máquina em relação à quantidade de tempo efetivamente gasto na produção, enquanto o desempenho é a comparação da produção planejada pela máquina em razão da produção real.

Para a qualidade, trata-se da comparação do percentual de itens examinados na primeira inspeção de qualidade, permitindo que a análise possa contrapor o desempenho individual das máquinas e de operadores durante o processo.

Figura 08. Programa OEE – Elementos de composição



Fonte: Tenera (2014).

2.3.3 Método 8D – As 8 disciplinas

Para Cheng e Chang (2012), o método 8D, ou das 8 disciplinas é uma das ferramentas mais eficazes, uma vez que liga métodos por resultados por meio da execução de ensaios para determinar contramedidas. Em geral, o fluxo de trabalho para essa metodologia segue oito etapas conforme a figura 09. Sendo assim, é possível inferir que este método, visa desmembrar de baixo para cima os grandes problemas em pequenas situações, testando várias possíveis soluções para cada pequena inconsistência. A ferramenta 8D é um

processo acordado para o desenvolvimento de ações efetivas que mantêm os problemas distantes durante a execução do processo.

Assim, torna-se óbvio que as vantagens de uma produção otimizada são plenamente realizadas por meio de processos administrativos eficientes, com destaque para a ferramenta 8D. Isto significa que, em princípio, as atividades de melhoria da produtividade devem sempre implicar uma otimização integrante dos processos, transferindo e aplicando os métodos da produção enxuta dentro da gestão administração estendendo para toda a estrutura organizacional.

Figura 09. Fluxo de trabalho – Método 8D



Fonte: Cheng e Chang (2012).

2.3.4 A análise de Pareto

A Análise de Pareto é uma técnica simples para identificar possíveis alterações no processo de produção, mapeando os problemas os quais precisam ser resolvidos. A partir da concepção da abordagem, a qual prioriza as mudanças individuais para alcançar as melhorias gerais no cenário. A regra principal está baseada no conceito 80/20, ou seja, trata-se da ideia que 20% das causas geram 80% de resultados. Operacionalmente, os resultados de uma análise de Pareto são geralmente representados por meio de um gráfico de Pareto, representando vários fatores sob a forma de um gráfico de barras, em ordem decrescente (MEHRJERDI, 2011).

A figura 10 correlaciona a concepção da Análise de Pareto e a sua aplicabilidade no processo.

Figura 10. Concepção da Análise de Pareto



Fonte: Mehrjerdi (2011).

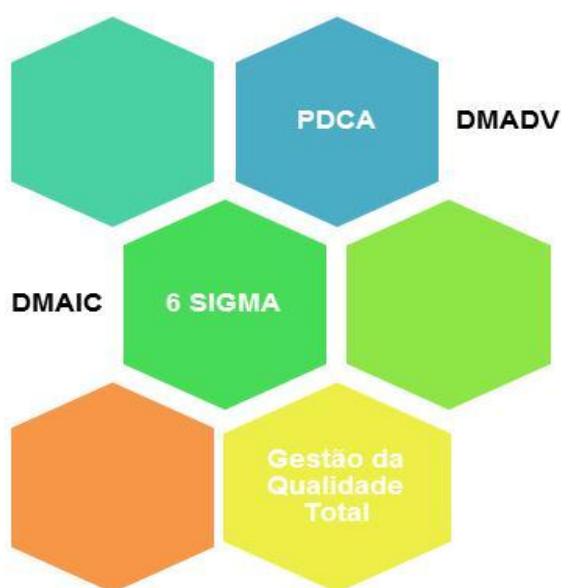
2.3.5 Eliminação de Desperdício

Para Pamfilie et al., (2012), a ferramenta eliminação de resíduos consiste em extinguir elementos que não agregam valores ao processo fabril, como atraso, estoque de produção, correções e retrabalhos, excessivos transportes de matéria-prima entre os postos de trabalho e entre outros itens que geram desperdícios. O principal foco está em eliminar o desperdício a fim de obter um fluxo constante na produção com padronização de componentes e métodos suportando o controle das operações e equilibrando as forças de trabalho para cada etapa.

2.3.6 Efeito Kaizen

O termo *Kaizen*, em japonês, significa melhoria contínua. Assim Witten et al., (2011) definem como uma estratégia de negócios que elimina o desperdício nos processos de negócio. No contexto de implantação e de desenvolvimento de sistemas para a produção, esta ferramenta é o processo de pesquisas intensas de novos métodos quantitativos, de novas técnicas de limpeza de dados, de rotinas de otimização, de tecnologias e de métodos de gestão vide figura 11.

Figura 11. Elementos que subsidiam a ferramenta Kaizen



Fonte: Witten et al., (2011).

A figura 11 evidencia sucintamente os elementos que subsidiam a ferramenta Kaizen, como o PDCA (planejar, fazer, checar e agir), o 6 Sigma, a Gestão da Qualidade Total, o DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), o DMADV (definir, medir, analisar, desenhar e verificar) e entre outros.

2.3.7 A Redução do tempo de configuração (*set-up*)

Para Netland et al., (2015), a indústria enfrenta grandes desafios para manter a redução de estoques de produtos e o tempo disponível para o processo. Sendo assim, a redução do tempo de *set-up* bem sucedida requer um conhecimento complexo de processos que estão sendo utilizados e aplicados, bem como podem ser modificados a fim que alterações na manufatura possam ser flexíveis diante das demandas dos clientes.

Nesse sentido, a relação entre a redução do tempo de configuração e a melhoria de desempenho na linha de produção são os itens primordiais para garantir a diminuição do tempo necessário para configuração da máquina no processo. O melhor desempenho da máquina está relacionado com o potencial da vantagem competitiva da organização no mercado. De acordo com El-Homsi e Slutsky (2010), reduções significativas no tamanho dos lotes de produtos e no fluxo de variação de tempo também são sugestões que colaboram para reduzir o tempo de configuração do trabalho da máquina, além de realocação de recursos humanos também se torna parâmetros chave de estratégia.

2.3.8 O mapeamento de processos

O elemento máquina dentro do contexto da produção torna-se um item que, adicionalmente, além de oferecer serviços fabris, é um ativo indispensável que agrega valor na concepção e manufatura do produto. Isto leva à abordagem que seu desempenho precisa ser de forma eficaz e eficiente e para mensurá-lo, cada vez mais as organizações implementam progressivamente medições de resultados para assim ter uma visão geral de funcionamento. Na maioria das vezes, essas mensurações oferecem uma base concreta para as

tomadas de decisão, mas nem sempre são as ferramentas adequadas para a consolidação das melhorias de processo (MOSTOVICZ et al., 2010).

É assim que Corrêa e Corrêa (2012) apresentam a definição da ferramenta de mapeamento de processo como uma melhoria que compreende e esquematiza as características atinentes do processo de produção, para um melhor desenvolvimento da estratégia, contribuindo para a perspectiva do ciclo de vida do produto, enfatizando as fases iniciais associadas com as finais do desenvolvimento da capacidade tecnológica, industrial econômica.

2.3.9 A importância do Mapa do Fluxo de Valor (MFV)

Destaca-se ainda que, entre as ferramentas da manufatura enxuta, a determinante é o mapeamento de Fluxo de Valor, que dá uma visão geral dos processos identificando as melhorias. Snee (2010) explana que se aproxima de um fluxo do processo por coincidir em três métodos: a produção de um diagrama mostrando o material e a informação reais de seus fluxos e do estado atual de como o processo se operacionaliza, o desenho do mapa do estado futuro identificando as causas do desperdício por meio das melhorias do processo gerando possíveis ganhos financeiro para o processo e a elaboração do fluxo de um processo de manufatura com implementação de plano de produção com objetivos delineados e traçados de acordo com as perspectivas do negócio.

De acordo com Nightingale e Srinivasan (2015), a produção enxuta durante muitos anos tem sido aplicada com sucesso em grandes empresas que produzem grandes volumes de produtos padronizados. Contudo, as empresas que operam em ambientes diferentes ainda têm de expor um modelo adequado para a execução do conceito enxuto, seguindo com as adaptações e ajustes para cada característica intrínseca do produto. Assim é importante examinar a evolução dos princípios enxutos, pois, a partir do modelo de produção enxuta tradicional é possível desenvolver uma abordagem mais contemporânea e inovadora a fim que se alcance o conceito ideal de produção.

Fica claro entender que a produção enxuta pode ser descrita como um conjunto de filosofia com ferramentas e técnicas que visa identificar e eliminar todos os resíduos em operações de fabricação. Embora, o conceito de

manufatura enxuta pode na maioria das vezes desempenhar um papel de antítese de produção massa, para o sentido tradicional pode-se ser pensado como uma forma alternativa de organizar o tipo de produção em massa. Ainda sob essa visão, a produção enxuta também pode ser descrita como a metodologia relacionada que visa racionalizar os mais diversos processos de produção (HALGARI et al., 2011).

Tendo em vista a importância a partir dos métodos e das práticas de trabalho desenvolvidos pelo Sistema de Produção da Toyota, é de consenso geral na literatura e nos ambientes organizacionais que este tipo de manufatura emergiu de empresas com produção de alto volume quantitativo, com destaques para as indústrias automobilísticas, pois, as dificuldades encontradas na aplicação de processos para a fabricação de seus produtos demonstram níveis mais elevados de variação em comparação a outros produtos.

Esta é uma das razões, que na verdade, pode-se levar em conta que os princípios básicos da produção em massa exigem um consumo de matéria-prima elevado com um fluxo de produção contínuo de demanda. Em contrapartida, baixos volumes, altas variedades e descontinuidades de produção são práticas operacionais de trabalho que são muito mais adequadas para ambientes de produção da manufatura enxuta. Tendo isto em vista, o conceito enxuto vem sido entendido ao longo do tempo, como uma alternativa de inovação e produtiva para a realização e projeção, e mais recentemente como um direito fundamental de filosofia da gestão baseada pela visão planejada (REINHART et al., 2010). Assim, o fluxo correspondente à manufatura enxuta baseia-se com o fornecimento aos clientes (internos e externos) atendendo exatamente as suas necessidades sinalizadas sem desperdício de resíduos.

3. A EVOLUÇÃO DOS PRINCÍPIOS ENXUTOS

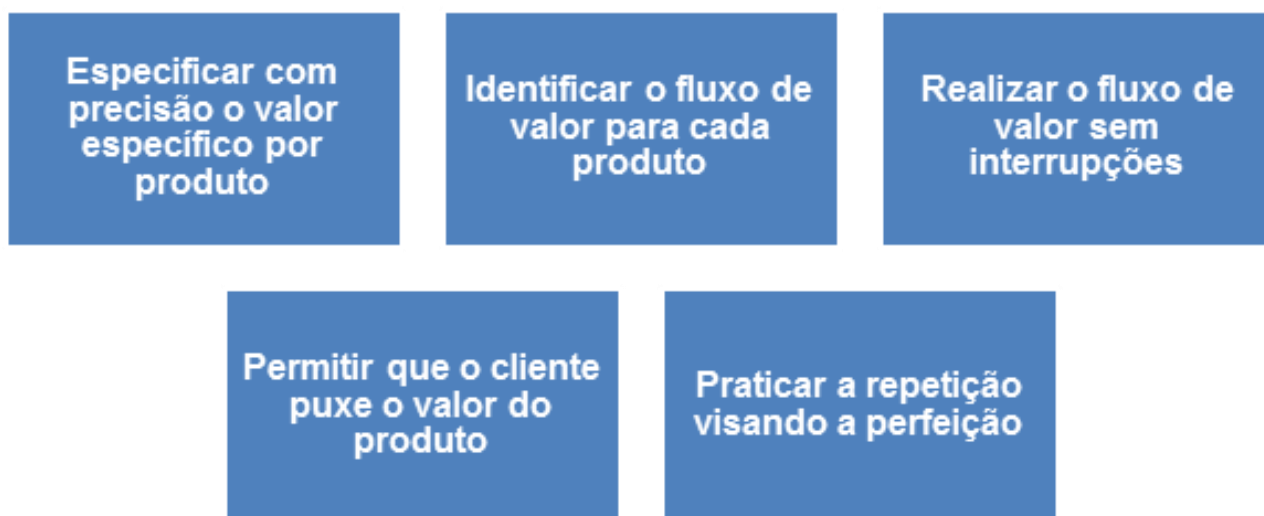
3.1 A produção enxuta e os cinco princípios enxutos

A abordagem da produção enxuta foi divulgada pela primeira por meio da publicação do livro "A máquina que mudou o mundo" em meados da

década de 90 causando grande aceitação por empresas de fabricação focadas na organização de produção em massa, oferecendo um conjunto alternativo e eficaz de métodos visando desenvolver um mercado global cada vez mais competitivo. Entretanto, Wadwha (2012) afirma que posteriormente renovado, o conceito enxuto foi se estendendo para outras áreas de produção automobilística em termos dos 5 cinco princípios enxutos conforme é possível destacar na figura 12.

Aprofundando a análise, a maioria destes princípios é de fato aplicável para uma manufatura voltada à alta variedade e ao baixo volume. A própria formulação dos princípios a partir do contexto de grande volume, influencia no posicionamento das organizações com perfil de baixa variedade na produção, deixando a desejar as fases de implantação nas áreas de desenho industrial e engenharia (PETER e LANZA, 2011). Desta forma, a produção enxuta torna-se um sistema integrado com facetas social e técnico, cujo objetivo principal é eliminar, reduzir ou minimizar os resíduos provenientes de fornecedores, clientes e demais variabilidades internas. É neste contexto que a relevância das práticas enxutas ajuda a construir uma imagem de sucesso para as organizações que priorizam a capacidade de oferecer a variedade de produtos e em contrapartida, zelando pela redução de desperdícios.

Figura 12. Os 5 princípios enxutos



Fonte: Peter e Lanza (2011).

3.2 Os princípios do Sistema de Produção Toyota

Conforme repisando anteriormente, o modelo enxuto tem as suas raízes baseadas no Sistema de Produção da Toyota, e convém esclarecer que se descreve também sob o pilar de um conjunto com 14 princípios. Embora para Peter e Lanza (2011) os 5 princípios enxutos podem transparecer como solução e suposição implícitas de que o valor do cliente se expressa plenamente, os demais princípios se estendem em uma direção mais geral e filosófica de gestão, com o objetivo de integrar e projetar o propósito organizacional em termos de conceitos e premissas de produção.

Mas é necessário inferir que em um ambiente de negócios competitivo, a cadeia de suprimentos apresenta um perfil desafiador acerca de variedades de produtos diante de menores custos e melhoras qualidades. O conceito enxuto de fato visa eliminar desperdícios, reduzindo despesas e oferecendo melhorias contínuas diante de uma ferramenta de orientação estratégica para ganho de vantagens (SCHNELLBACH e REINHART 2013).

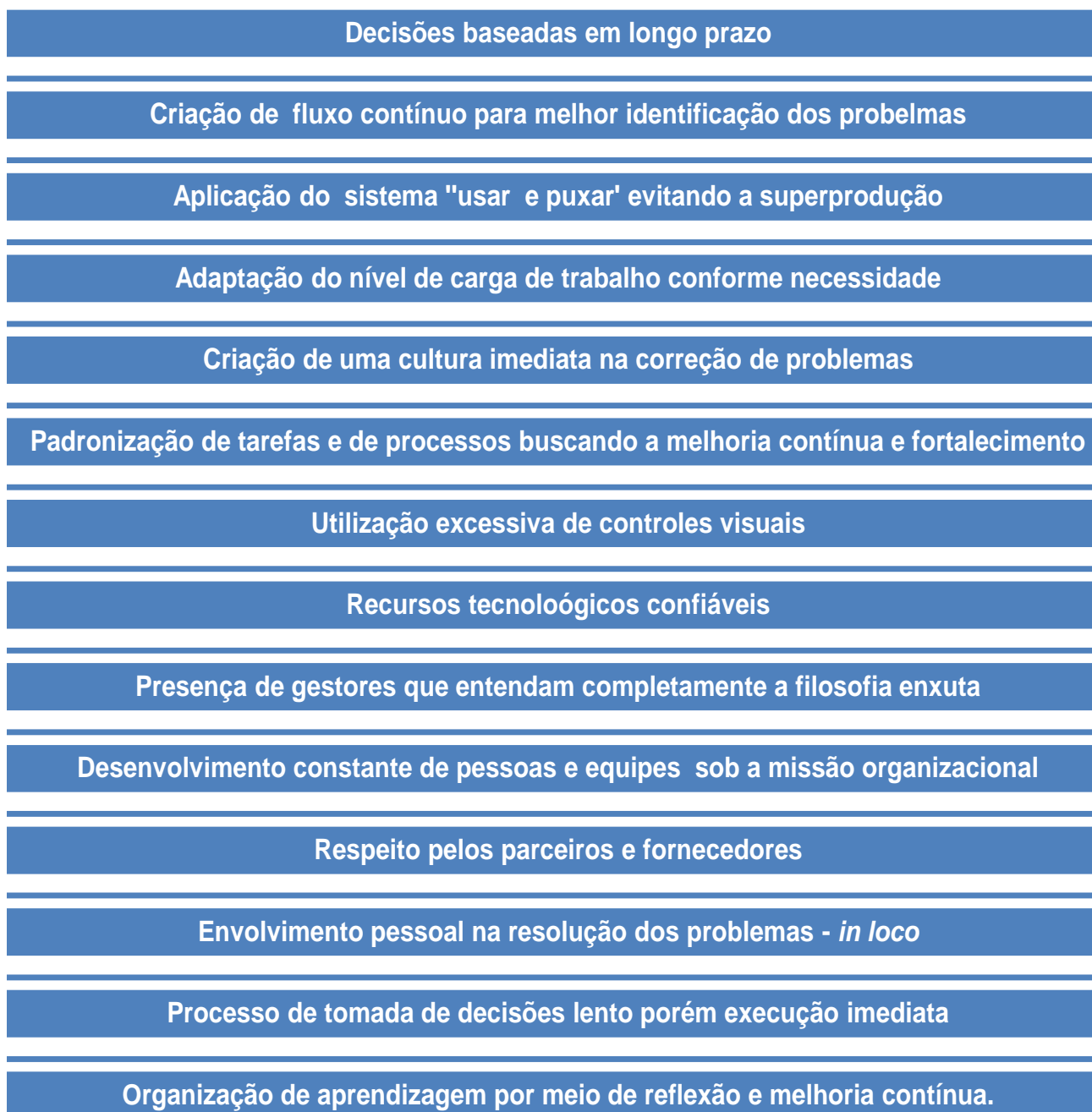
Portanto, as primeiras abordagens de produção enxuta estavam voltadas para as indústrias eletrônicas, incorporando um sistema que reduz entradas e cria saídas alternativas e semelhantes ao sistema de produção em massa, com oferta de escolhas mais inteligentes para os clientes finais.

Nesse mesmo viés, os fornecedores envolvem-se cada vez mais no processo de produção de componentes em relação à organização. Por este motivo, o parâmetro apresentado pelo pilar do conjunto com 14 princípios conforme na figura 13 relata como é entendido esse processo considerando que esses princípios sejam operacionalizados bem mais que o sumário dos 5 princípios conforme a figura 12.

Corroborando a visão do Sistema de Produção Toyota, observa-se que oferece uma compreensão mais profunda da aplicabilidade, a fim de desenvolver e implementar um conjunto enxuto de operações eficientes. Contudo para Burggräf (2012) a eficácia é alcançada por meio do sistema de produção enxuta de baixo abastecimento da cadeia de suprimentos. Em relação à necessidade de inventário é podido entender que o mínimo de recursos precisa ser direcionado para custos e demais razões de qualidade para a identificação antecipada de defeitos nos produtos.

Para isso, os fornecedores precisam adotar metodologias que proporcionam com frequência e em pequenas quantidades os produtos para aplicação total na manufatura garantindo a qualidade e a inspeção completa em expedição e recebimento.

Figura 13. Pilar - 14 princípios enxutos

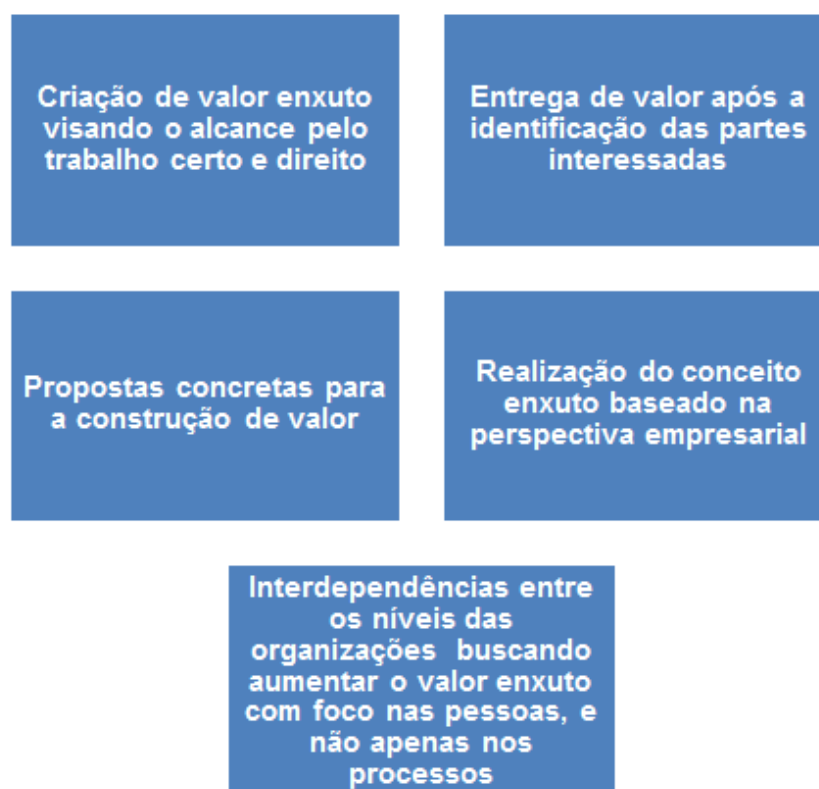


Fonte: Burggräf (2012).

3.3 Princípios do conceito enxuto nas organizações

Explorando a questão dos conjuntos de princípios enxutos abordados nas figuras 12 e 13, ressalta-se que além das indústrias automobilísticas, outros segmentos incorporaram práticas voltadas à manufatura enxuta. Assim a figura 14 ilustra os diferentes elementos presentes.

Figura 14. Base de cinco princípios baseados na indústria aeroespacial



Fonte: Müller et al., (2013).

Realçando a importância de Müller et al., (2013) relatam que a indústria aeroespacial desenvolveu um novo conjunto de cinco princípios baseados na visão mais clássica automobilística, após um esforço de longo prazo para aplicar do mesmo ponto de vista uma ótica direcionada a novos valores, ampliando o foco ao invés da eliminação exclusiva de resíduos. Este modelo também afirma explicitamente a importância de abordar o valor por meio de uma perspectiva que envolve todas as partes interessadas, em vez de simplesmente priorizar a visão do cliente, mas também, de fornecedores, parceiros e colaboradores internos.

3.4 Princípios de transformação organizacional

Aull (2012) faz uma contribuição adicional para a transformação organizacional seguindo maiores alcances no setor da indústria transformadora com redefinição dos princípios enxutos do contexto na transformação da organização em geral. A base de sua sustentação é o conjunto de sete princípios que envolvem holísticas, sistemas de abordagem para a transformação, identificações de resíduos gerados por essas organizações e criações de estratégias para modificar resíduos em oportunidades na criação valor.

Aprofundando o cenário que envolve esses princípios, pode-se iniciar descrevendo a adoção de uma abordagem holística para sustentar o processo de transformação da organização com o auxílio do compromisso de liderança segura na condução da institucionalização do comportamento organizacional. Por sua vez, o modo de identificar as partes relevantes e interessadas para determinar as propostas de valor identifica o foco sobre a eficácia das organizações (LANGVA, 2011). Destacam-se ainda a ligação de interdependências corporativas internas e externas, a garantia de estabilidade diante do fluxo interno da empresa e a ênfase na aprendizagem organizacional.

3.5 Princípios na construção do conceito enxuto

Como resultado dessa exposição de princípios, Powell et al., (2012) definem um conjunto de normas que auxiliam na construção do conceito enxuto, entretanto com base longe do processo de fabricação. Uma vez os princípios consolidados, é possível acrescentar o valor agregado nas atividades de manufatura em consonância com as saídas dos produtos por meio da sistemática baseada nas necessidades dos clientes, e, reduzindo o processo de variabilidade e tempo de ciclo. Avançando ainda nessa visão voltada para os princípios, destacam-se a simplificação dos processos minimizando o número de etapas e manuseios na produção e nas peças. Contudo, eleva-se e flexibiliza-se a produção incentivando a transparência das técnicas na manufatura focando na construção de melhorias contínua. Prosseguindo assim, na seleção e categorização de fornecedores com medidas de gestão que

podem ser utilizadas de forma eficaz, contribuindo para a utilização de técnicas de avaliação de desempenho.

3.6. Princípios adotados pelo conceito enxuto no processo de desenvolvimento de produto

Devido ao crescente envolvimento do conceito enxuto às mais diversas áreas, não somente a produção, Kisperska-Moron e De Haan (2011) afirmam que finalmente aplicou-se um novo conjunto de princípios enxutos direcionados para o desenvolvimento do produto, o que se torna extremamente relevante para as indústrias que apresentam um perfil com elevado grau de projetos específicos solicitados por clientes e atividades de engenharia. A tabela 02 apresenta sucintamente a correlação entre esses princípios e o processo de desenvolvimento de produtos.

Tabela 02. Base de princípios voltados para o processo de desenvolvimento de produtos

Desenvolvimento de produtos	Organização do valor definido pelo cliente
	Processo baseado na exploração exaustiva de alternativas
	Criação de produto com nível de fluxo
	Padronização rigorosa visando reduzir a variação
	Desenvolvimento de sistema integrado
	Organização e equilíbrio funcional
	Elevação da competência dos recursos humanos
	Participação integral dos fornecedores no processo
	Construção da aprendizagem e melhoria contínua
	Adaptação de tecnologias para atender às pessoas
	Uso de simples comunicação visual
	Aprendizagem organizacional por meio de ferramentas

Fonte: Kisperska-Moron e De Haan (2011).

A ideia central desses princípios é de reduzir a variação no processo de desenvolvimento de produtos, priorizando a criatividade. Por exemplo, o Sistema de Produção Toyota criou um nível mais elevado de flexibilidade com a padronização de tarefas com nível mais baixo.

Nesse sentido, Shen et al., (2010) informam que existem três grandes tipos de categorias para ditar a normalização no sistema da Toyota. Primeiramente, o projeto de normalização com destaque para o uso de arquitetura comum, com modularidade e reutilização e compartilhamento de componentes.

Em segundo momento a normalização do processo de modo a reduzir a variabilidade no processo de produção em razão de recorrentes tarefas não padronizadas. E, por último a definição de normatização que torna a modelagem fácil para o conhecimento e representação.

Entende-se que em termos de concepção e padronização de componentes modularidade, Coghlan e Brannick (2010) sugerem que a modularização de sucesso pode fornecer a uma organização três principais benefícios conforme a figura 15, identificando assim como elementos-chaves para a sucessibilidade na implantação da manufatura enxuta dentro de uma empresa.

Figura 15. Três principais benefícios advindos pela modularização

Possibilidade para as organizações aumentarem a variedade e oferta econômicas de seus produtos aos clientes

Flexibilidade estratégica visando o aumento da capacidade da empresa em atender às diversas demandas

Execução de tarefas paralelamente às atividades operacionais

Fonte: Coghlan e Brannick (2010).

3.7 Um novo conjunto de princípios para a excelência operacional

Para Goeldner e Powell (2011) ao analisar e refletir sobre os princípios existentes para a produção enxuta, o método de análise para a construção do processo de desenvolvimento do produto reflete no conteúdo qualitativo focado nos fornecedores e parceiros externos. Destacam-se as características de definição de valores pelos tomadores de decisão, liderança de pessoas e aprendizagem, flexibilidade, modulação, processo de fluxo contínuo, integração de sistemas, transparência nas execuções, aliados à tecnologia e melhoria contínua.

Ao reconhecer esse processo dentro do contexto dos fornecedores, é importante manter ênfase na cadeia de valor. No entanto, devido a natureza baseada no processo de produção, sugere-se que esse valor deve ser definido a partir da perspectiva de todas as principais partes interessadas, ao invés exclusivamente da determinação do cliente final. Apesar de muitas vezes, o perfil desses clientes apresentar complexidades em seus produtos, enfatiza-se que empresas bem sucedidas precisam se envolver com os seus clientes durante toda a execução do projeto, desde a engenharia perfazendo a produção e processos, garantindo assim a plena satisfação.

Contudo, a definição de valor pelas partes interessadas é um canalizador na construção desses princípios. Por outro lado, a adoção de uma perspectiva holística envolvendo todas as principais partes interessadas também reforça a participação necessária dos clientes internos e externos nesse processo, pois, faz centralizar e inclui a liderança de pessoas com aprendizagem. Salienta-se que a flexibilidade é um atributo essencial nessa etapa para a aplicação de padronização e repetição de processos visando alcançar a eficiência (HILLBERG, 2012).

Finalmente cabe justificar que é possível entender que a observância dos princípios voltados à manufatura enxuta contribui para uma maior flexibilidade na redução de tamanhos de lotes evitando altos custos com armazenagem, e permitindo rápida inovação. Portanto, Jørgensen (2012) infere que a organização siga com o alcance de custos mais baixos associados com maiores volumes e diante de uma personalização de produção, ou seja, maior variedade de produto e oferta de serviços melhorando o fluxo e tendo como

resultado a flexibilidade e a normalização a partir da utilização de uma abordagem enxuta, em resposta às demandas exigidas pelos clientes.

Devido aos motivos expostos, tudo indica que o ritmo da manufatura obedece aos ditames com ritmos mais processados do que abordagens tradicionais. O fluxo de processo contínuo com puxadas de demanda de produtos caracteriza-se como a integração entre sistemas com adoção de uma visão sistêmica de toda a rede de abastecimento dos fornecedores com direta relação organizacional. Para que esta integração seja suscetível, é imprescindível que toda a rede seja transparente e eficaz, sugerindo ênfase no uso de controles visuais e de indicadores de desempenho.

Por outro lado, é evidente que o desenho industrial, a engenharia e a produção que envolvem a manufatura requer um maior nível de implantação de tecnologia se comparados aos ambientes padronizados, por conseguinte, a inovação tecnológica é considerada como elo facilitador da excelência operacional entre os fornecedores e os objetivos estratégicos traçados pela organização, corroborando que a melhoria contínua é um elemento essencial para o desenvolvimento organizacional (POWELL,2011).

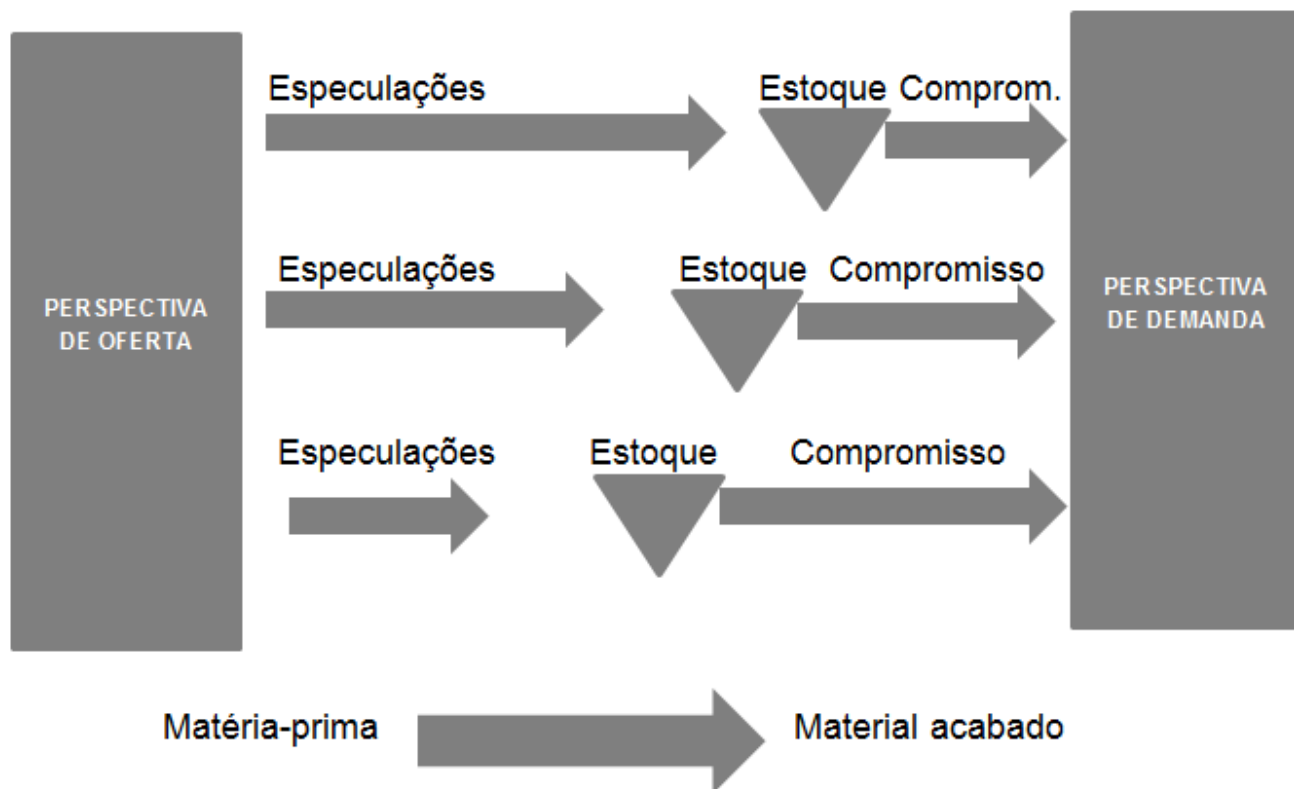
3.7.1 O ponto de desacoplamento do pedido do cliente (CODP)

Um conceito-chave nos processos de produção é o ponto de desacoplamento do pedido do cliente, ou do inglês, *customer order decoupling point* (CODP). (BUNSE et al., 2011) relatam que se trata de um conceito que é usado para distinguir entre a interação do mercado e as diferentes estratégias aplicadas nas indústrias. O CODP segrega a informação de parte do material de fluxo baseado nos pedidos de clientes em relação às previsões, especulações e planejamentos. Em geral, utiliza quatro distintas estratégias em diferentes posições conforme é possível identificar na figura 16.

Isso significa que o “fazer estoque”, montar a ordem e fazer o fim trata-se do processo ilustrado na figura 16, com o posicionamento do CODP em cada um das quatro estratégias principais, em relação à outra. É possível destacar que existem interesses conflitantes em relação à decisão onde posicionar o CODP. Salienta-se que uma organização pode tornar-se menos

dependente da utilização de previsões, portanto, não se trata de uma pretensão de mudar a CODP da direita para a esquerda de acordo com a figura 16.

Figura 16. Conceito CODP



Fonte: BUNSE et al., (2011).

Por outro lado, uma determinada empresa pode sofrer alterações de mercado, causando mudanças organizacionais e conseqüentemente uma alteração da CODP na direção da esquerda para a direita, a fim de mover o ponto de dissociação mais perto do mercado e, finalmente, mais perto do cliente. BMU (2011) afirma claramente que a prioridade competitiva nas áreas de MTO e ETO é de priorizar a redução nos prazos de entrega dos produtos.

No entanto, há registro na literatura que existem empresas que aplicaram o conceito bem sucedido de manufatura enxuta em fabricação de altos volumes padronizada em baixa variedade. Sumarizando assim, que estes tipos de empresas são capazes de combinar redução de tempo de liderança por meio da aplicação da produção enxuta em fluxo com ênfase sobre a

utilização de previsões. Sabe-se que atualmente os clientes são exigentes com produtos personalizados e ciclos de vida mais curtos, e este perfil é representado pelas empresas na extrema esquerda da escala da figura 16, oferecendo os produtos mais feitos sob medidas e específicos direcionados para os clientes.

3.7.2 Um esquema de classificação para fabricantes

Para YANG et al., (2011), as características e desafios intrínsecos da produção referem-se à estratégia pela qual as atividades de desenho industrial, de engenharia e de produção iniciam-se logo depois da confirmação de ordem de clientes. Em termos de produtos e processos, as características deste tipo de ambiente são extremamente correlacionadas às especificidades de cada manufatura com itens altamente personalizados e produzidos em baixos volumes.

Salienta-se que esses processos não são repetitivos exigindo o trabalho altamente qualificado. Baseando-se ainda nesse sentido, uma das dificuldades enfrentadas pelas empresas é a falta de previsão da demanda de produção, a fim que os produtos sejam manufaturados com antecedência, ou efetivamente aplica-los no lote de métodos de produção.

O conceito CODP traz um maior grau de personalização dentro de um ambiente organizacional, embora exija um custo mais longo para prazos e graus de incerteza. De fato, a ETO fabricantes suporta a indefinição por meio de um número de dimensões, incluindo as invariáveis na especificação de produtos e no processo de insegurança nos detalhes de volume de produção, tornando assim o planejamento e o controle de manufaturas mais complexos e difíceis para as empresas que buscam o conceito ideal enxuto.

Nesse mesmo sentido, Erlach (2012) afirma que quando se considera o conceito de incerteza no cenário da manufatura enxuta, se constrói o sentido do nivelamento de procura e de produção. Vale ressaltar que está dentro deste aspecto, a vertente do conceito enxuto inflexível e não aplicável em mercados mais voláteis.

4. O ESTUDO DE CASO

4.1 O fluxo de produção por meio da implantação do Mapa do Fluxo de Valor (MFV)

É dentro da abordagem dos estudos das SCA, que esta pesquisa pretende demonstrar tacitamente a necessidade da aplicação sistêmica da Gestão do Conhecimento para a definição e fortalecimento da identidade do sistema e de sua capacidade inovadora de melhorar os processos produtivos na Palladium Energy Indústria.

Operacionalmente, o foco concentra-se na melhoria da fase de montagem de componentes eletrônicos SMT, termo em inglês, *Surface Mount Technology*, onde se pretende fazer as melhorias do processo produtivo, por meio de um diagnóstico inicial do seu desempenho produtivo, e determinar os focos de prioridades para melhorias desse desempenho nos planos de ações fundamentados em conhecimentos extraídos das interações com este ambiente fabril.

Espera-se que o resultado final possa demonstrar as melhorias obtidas de forma sistêmica, que apresente a introspecção cultural de novos conhecimentos organizacionais dentro da Palladium Energy Indústria, e sua aplicação com direção descentralizada.

Sabe-se que a indústria de manufatura de produtos eletrônicos no PIM tem apresentado grandes transformações nas últimas duas décadas, principalmente quando da globalização da economia brasileira no início da década noventa. Esse segmento teve que se adequar tecnologicamente tanto em nível de produto, quanto de processo, para ser competitivo com os produtos importados, que transformaram o mercado brasileiro em mandatário por produtos de menor custo, mais qualidade e diversidade de ofertas, com pronta entrega (CARDOSO, 2015).

Além disso, nessas últimas décadas são várias as inovações tecnológicas frequentes que desorganizam o mercado, destruindo e criando novos produtos com novas distribuições de participação de mercado das empresas existentes, o que levou muitas delas a extinção por não conseguirem ser flexíveis e capazes de se auto organizarem rapidamente para voltarem a

serem competitivas neste novo contexto do comportamento complexo e não determinístico do mercado.

Ainda de acordo com Cardoso (2015), as empresas de manufatura de produtos eletrônicos no Brasil, são essencialmente somente de manufatura, num modelo em que não há o desenvolvimento de seus produtos localmente, e que se baseia da compra de kits dos componentes para manufatura local.

Nos últimos anos, em função da globalização do mercado brasileiro, tem havido uma diminuição considerável da margem de rentabilidade desses produtos, atualmente na ordem de 3%. Conseqüentemente, se faz necessário um aumento no volume de produção para justificativa dos investimentos, mas que também representa alto risco para as empresas do setor.

Portanto, a capacidade de rentabilidade do processo produtivo do setor se restringe basicamente na gestão do seu fluxo do processo produtivo, com a racionalização do uso dos recursos produtivos com o mínimo de perdas, e para assegurar tal desempenho, se faz mister a inovação nas melhorias das operações dos processos produtivos.

Num exercício simples demonstrativo para Cardoso (2015), pode-se citar que o contexto de televisores com tecnologia LED. Atualmente há uma concentração significativa de participação de mercado por dois fabricantes internacionais que detém a tecnologia mais competitiva de fabricação das telas de LED, que por sua vez representam mais de 80% do custo de componentes do aparelho, o que dá uma grande vantagem competitiva para os seus fabricantes. Lembrando que o custo de componentes na composição do custo total do produto representa no mínimo 70%.

Por outro lado, a composição do custo do processo de manufatura representa no máximo 20% do custo total do produto, onde na gestão deste custo é onde se deverá obter o resultado da rentabilidade de 3%, visto que os demais itens de composição do custo final do produto são commodities com preços estabelecidos no mercado internacional. Por conseguinte, se faz necessário um controle eficiente da manutenção do fluxo contínuo do processo produtivo, com o menor tempo possível de transformação da matéria prima em produto (lead time), e esse fluxo deve estar sincronizado com o atendimento de vendas e faturamento para manter o fluxo de caixa saudável (CARDOSO, 2015).

O resultado do desempenho do processo produtivo pode ser avaliado pela medição de vários indicadores, entre eles, o número do giro de estoques de matéria prima, que quanto maior for melhor poderá ser a rentabilidade da produção, e entre outros apontados nesse estudo. Concluindo, assim que a rentabilidade está na gestão eficiente do fluxo do processo produtivo sincronizado com atendimento de vendas.

Conforme explanado anteriormente, o objetivo dessa pesquisa é assegurar a máxima produtividade na fase de montagem de componentes SMT do fluxo do processo produtivo, com um controle em tempo real, e uma gestão que assegure a máxima disponibilidade produtiva e eficiência de velocidade de montagem, tendo o mínimo de perdas de componentes e qualidade assegurada das placas eletrônicas montadas.

A razão para esse objetivo prioritário se deve ao fato de que essa fase representa o maior capital imobilizado em investimentos (uma linha completa de SMT pode chegar a custar R\$ 3 milhões de reais) de todo o processo produtivo, e normalmente, é a fase restritiva da capacidade produtiva total.

Em geral, essa fase trabalha em três turnos, vinte quatro horas em sete dias, enquanto as demais fases trabalham no máximo em dois turnos em cinco dias. Além disso, se faz necessária sua amortização de investimento em dois anos, pois a atualização tecnológica das novas linhas de equipamentos de SMT, apresentam um aumento de capacidade produtiva de quase o dobro neste período, o que exige uma renovação de seus equipamentos num período semelhante a dois anos para não perder competitividade.

Assim, a figura 17 relata o desenho da configuração da linha SMT do estudo de caso.

Figura 17. Configuração da linha SMT



Fonte: Elaboração autor (2015).

Onde:

1 – *Loader*: Dispositivo utilizado colocar os magazines com placas a serem montadas;

2 – *BBU (Bare board unit)*: Dispositivo utilizado para colocar apenas as placas a serem montadas;

3 – *Printer*: Equipamento utilizado para aplicação de pasta de solda ou adesivo nas placas;

4 – *SPI (Solder paste inspection)*: Equipamento utilizado para inspecionar a pasta de solda aplicada;

5 – *Conveyor*: Dispositivo que serve de ligação entre os equipamentos;

6 – *Pick and Place - Chip Shooter*: Equipamento de alta capacidade produtiva utilizado para a montagem de componentes menores e mais simples, tais como resistores, capacitores e diodos;

7 – *Pick and Place – Fine Pitch*: Equipamento utilizado para a montagem de componentes maiores e mais complexos, tais como CI e conectores;

8 – *Reflow* ou Forno de Refusão – Equipamento utilizado a realizar a soldagem ou cura do adesivo;

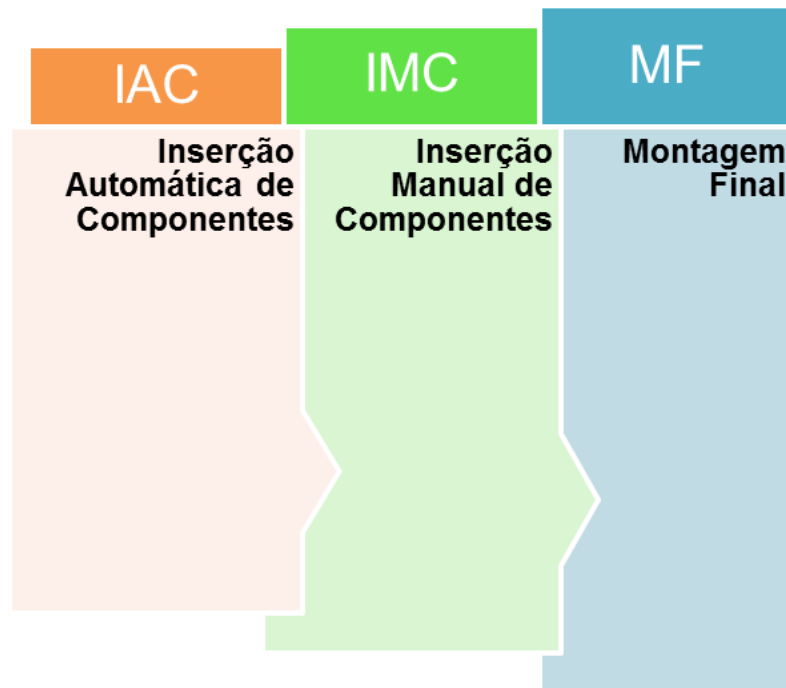
9 – *Buffer*: Dispositivo utilizado para armazenar as placas que saíram do forno, antes de entrar na AOI;

10 – *AOI (Automated optical inspection)*: Equipamento utilizado para inspecionar automaticamente os componentes montados e;

11 – *Unloader*: Dispositivo utilizado para colocar os magazines com placas montadas.

Diante desse cenário, usando a ferramenta de MFV do fluxo do processo produtivo de montagem de aparelhos eletrônicos, este trabalho apresenta a divisão em três partes principais de acordo com a figura 18.

Figura 18. Divisão em três partes principais – Implantação MFV



Fonte: Elaboração autor (2015).

Todavia, como dito anteriormente é a IAC que contém as linhas de montagem de SMT, e onde há os maiores investimentos e também são as restrições da capacidade produtiva, os gargalos do fluxo produtivo na empresa objeto de estudo. Conseqüentemente, sabe-se que todo ganho de produtividade obtido na IAC se reflete como ganho de capacidade produtiva e redução significativa do custo de manufatura.

Entretanto é importante ressaltar que o principal objetivo de gestão produtiva, de qualquer processo, é a diminuição do tempo de transformação da matéria prima em produto final, com qualidade e usando o mínimo de recursos necessários. Assim, para este trabalho, o foco está na apresentação das melhorias de produtividade da IAC pelas razões já descritas. A melhoria a ser obtida com este estudo de caso refere-se em dois principais objetivos: diminuição de perdas de componentes durante o processo de montagem e a melhoria do OEE.

4.2 Conceitos e definições da solução WM - *WISDOM MAKER*

4.2.1 Software *Cheek Feeder*

O *checkfeeder* (CF) é um sistema que visa reduzir e eliminar os erros na alimentação de componentes nos postos de trabalhos. Esses postos podem ser máquinas insersoras, linhas de produção manuais, etc. Para atingir esse objetivo, o CF utiliza coletores de dados on-line para leitura de códigos de barras dos produtos a serem alimentados, postos e mapas de alimentação.

4.2.2 Principais características

a) Permite modificar um programa de máquina insersora e importá-lo sem necessidade de modificar o nome do programa;

b) A ordem de leitura dos feeders das máquinas insersoras pode ser planejada;

c) A ordem de leitura dos feeders pode ser trocada conforme o que foi planejada;

d) Mais de um alimentador poderá alimentar o mesmo posto de trabalho;

e) As simulações (pré-conferência) são gravadas e podem aparecer no relatório de alimentação;

f) No início de uma alimentação, se existir uma pré-conferência, pode-se assumi-la como a alimentação real;

g) Em caso de erro na leitura de um código de barras, o alimentador terá a opção de deixar a leitura pendente para o final;

h) Ao final da alimentação o alimentador terá uma listagem de todos os feeders pendentes de alimentação;

i) É possível consultar as alimentações em tela utilizando vários filtros e;

j) Os programas das inseroras são importados diretamente de arquivos textos gerados pelas máquinas, ao invés de importar via arquivo Excel.

4.2.3 Cadastro de Componentes

Após acessar o módulo “Engenharia de processo”, é possível escolher a opção “Produtos das Tabelas básicas” com o envolvimento dos campos Cd. Produto e Descrição produto conforme figura 19.

Figura 19. Tela de Cadastro de Componente I

Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

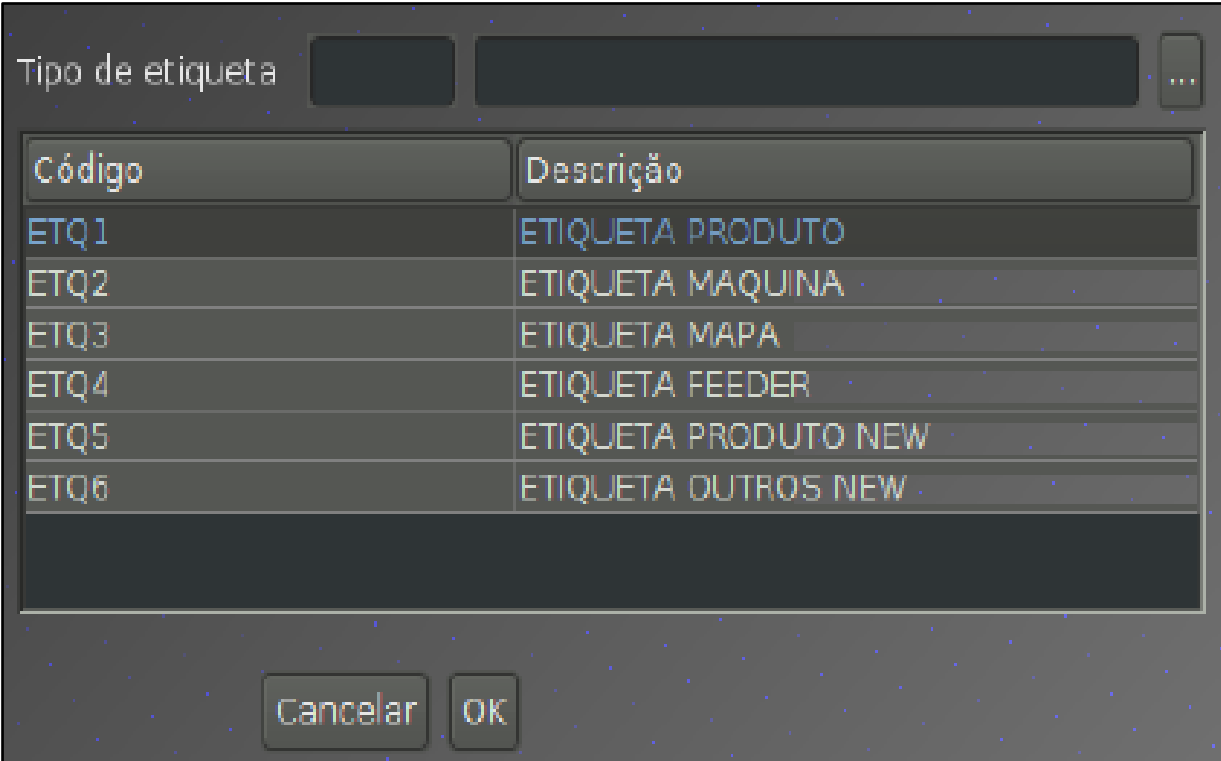
Quanto ao item validade (minutos) destinam-se aos minutos em que o produto está apto a ser usado após ser alimentado. Essa informação é utilizada pelo *TrackManager* que é a solução de rastreabilidade de produtos oferecida. O *TrackManager* oferece uma tela de acompanhamento das necessidades de alimentação em tempo real e alertas da perda de validade dos componentes que possuem essa característica.

Para o campo fornecedor corresponde a identificação do fornecedor do componente. Para os componentes que foram importados automaticamente

por algum procedimento de importação, em geral, não possuem essa informação. Além disso, a tabela com os campos Id.Produto, Cd.Produto, Revisão e Descrição, contém a lista de todos os produtos alternativos ao produto principal. Essa lista é alimentada através da importação da planilha em Excel DE-PARA, ver procedimento Como importar a planilha DE-PARA.

Existem também dois novos botões, Etiqueta e Relatório. O objetivo do botão Etiqueta é imprimir o código de barras do componente. Esse código de barras deve ser fixado na caixa do componente antes do mesmo ser armazenado no estoque. A tela representada na figura 20 surge após acionar o botão Etiqueta.

Figura 20. Tela de Cadastro de Componente II



The screenshot shows a software interface for component registration. At the top, there is a label 'Tipo de etiqueta' followed by a dropdown menu and a button with three dots. Below this is a table with two columns: 'Código' and 'Descrição'. The table contains six rows of data. At the bottom of the window, there are two buttons: 'Cancelar' and 'OK'.

Código	Descrição
ETQ1	ETIQUETA PRODUTO
ETQ2	ETIQUETA MAQUINA
ETQ3	ETIQUETA MAPA
ETQ4	ETIQUETA FEEDER
ETQ5	ETIQUETA PRODUTO NEW
ETQ6	ETIQUETA OUTROS NEW

Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

Nessa tela será possível escolher o leiaute da etiqueta do produto e após isso, o botão Relatório irá gerar em tela um relatório com a relação de todos os produtos que não possuem produtos alternativos.

4.2.4 Cadastro de posto de trabalho (máquina inserora)

Após acessar o módulo “Engenharia de Processo, a escolha “Opção Produtos das Tabelas básicas” pode ser escolhida envolvendo os campos “Cd. Posto – Código do posto. A figura 21 mostra como esse código serve como base para o código de barras da máquina.

Figura 21. Tela de cadastro dos postos de trabalho

Fonte: SOLUÇÃO WM - *WISDOM MAKER* (2015).

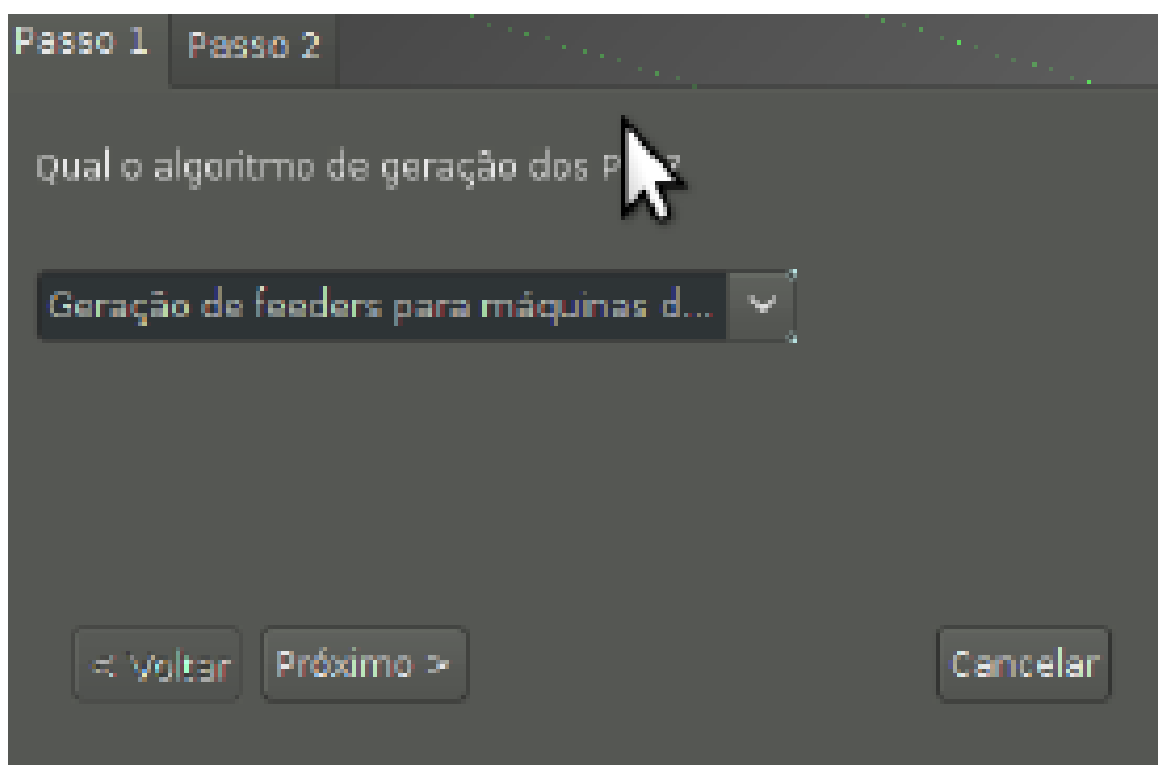
Isto significa que a descrição do posto significa a descrição do posto de trabalho, a descrição reduzida refere-se à descrição reduzida do posto de trabalho, a URL de conexão trata-se da informação utilizada quando for possível importar os programas (mapas de alimentação) de serviços de terceiros ou da própria máquina, o DE-PARA é utilizado quando o programa for importado automaticamente diretamente da máquina ou serviço de terceiros. Frisa-se que nesse campo deve-se cadastrar a referência da máquina do sistema externo.

Para o tipo algoritmo deve ser usado para a importação automática de programas das máquinas inseroras. Atualmente existe apenas o algoritmo de

importação do sistema Insert. Na sequência, o grupo de trabalho refere-se à linha de produção à qual o posto pertence. Um posto pode pertencer a apenas uma linha de produção. Quanto ao tipo do posto, indica-se que o posto é uma máquina de IAC ou de uma linha de produção. O botão Etiqueta está inserido para esse cadastro com o objetivo de imprimir a etiqueta de código de barras dos postos de trabalho. Esse código de barras será lido pelo alimentador para identificar qual máquina (posto) será alimentado.

Associado a um posto de trabalho, existem ainda os postos de alimentação (PA), por exemplo, os *feeders* das máquinas de IAC. Os PA's podem ser cadastrados e mantidos manualmente por meio dos botões "Inclusão, Alteração e Exclusão" que estão abaixo da tabela dos PA's ou no botão Wizard. O objetivo do botão Wizard é gerar automaticamente todos os pontos de alimentação para o posto. Após o botão Wizard ser acionado, é possível identificar as configurações conforme a figura 22.

Figura 22. Tela do passo 1 do Wizard dos PA



Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

Atualmente existe apenas um algoritmo de geração que é Geração de *feeders* para máquinas de IAC. Especificamente esse algoritmo solicita as informações adicionais conforme a figura 23.

Figura 23. Tela do passo 2 do Wizard da geração dos PA

The screenshot shows a wizard interface with two steps: 'Passo 1' and 'Passo 2'. The 'Passo 2' tab is active. The form contains the following elements:

- Quantidade total de feeders: A text input field.
- Sub-feeder L/R: A dropdown menu with 'Sim' selected.
- Quantidade de mesas: A text input field.
- Quantidade de bandejas por mesa: A text input field.
- Mudar ordem de leitura das mesas: A dropdown menu with 'Sim' selected.
- Navigation buttons at the bottom: '< Voltar', 'Concluir', and 'Cancelar'.

Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

Os campos envolvidos são nesta figura 23 refere-se à quantidade total de *feeders*, ou seja, a quantidade de *feeders* da máquina. Nesse total não entra a quantidade de bandejas e mesas. Sub-*feeders* L/R, e no caso de significa que cada *feeder* é subdividido em direita e esquerda. Assim, uma etiqueta será impressa para o feeder da direita e outra para o da esquerda.

Há ainda a quantidade de mesas, a quantidade de bandejas por mesa, mudança da ordem da leitura das mesas e no caso cada mesa terá uma etiqueta de código de barras associada e durante a alimentação essa etiqueta poderá ser lida causando um desvio na leitura das alimentações. Logo, após acionar o botão Concluir, os pontos de alimentação serão gerados automaticamente. Entretanto, caso o algoritmo disponível para geração dos PA's não atenda a alguma regra específica, pode-se cadastrar todos os pontos manualmente. É possível verificar essa tarefa na figura 24.

Figura 24. Tela de cadastro manual do PA

The image shows a software interface for manual registration of a PA (Point of Alimentation). The form is organized into two main sections: PT (Point of Tension) and PA (Point of Alimentation). The PT section includes fields for Id. PT, Cd. PT, Revisão, Ds. PT, Data revisão (with a dropdown arrow), and Usuário da revisão (with a selection button). The PA section includes fields for Cd. PA, Descrição PA, Ordem, Desvio, De-para, Status (with a dropdown arrow), Data status (with a dropdown arrow), and Usuário status (with a selection button). At the bottom of the form are two buttons: 'Cancelar' and 'OK'.

Fonte: SOLUÇÃO WM - *WISDOM MAKER* (2015).

Os campos envolvidos na figura 25 são Cd.Pa – Código do ponto de alimentação, por exemplo, Z0001, a descrição PA – Descrição do posto de alimentação, a ordem – Ordem em que o PA será lido, o desvio – quando o código de barras contido nesse campo for lido, a alimentação será desviada para esse PA. A ferramenta sugere que esse código seja o mesmo Cd.Pa. Assim, a etiqueta do posto poderá ser usada para desviar as leituras.

Há ainda o De-para o qual não é gerado pelo Wizard. Esse campo deverá ter a identificação do feeder quando o programa for importado automaticamente da máquina. A saber, o botão Etiqueta permite imprimir o código de barras do PA selecionado.

Figura 25. Tela do relatório de Abastecimento de Componentes

CODCOMPONENTE	POSICÃO "Z"	OPERADOR	STATUS				ACPLR
			ALIM OK	ALPLR OK	REALIM OK	PROALPLR OK	
0012040110	2081	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2082	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2083	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2084	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2085	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2086	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2087	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2088	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2089	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2090	Archer S. Mota	X				15:18
0012040110	2091	Archer S. Mota			X		15:18

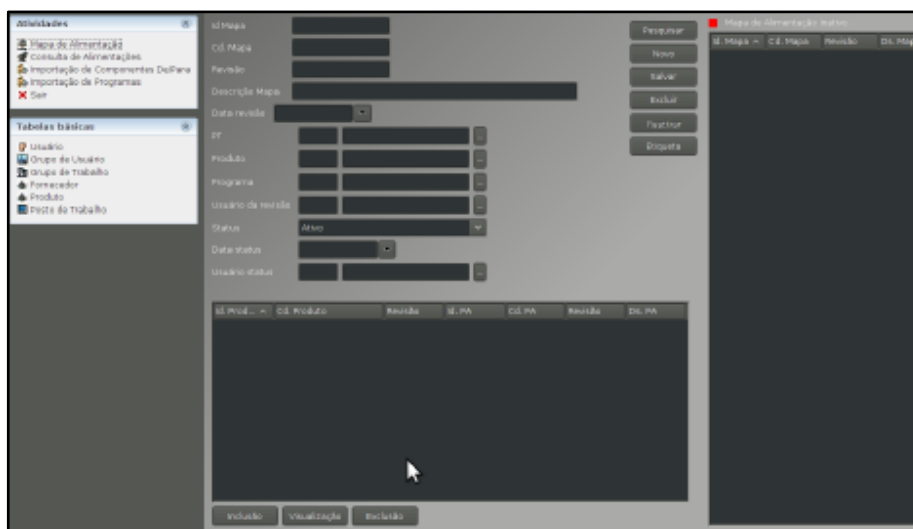
Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

4.2.5 Cadastro Mapa de alimentação

Após acessar o módulo Engenharia de processo, pode-se escolher a opção Mapa de alimentação das Atividades, a figura 26 irá aparecer. O cadastro de mapas de alimentação será necessário apenas para os postos de trabalho que não possuem a importação automática de programas ou mapas. Por exemplo, se o CF for usado para controlar a alimentação de uma linha de produção que não tenha a importação automática do mapa de algum sistema externo, então, o planejador poderá utilizar esse recurso do CF para cadastrar o mapa. É possível também utilizar esse cadastro para consulta dos mapas de alimentação importados automaticamente.

Nesta etapa, os campos envolvidos são Cd.Mapa, ou o código do mapa que servirá como base para impressão do código de barras, a descrição mapa, o PT o qual é o posto de trabalho ao qual se destina o mapa, o produto que se caracteriza pelo produto final que será produzido pelo posto de trabalho e o programa que se trata do programa da máquina inserora no qual o mapa foi baseado. Fica em branco se o posto de trabalho não for uma máquina de IAC. O botão Etiqueta foi acrescentado com o objetivo de imprimir a etiqueta de código de barras do mapa de alimentação.

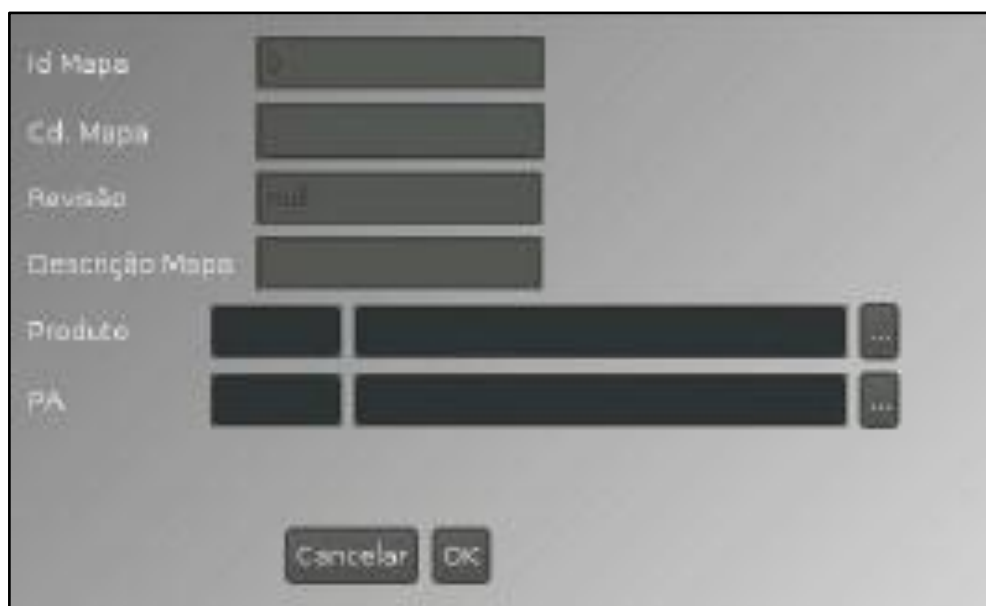
Figura 26. Tela cadastro de mapas de alimentação



Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

Além disso, na tabela de Pontos de alimentação, estão relacionados todos os pontos de alimentação do mapa. Para manipular essas informações foram acrescentados os botões Inclusão, Visualização e Exclusão. A figura 27 representa a tela de cadastro dos pontos de alimentação conforme ilustrado.

Figura 27. Tela de cadastro dos PA do mapa



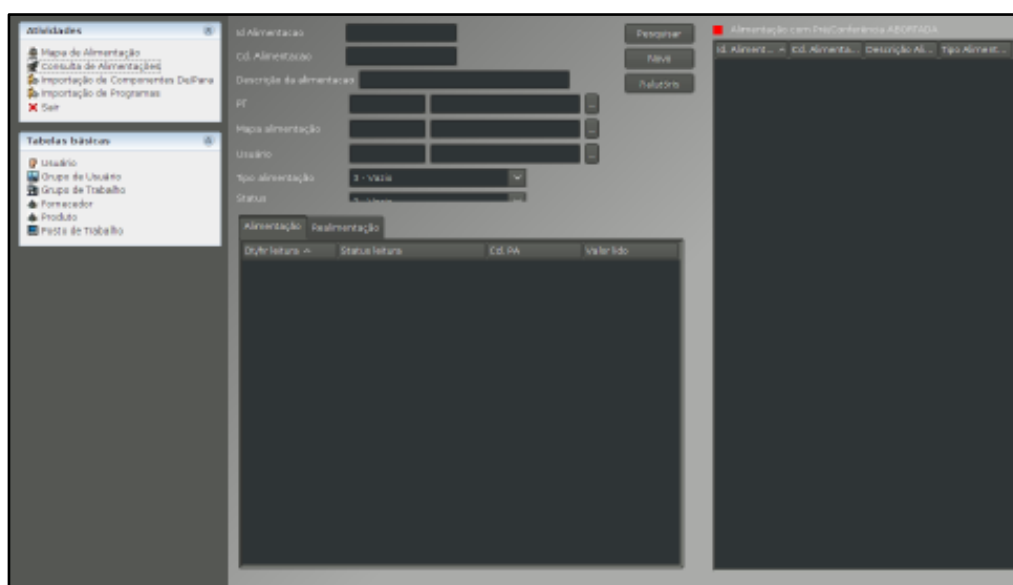
Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

Os campos envolvidos na figura 27 são produto onde há componente que deve ser alimentado no PA, e o próprio PA, ponto de alimentação. Após a inclusão de um ponto de alimentação no mapa, não será possível alterá-lo. Caso seja necessária a alteração, primeiramente deve-se excluí-lo e em seguida incluí-lo novamente.

4.2.6 Consulta de alimentações

Após acessar o módulo Engenharia de processo, pode-se escolher a opção Consulta de alimentações das Atividades conforme figura 28.

Figura 28. Tela de consulta das alimentações



Fonte: SOLUÇÃO WM - *WISDOM MAKER* (2015)

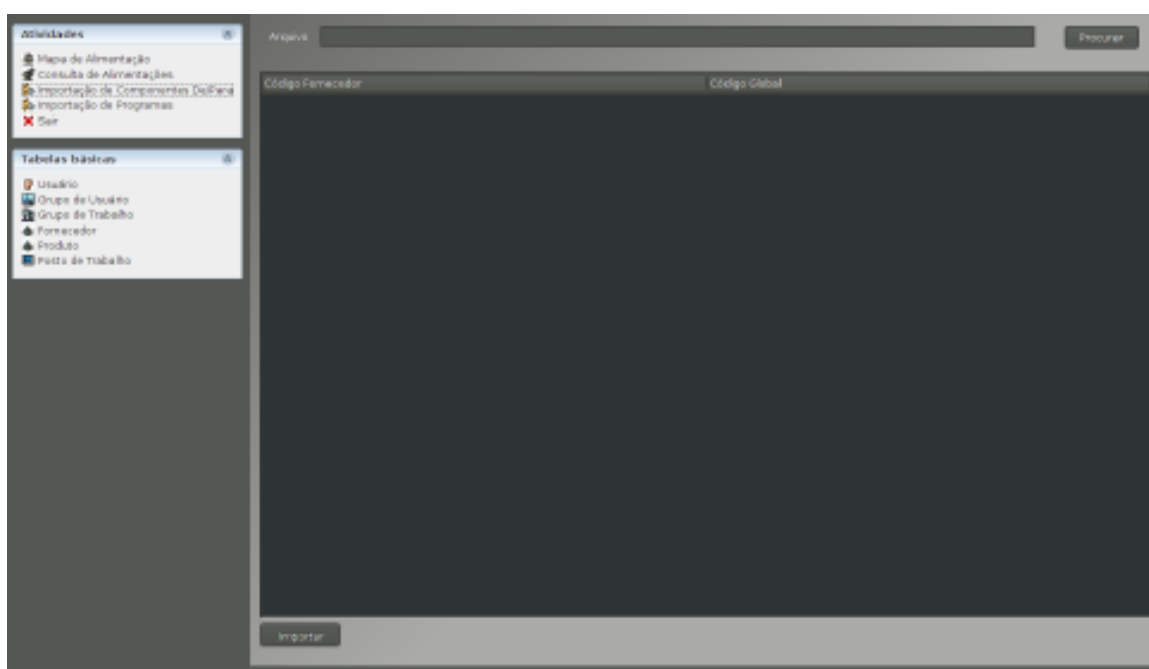
Essa funcionalidade permite apenas consultar as alimentações realizadas pelos alimentadores. Não será possível cadastrar ou alterar qualquer alimentação. As alimentações são cadastradas através do módulo PDA do CF. Os campos envolvidos são: código alimentação, descrição, PT para campo seja preenchido e o botão Pesquisar acionado, então todas as alimentações do posto de trabalho serão apresentadas, o mapa de alimentação e o botão "Pesquisar" acionado, então todas as alimentações do mapa serão

apresentadas. A disponibilidade dos botões refere-se à pesquisa das alimentações cujos valores sejam iguais aos valores informados em qualquer um dos campos, ao item novo limpando os campos permitindo nova pesquisa e o relatório mostrando em tela a alimentação selecionada na área Resultado da consulta.

4.2.7 Importar a planilha DE/PARA?

Para iniciar a importação da planilha é necessário primeiramente identificar a localização da planilha Excel que contém as informações. Basicamente essa planilha deverá ter duas colunas. A primeira com o título DE e a segunda com o título PARA. A localização da planilha é feita por meio do acionamento do botão Procurar. Após a localização da planilha a tabela do CF será preenchida com os valores vindos da planilha. Para efetivar a importação, o botão Importar deverá ser acionado. Os componentes que não existirem no cadastro de produtos do CF serão cadastrados automaticamente. A figura 29 desenha a opção Importação de Componentes DE/Para das Atividades.

Figura 29. Tela de importação da planilha DE/PARA

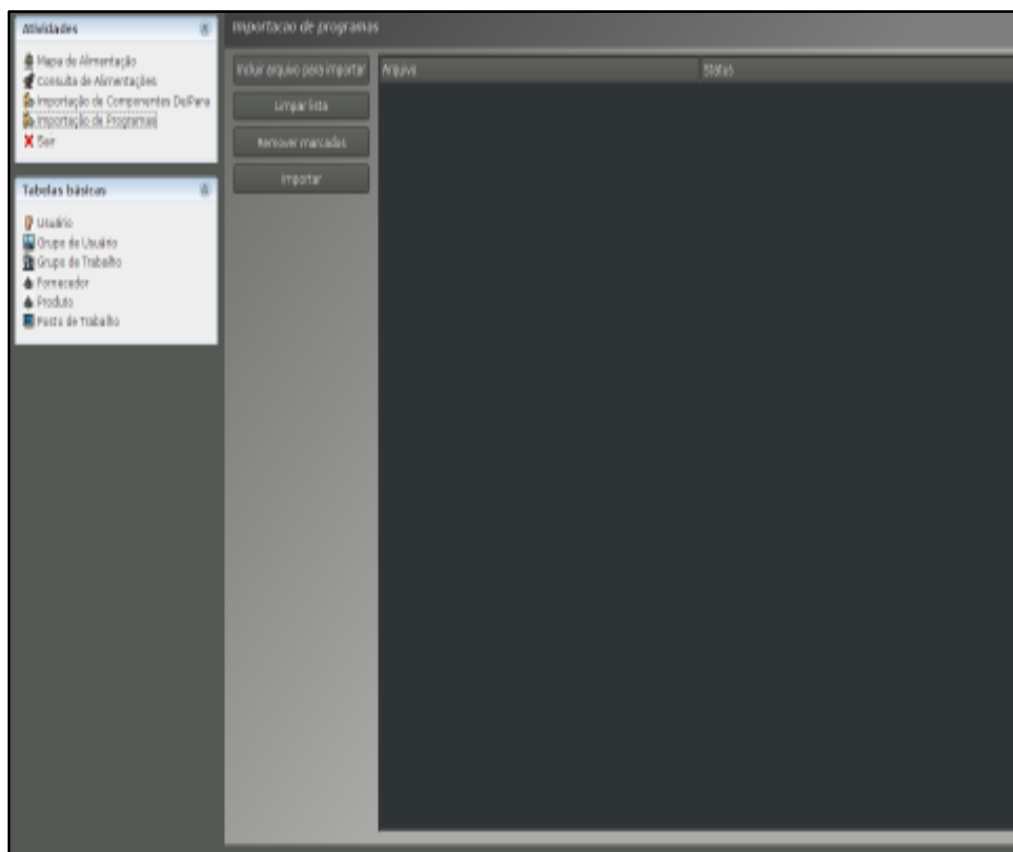


Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

4.2.8 Importar um programa de máquina IAC

Após acessar o módulo Engenharia de processo, pode-se optar pela escolha Importação de Programas das Atividades conforme figura 30.

Figura 30. Tela de importação dos programas das máquinas de IAC



Fonte: SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER (2015).

4.2.9 Monitorização em tempo real

A ferramenta SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER apresenta o monitoramento real como apoio a área operacional e gerencial de acompanhamento dos testes. É possível ainda atuar de imediato para a correção e melhoria do processo de testes sem a necessidade de geração dos relatórios e análises dos mesmos. O objetivo é apresentar os postos de trabalhos codificados por cores conforme é possível verificar no quadro 03.

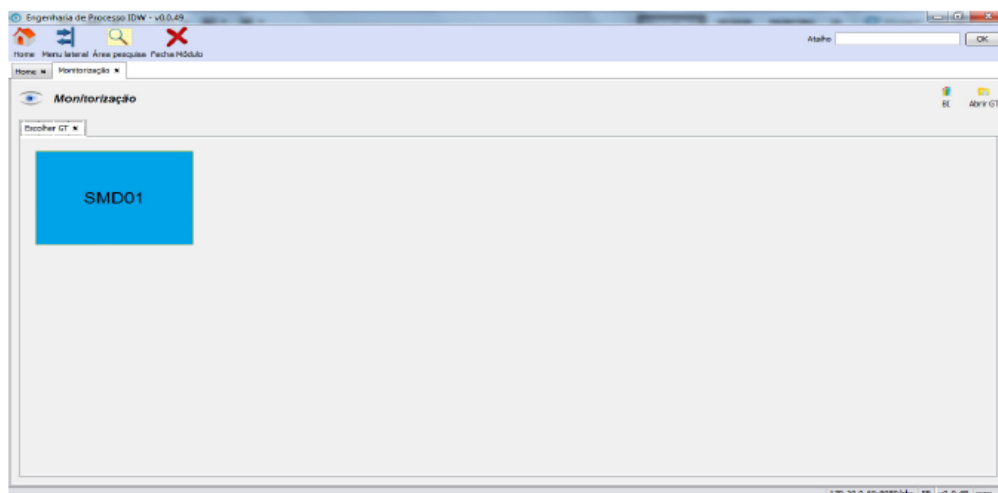
Quadro 03. SISTEMA INSERT – Monitoramento por cores

Verde	Posto produzindo dentro da meta. Se for um posto de montagem, significa dizer que o posto está associando os produtos e os componentes adequadamente sem erros. Se for um posto de teste, significa que segue testando sem nenhuma falha detectada, se for um reprocesso, significa que os produtos estão sendo consertados, sem nenhuma não conformidade. Exemplo: geração de refugo.
Amarelo	Posto produzindo fora da meta. Se for um posto de montagem, significa que se tentou associar um componente inadequado ao produto. Se for um posto de teste, significa que o último produto testado apresentou problemas, ou a taxa de defeitos na última hora está acima da meta estipulada no roteiro do teste. Se for um posto de reprocesso, significa que o ultimo produto que tentou entrar no reprocesso não apresentava problemas, ou que na última hora foi gerado algum refugo.
Vermelho	Posto não está produzindo. Os motivos que levam um posto estar nessa situação: posto em manutenção técnica, posto em estado de aferição dos equipamentos, posto sem operador.
Cinza	Posto off-line. Por algum motivo não existe comunicação entre o CLP do posto e o banco de dados. É possível detalhar as informações de cada posto ou grupo de trabalho, a fim de analisar os dados em tempo real. Entretanto, dependendo do posto, as informações apresentadas serão diferentes: Posto de montagem, Posto de teste visual, Posto de teste funcional, Posto de reprocesso, Posto de teste elétrico/liberação.

Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Entre as possibilidades as quais a solução SOLUÇÃO WM - WISDOM MAKER apresenta, destacam-se as principais telas de moa principal de monitorização em tempo real conforme ilustram as figuras 31 a 39.

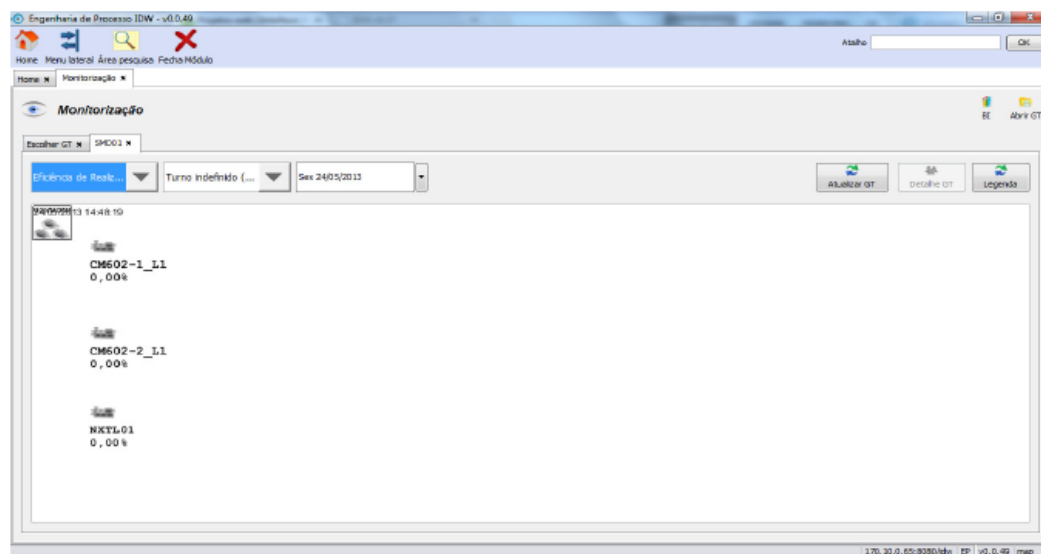
Figura 31. Tela principal de monitorização



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Observa-se ainda a opção de visualização das máquinas lotadas na linha de produção devidamente cadastradas em relação ao desempenho de acordo com a figura 32.

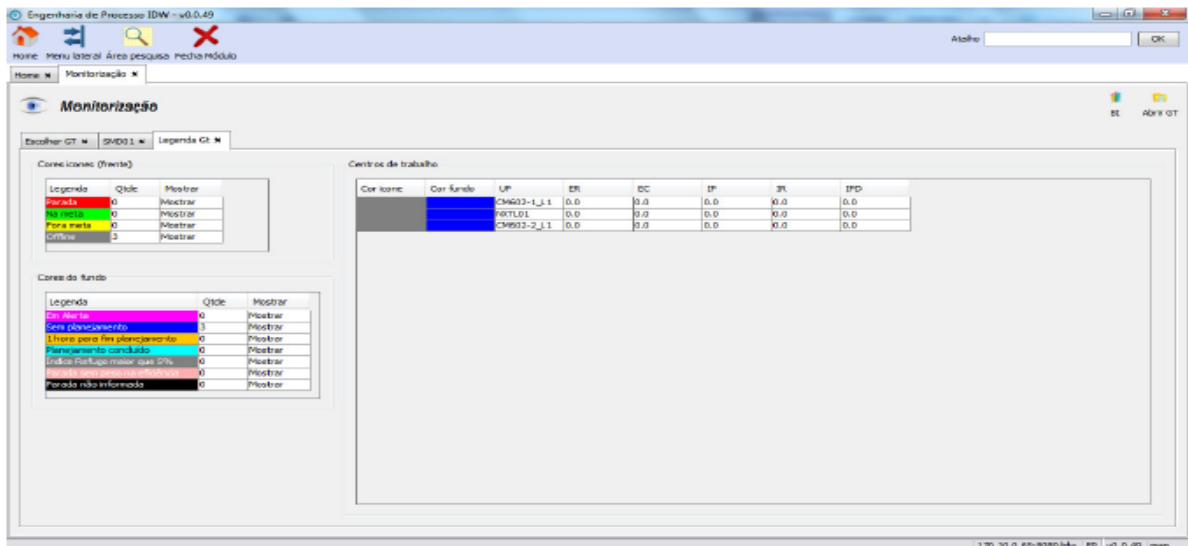
Figura 32. Tela de monitorização das máquinas cadastradas por status



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Quanto à identificação pelo sistema de cores, a tela Legenda GT é apresentada nesta ferramenta conforme ilustra a figura 33.

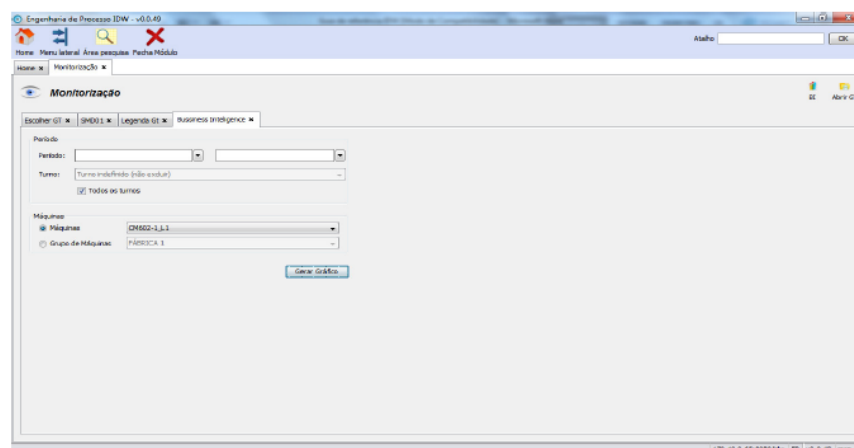
Figura 33. Tela Legenda GT



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Para maiores detalhes quanto à monitorização em forma de gráfico por meio de filtro das informações, dependendo somente da data início e fim do filtro e o turno, a tela B.I., ou do termo em inglês, *Bussiness Inteligenty*, é apresentada na ilustração 34.

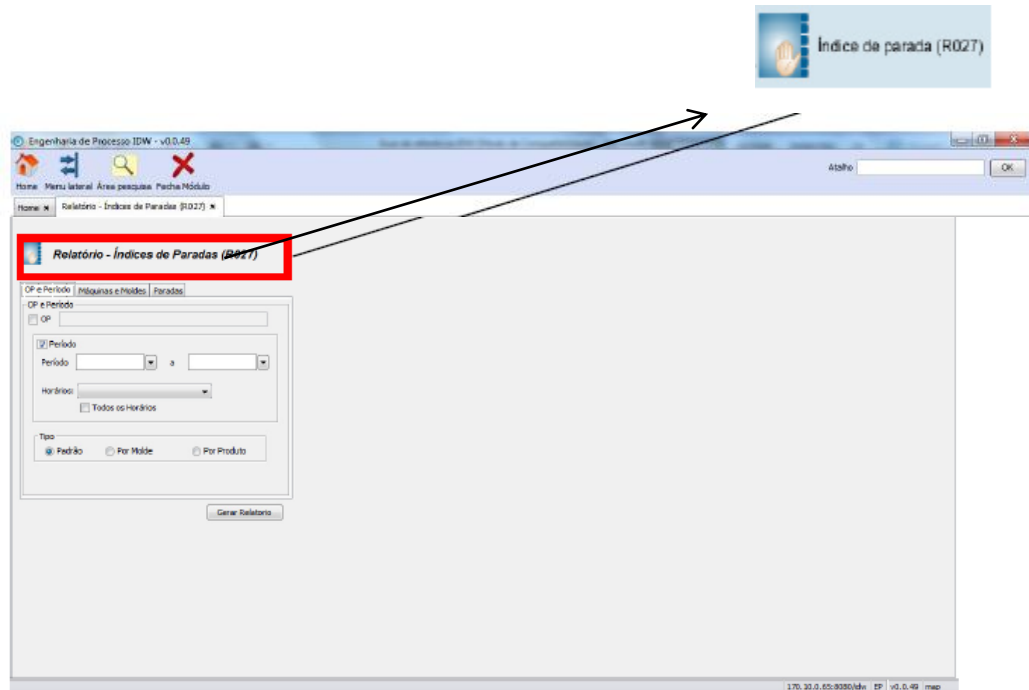
Figura 34. B.I. (*Bussiness Inteligenty*)



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

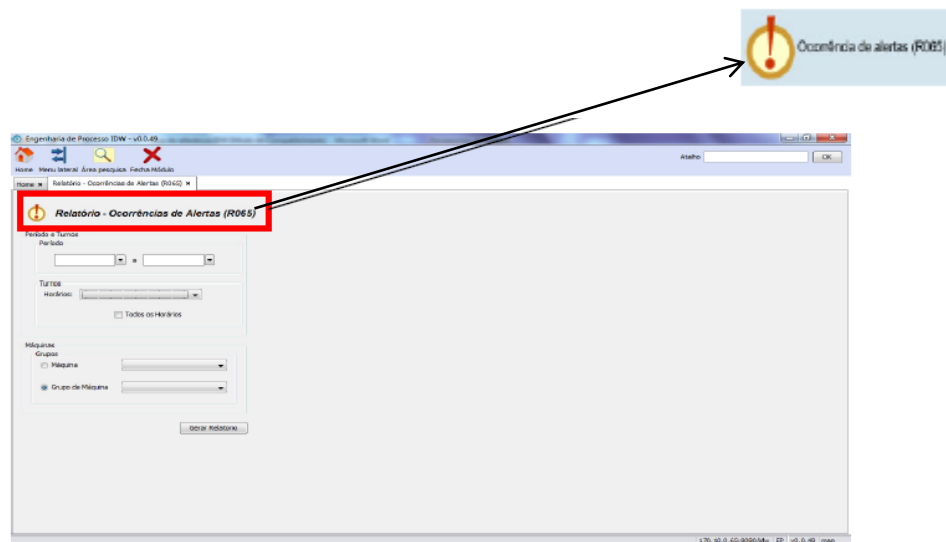
Por outro lado, em caso de controles em relação às paradas e índices, o as figuras 35 a 38 evidenciam como a ferramenta auxilia na identificação do problema.

Figura 35. Relatório de paradas



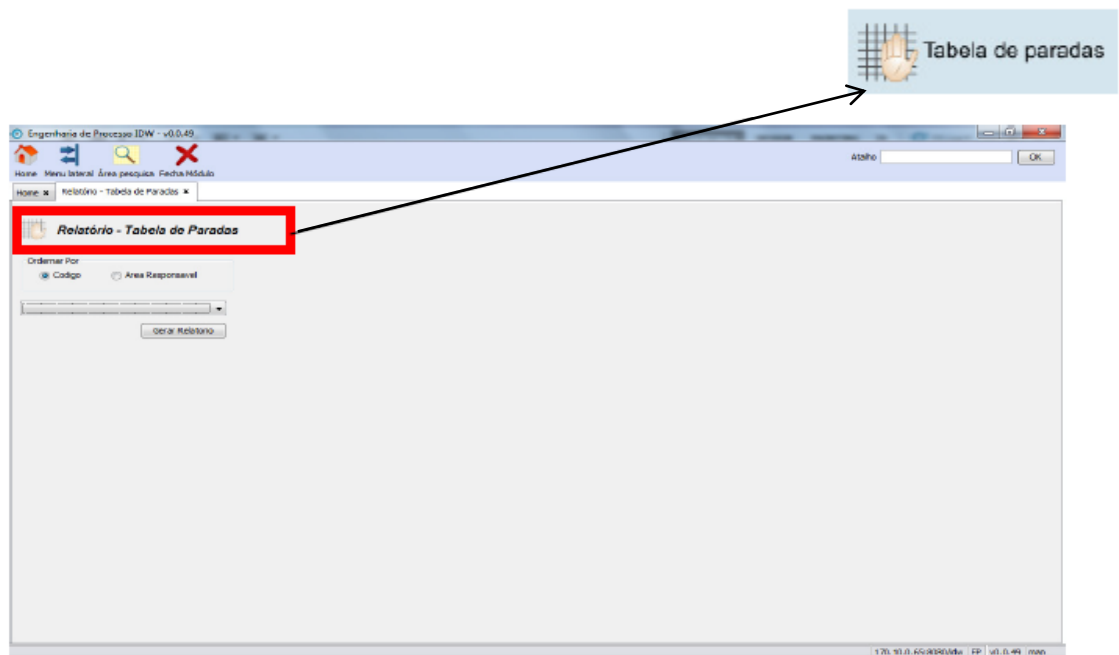
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 36. Relatórios alertas / Ocorrência de alertas



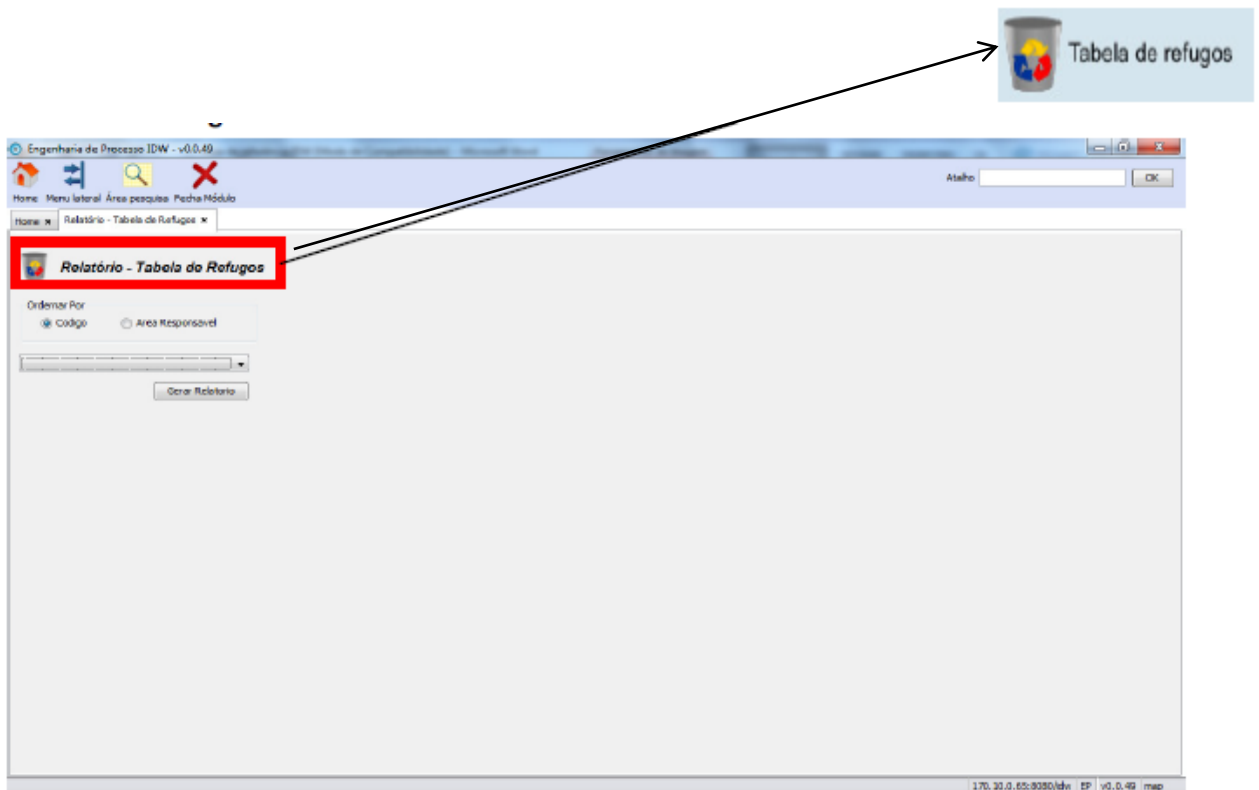
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 37. Relatórios tabelas auxiliares - Tabela de paradas



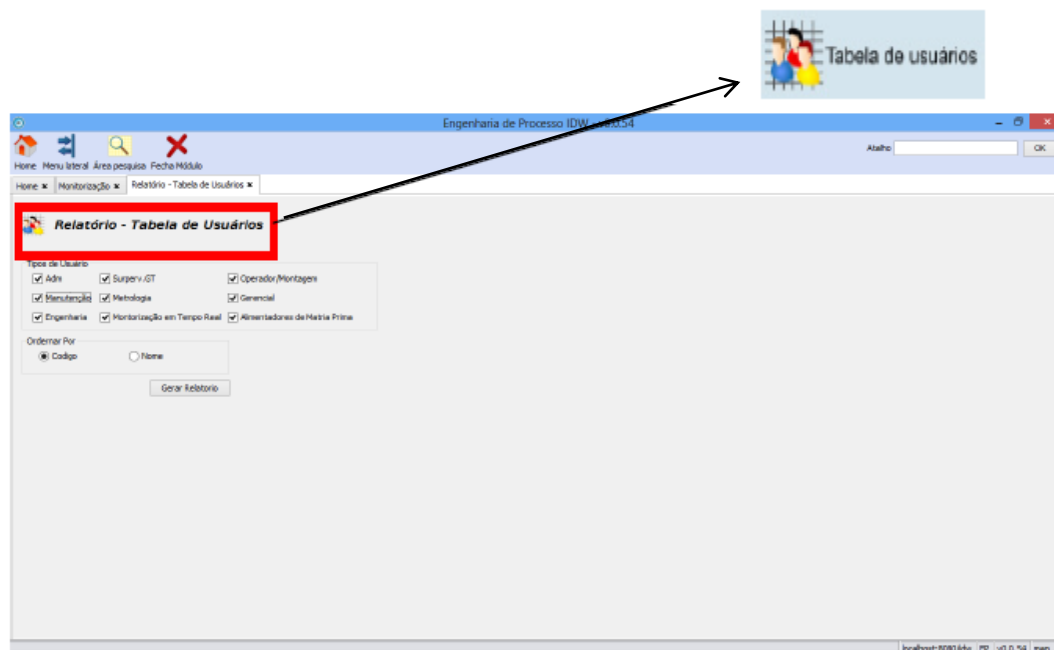
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 38. Relatórios tabelas auxiliares - Tabela de refugos



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 39. Relatórios tabelas auxiliares - Tabela usuários



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

4.3 Apresentação da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda

A Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda é fabricante de baterias de lítio personalizadas e fontes de alimentação, e destaca-se também na produção de soluções de energia personalizados e baterias. O grupo de fábricas da Palladium tem presença em países da América, Ásia e Europa. Atualmente, os produtos com essa composição podem ser encontrados em diversos segmentos, desde telefones celulares a aparelhos de navegação portáteis para centros de dados, mercados médicos e militares-chave.

Toda a aplicabilidade deste estudo de caso concentra-se na unidade em Manaus no PIM. O quadro 02 explora as capacidades fabris da Palladium Energy em relação aos testes de conjuntos de baterias, instalação de fabricação e demais conjuntos de baterias, de fontes e de módulos de alimentação e, a figura 26 apresenta de modo temporal a cronologia acerca da sua evolução organizacional no contexto mundial, identificando os principais marcos quanto à aquisição de plantas de produção.

Quadro 04. Perfil de produção mundial - Palladium Energy



Capacidades de fabricação	Instalação de fabricação e testes de conjuntos de baterias (Xangai, China)	Instalação de fabricação e testes de conjuntos de baterias, fontes e módulos de alimentação em Manaus, Brasil	Fabricação de conjuntos de baterias em Reno, Nevada, EUA
<ul style="list-style-type: none"> - Projeto, desenvolvimento e produção de PCM - Moldagem de plásticos - Projeto eletrônico completo <ul style="list-style-type: none"> - Montagem - Soldagem ultrassônica confiável - Testes, ciclo de funcionamento e inspeção internos 	<ul style="list-style-type: none"> - 20 linhas de baterias - 02 linhas multicélulas - Instalação de testes independente de 560 metros quadrados - Certificações adicionais: ISO 13489 e ISO TS16949 (concluída em 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 linhas de baterias - 02 linhas de adaptadores CA - 06 linhas de SMT internas - Laboratório de confiabilidade - Certificações adicionais: ISO TS16949 (concluída em 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> - 02 linhas multicélulas

Fonte: Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda (2015).

Figura 40. Cronologia organizacional - Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda



Fonte: Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda (2015).

4.3.1 A aplicabilidade da solução WM - WISDOM MAKER dentro da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda

Com o objetivo de aumentar a produtividade industrial, a solução *WM - Wisdom Maker* foi aplicada para lidar com toda a complexidade e capacidade de produzir resultados mensuráveis, ou seja, trata-se de um sistema de solução de fácil implantação e aplicação de seus rendimentos, com visualização imediata da gestão. Relata-se que nas dependências da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda houve a implantação dos Sistemas Monitoramento *Online* de produção – INSERT e de controle de abastecimento e reabastecimento de SMDs nos *feeders* de inserção automática - Check-Feeder nas 06 linhas fabris.

Quanto ao escopo referente à infra-estrutura, instalou-se a parte elétrica (passagem de cabos, tomadas etc), interface de rede de cabo e *wifi*, computadores específicos, sistema operacional e sistema gerenciador de banco de dados com configuração básica para os micros, servidor de banco de dados com itens de "Pentium Dual Core" 2GHz (ou superior); 4GB Ram; HD 150GB IDE SATA (ou superior) 7 a 9000 RPM; driver (CD ou DVD-R); monitores; teclados; mouses, placas de rede ethernet 10/100/1000; sistema operacional com Windows Server 2003, Windows Server 2008 Server e Linux com último *service pack* e atualizações de segurança como antivírus.

Reservou-se ainda o sistema gerenciador de banco de dados com sistema operacional Linux, os SGBD's (Oracle 10g, Oracle 10 Express e Oracle 11g), servidor de Aplicação (WS, Concentrador, MS e BC), pentium Dual Core 2GHz (ou superior); 4GB Ram; HD 150GB IDE SATA (ou superior); driver (CD ou DVD-R); monitores; teclados; mouses; 02 Placas de rede ethernet 10/100/1000 (Uma para a rede local e outra para a rede dos coletores).

Quanto ao sistema operacional focou-se no Windows Server 2003 e Windows Server 2008 Server com último *service pack* e atualizações de segurança, antivírus atualizado com instalação, configuração, administração e/ou manutenção de infraestrutura de rede (cabeamento, hubs, switches, roteadores, etc.) e/ou de serviços associados (servidores, DHCP, configuração de endereços IPs, etc.).

4.3.2 Conteúdo da solução WM - WISDOM MAKER

Quanto ao sistema operacional focou-se no Windows Server 2003 e Windows Server 2008 Server conforme a figura 41 com último *service pack* e atualizações de segurança, antivírus atualizado com instalação, configuração, administração e/ou manutenção de infraestrutura de rede (cabeamento, hubs, switches, roteadores, etc.) e/ou de serviços associados (servidores, DHCP, configuração de endereços IPs, etc.).

Figura 41. Controle de revisões

Revisão	Data	Modificações
1	21/06/2012	Requisitos para Insert
2	06/08/2012	Requisitos para Qualidade Injet
3	14/08/2012	Inclusão de fluxo de dados smd

Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Para a configuração de servidores, a solução WM - WISDOM MAKER apresenta como primeira alternativa de configuração, os servidores de Banco de Dados e de Aplicação (IDW.war) conforme é apresentado no quadro 05.

Quadro 05. Configuração para estações de trabalho

CONFIGURAÇÃO PARA ESTAÇÕES DE TRABALHO
Pentium Dual Core 2 GHz (ou superior)
4 GB Ram
HD 120 GB IDE (ou superior)
Driver CD-Rom
Monitor
Teclado
Mouse
Placa de rede ethernet 10/100
Sistema operacional: Windows 2000 Professional, Windows XP Professional ou Windows Vista Home Premium ou business com último service pack e atualizações de segurança. Anti-Vírus atualizado

Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Nesse mesmo sentido, os quadros 06 e 07 explanam a segunda alternativa de configuração, a configuração para estações de trabalho e a previsão de crescimento da base do InjetDW respectivamente.

Frisa-se a importância de salientar que a ferramenta WM - WISDOM MAKER pode apresentar diversas configurações na produção, servindo de possibilidades para a implantação das melhorias as quais demandam por flexibilidades na linha fabril.

Quadro 06. Configuração para servidor de banco de dados e servidor de aplicação (IDW)

SERVIDOR DE BANCO DE DADOS E SERVIDOR DE APLICAÇÃO (IDW)
Intel Quad-Core (ou superior)
16GB Ram
2 HD's 300GB SCSI RAID 1 15000 RPM
Driver (CD ou DVD-R)
Monitor
Teclado
Mouse
02 Placas de rede ethernet 10/100/1000 (Uma para a rede local e outra para a rede dos coletores)
Sistema operacional: Windows Server 2003 ou Windows Server 2008
Importante levar em consideração que dependendo da quantidade de instâncias ou diferentes áreas a serem monitoradas
Server com último service pack e atualizações de segurança, Anti-Vírus atualizado
As configurações do servidor devem ser reavaliadas

Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Quadro 07. Servidor de banco de dados x Servidor de aplicação
(IDW.war)

SERVIDOR DE BANCO DE DADOS	SERVIDOR DE APLICAÇÃO (IDW.war)
Processador Quadcore (ou superior)	Pentium Dual Core 2GHz (ou superior)
8GB Ram	8GB Ram
HD 150GB SCSI (ou superior) 15000 RPM Driver (CD ou DVD-R)	HD 150GB SCSI (ou superior)
Monitor	Driver (CD ou DVD-R)
Teclado	Monitor
Mouse	Teclado
Placa de rede ethernet 10/100/1000	Mouse
Sistema operacional: Windows Server 2003, Windows Server 2008 Server ou Linux com último service pack e atualizações de segurança, Anti-Vírus atualizado	02 Placas de rede ethernet 10/100/1000 (Uma para a rede local e outra para a rede dos coletores)
Obs.: Para o Sistema Operacional Linux os SGBD's disponíveis são: Oracle 10g, Oracle 10 Express, Oracle 11g	Sistema operacional: Windows Server 2003 ou Windows Server 2008 Server com último service pack e atualizações de segurança, Anti-Vírus atualizado (Importante levar em consideração que dependendo da quantidade de instâncias ou diferentes áreas a serem monitoradas, as configurações dos servidores devem ser reavaliadas)

Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

4.3.3 Previsão de crescimento da base do Injet DW

A estimativa de crescimento do *Injet/Inline* para uma máquina/linha (centro de trabalho) é:

{	Dados: 0.8 MB/mês
	Índices: 1,6 MB/mês

Portanto, uma máquina/linha consome 2.4 MB/ mês. Considerando uma *tablespace* de 4 GB, levaria 1706 meses para estourar a *tablespace*. Lembrando apenas que o crescimento do banco depende diretamente da quantidade de ocorrências de parada, da quantidade de ocorrências de

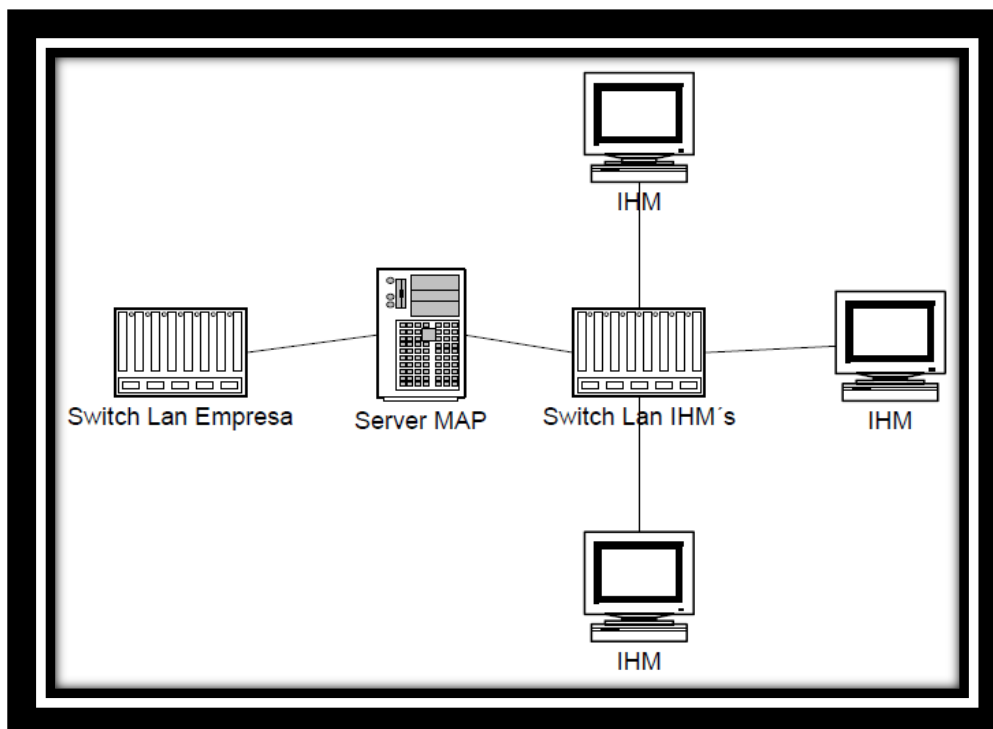
refugos, da quantidade de alertas abertos pelo operador, da regularidade com a qual os operadores fazem *login/logout*.

4.3.4 Sugestão de configuração para a LAN

Nessa sugestão, o servidor terá duas NICs. Uma atendendo apenas a LAN dos mestres e outra como ligação ao restante da rede da empresa. O objetivo dessa arquitetura é isolar o tráfego de dados gerados pelas atividades dos mestres. Entretanto, deve-se verificar o custo em relação ao benefício para adoção dessa sugestão. Pode-se também isolar o tráfego utilizando redes virtuais.

Preferencialmente o servidor deverá estar comunicando a uma taxa de 1g com os coletores de dados. É importante salientar que quando o módulo do CheckFeeder estiver habilitado, os leitores wireless precisarão de cobertura Wifi. Então o Access Points instalado deverá estar conectado ao *Switch* conforme é possível verificar a figura 42.

Figura 42. Lan IHM's



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

A saber, algumas tecnologias foram utilizadas no desenvolvimento do produto, como se destacam:

1. Utilização da linguagem de programação Java tornando o sistema multiplataforma;
2. Utilização do servidor web Apache Tomcat como provedor das regras de negocio e das páginas web para acesso ao sistema;
3. Utilização de um sistema gerenciador de banco de dados padronizado pela Panasonic e,
4. Possibilidade de uso de dispositivos móveis para recepção de alertas sobre situações críticas do planejamento.

4.3.5 Módulo Check-Feeder

Este módulo conta com a lista de leitores homologados para o módulo *CheckFeeder*, como Symbol MC3090 com Windows CE 5.0; Symbol MT2090 e Symbol MC3190 com Windows CE 6.0. Porém, existem algumas observações importantes: como destacam-se que o código de barras do crachá dos operadores deverá ser de um dos padrões aceitáveis pelo leitor escolhido, a comunicação entre o leitor escolhido e o servidor de aplicação será feito via WiFi utilizando a rede wireless fornecida pelo cliente e que a rede *Wifi* fornecida pelo cliente deverá cobrir a área em que o leitor será utilizado.

4.3.6 Requisitos de código de barras para o funcionamento do *CheckFeeder*

Para esta etapa, aborda-se os requisitos de código de barras para o funcionamento do *CheckFeeder* conforme seguem maiores detalhes:

- a) Etiqueta de código de barras nos crachás dos operadores, que possam ser lida com os equipamentos homologados. Ou seja, código de barras com leitura em catracas ou relógio de pontos podem não ser lidos pelos equipamentos homologados. Como sugestão usar o padrão EAN128;
- b) Etiqueta de código de barras nas máquinas insersoras;
- c) Etiqueta de código de barras com o nome do programa;

d) Etiqueta de código de barras para identificação dos feeders seguindo o seguinte padrão:

ZMFFFL, onde:

Z – é o caracter Z e deve ser fixo.

M – identificação da mesa (módulo)

FFF – identificação do feeder

L – pode ter o valor L para LEFT ou R para RIGHT, para máquinas que tenham essa identificação. Campo não obrigatório.

Exemplos:

Z1001 – Mesa (módulo) 1 feeder 1 e Z2101 – Mesa 2 feeder 101

Módulo Insert

Para a lista de gerenciadores de máquinas insersoras homologados para coleta, são necessários os itens:

a) PT200 versão 7;

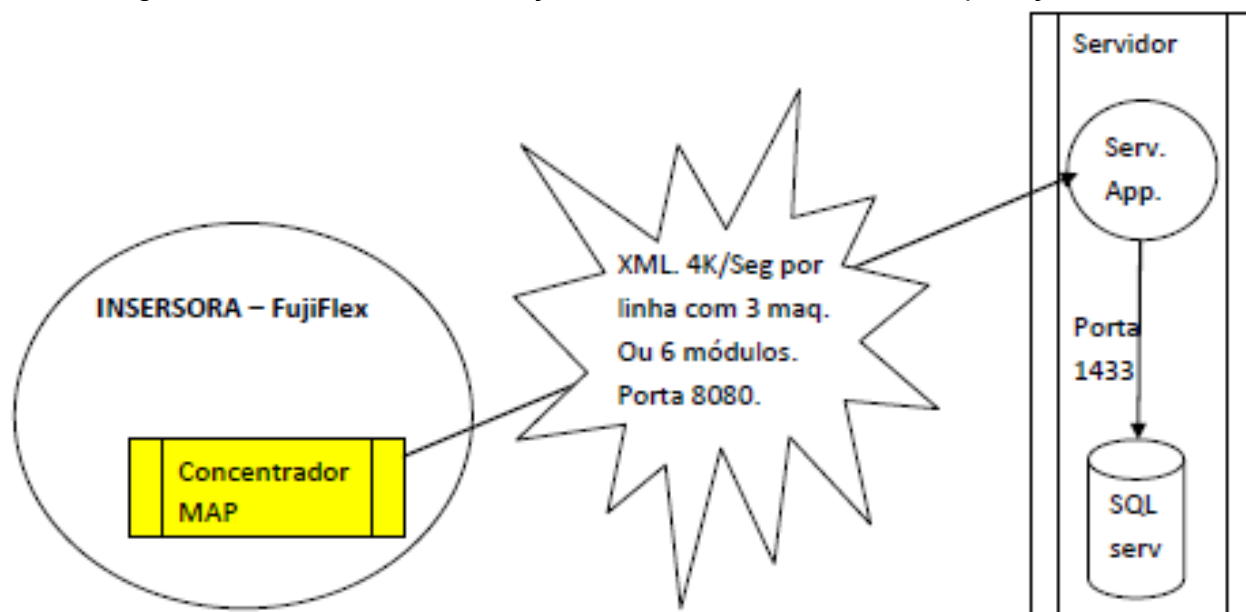
b) FujiFlexa versão 5;

Outros gerenciadores ou outras versões deverão ser homologados e Porta de comunicação entre o FujiFlex e o servidor de aplicação

O concentrador de coleta de dados das máquinas utiliza a porta na qual o servidor Tomcat foi instalado. Em geral é a porta 8080. Quando o servidor é instalado em porta diferente dessa, o serviço MAP deve ser configurado com a nova porta. Para tanto, modifica-se o arquivo ConcentradorFuji.exe.Config, que está no diretório onde o serviço foi instalado. Esse serviço não abre nenhuma porta de comunicação com o FujiFlex, os dados coletados são obtidos por meio de leituras de arquivos textos.

Para as requisições dos *drivers* de coleta, o serviço do concentrador irá detectar várias ocorrências de eventos na máquina e repassar para o servidor de aplicação em execução no serviço Apache Tomcat. Esses eventos são: carregamento de programa em máquina; início e fim de ciclo; início e fim de parada; pausa e reinício de ciclo e eventos de erro conforme é possível demonstração na figura 43.

Figura 43. Fluxo de comunicação entre SMD e servidor de aplicação



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

É possível ainda verificar o item “Previsão de crescimento da base do IDW” para estimativa de crescimento da base. O tráfego estimado entre o servidor de aplicação e o banco de dados é de 2K/Seg por linha com 3 máquinas ou 6 módulos mais 1K/seg por usuário durante uma alimentação. Há ainda algumas observações imprescindíveis, como:

a) A porta de comunicação entre o concentrador e o Servidor de aplicação é a 8080, podendo ser modificada conforme configuração do Apache;

b) A porta de comunicação entre o Servidor de Aplicação e o servidor de banco é a 1433, podendo ser modificada na configuração do SQL Server. É importante notar que o servidor de aplicação pode estar na mesma máquina do servidor do banco de dados.

4.3.7 Módulo Qualidade Injet

Para o módulo de qualidade *injet*, o quadro 08 apresenta as condições necessárias juntamente para os equipamentos homologados para o PC.

Quadro 08. Módulo Qualidade Injet

Módulo Qualidade <i>Injet</i>	Equipamentos homologados para o PC
<p><i>Drivers</i> para coleta Customizada - Coleta 100%</p> <p><i>Driver</i> Balança customizada da GTA via RS-232</p> <p><i>Driver</i> Balança padrão Alfa 3104C e 3107C via RS-232</p> <p><i>Drivers</i> para inspeção de qualidade – Coleta por amostragem - <i>Driver</i> coluna de medição Marpos</p> <p><i>Driver</i> multi-instrumento (equipamento que enviam dados por string via RS-232)</p> <p><i>Drivers</i> para leitura de código barras – Inova e CPFlex - Qualquer leitor de código de barras com padrão RS-232 que envie a leitura em forma de <i>string</i> sem protocolo</p> <p>Symbol Motorola LS-2208 - Somente para o INOVA</p> <p>o leitor USB HoneyWell 1250 G-2</p>	<p>Driver para coleta customizada – Coleta 100%</p> <p>Driver Balança customizada para Delt via <i>ethernet</i></p> <p>Driver para coleta central de inspeção - Coleta amostragem - Medidor de espessura Magna-Mike 8500 (Olympus)</p> <p>Medidor de espessura SME-Maq – (Tecnomedição) - Paquímetro S_Cal work (Sylvac) - Balança Toledo 9094 (Toledo)</p> <p>Balança Master LC2 (Master) - Balança toledo 2090 - pclick 6 - Balança toledo 2090 - tcp/ip</p> <p>Balança toledo ohaus arc120 – serial - <i>Driver</i> col. med. marpos e4n – serial - <i>Pool</i> de equip medição – serial - Balança toledo explorer pro</p>

Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

5. METODOLOGIA DA PESQUISA

5.1 Fundamentação

Para Miguel (2010) pesquisas que abordam questões de cenários atuais dentro de situações diárias com caráter descritivo, tratam-se de estudos de caso. É dessa forma, este estudo recebe essa abordagem metodológica qualitativa procurando relatar as mais diversas referências nacionais e internacionais sobre gestão da produção nas organizações.

Quanto à natureza, caracteriza-se por ser um estudo exploratório em razão de Severino (2009) indicar que para pesquisas onde há lacunas de estudos em razão do assunto apresentar um perfil complexo e amplo, a gestão da produção e as suas ferramentas necessitam apresentar melhorias necessárias dos resultados para as organizações.

Destaca-se ainda que, para a ZFM a explanação desse tipo de estudo traz a inovação da ferramenta WM - *Wisdom Maker* no processo de produção na melhoria contínua da Palladium Energy Indústria. Quanto aos aspectos quantitativo e qualitativo, os mesmos estão baseados em Miguel (2008) com a abordagem na mensuração dos números contidos nesta pesquisa e interpretando-os de acordo com as projeções dos resultados.

Em paralelo, a ferramenta WM - *Wisdom Maker* é aplicada como auxílio na metodologia deste estudo visando aperfeiçoar o método e apurar de modo mais assertivo os resultados utilizando o uso de tecnologia da informação para a extração dos dados de operação das máquinas de SMT, em tempo real, onde poderá avaliar as paradas de máquinas que comprometem a disponibilidade operacional das mesmas, e classificá-las usando as ferramentas da qualidade como Gráficos de Pareto e histograma para que assim se possam definir os planos de ações corretivos de forma sistêmica.

5.2 Procedimentos das etapas da pesquisa

Para o desenvolvimento deste estudo de caso é possível verificar de acordo com a figura 44, o modelo adotado para o procedimento das etapas desta pesquisa. Inicialmente, os procedimentos das etapas desta pesquisa permeiam a definição da estrutura conceitual deste estudo de caso por meio da revisão da literatura nacional e em diversos artigos científicos internacionais, buscando incorporar os conceitos e as definições atuais na academia científica quanto ao cenário de manufatura enxuta, sistemas de produção e metodologias aplicadas às pesquisas práticas. A revisão busca apresentar no contexto em que está inserida a gestão da produção diante da sua aplicabilidade nas organizações, na pesquisa científica, na qualidade dos processos e demais conceitos que norteiam sua definição.

Ressalta-se ainda que esta literatura está sendo coletada de obras com referências em periódicos científicos, anais de encontros acadêmicos, livros clássicos e atuais, guias e procedimentos disponibilizados pela Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda e demais fontes científicas de contribuições idôneas disponibilizadas para pesquisas voltadas ao tema (GIL, 2002).

Figura 44. Procedimentos das etapas da pesquisa



Fonte: Elaboração autor (2015).

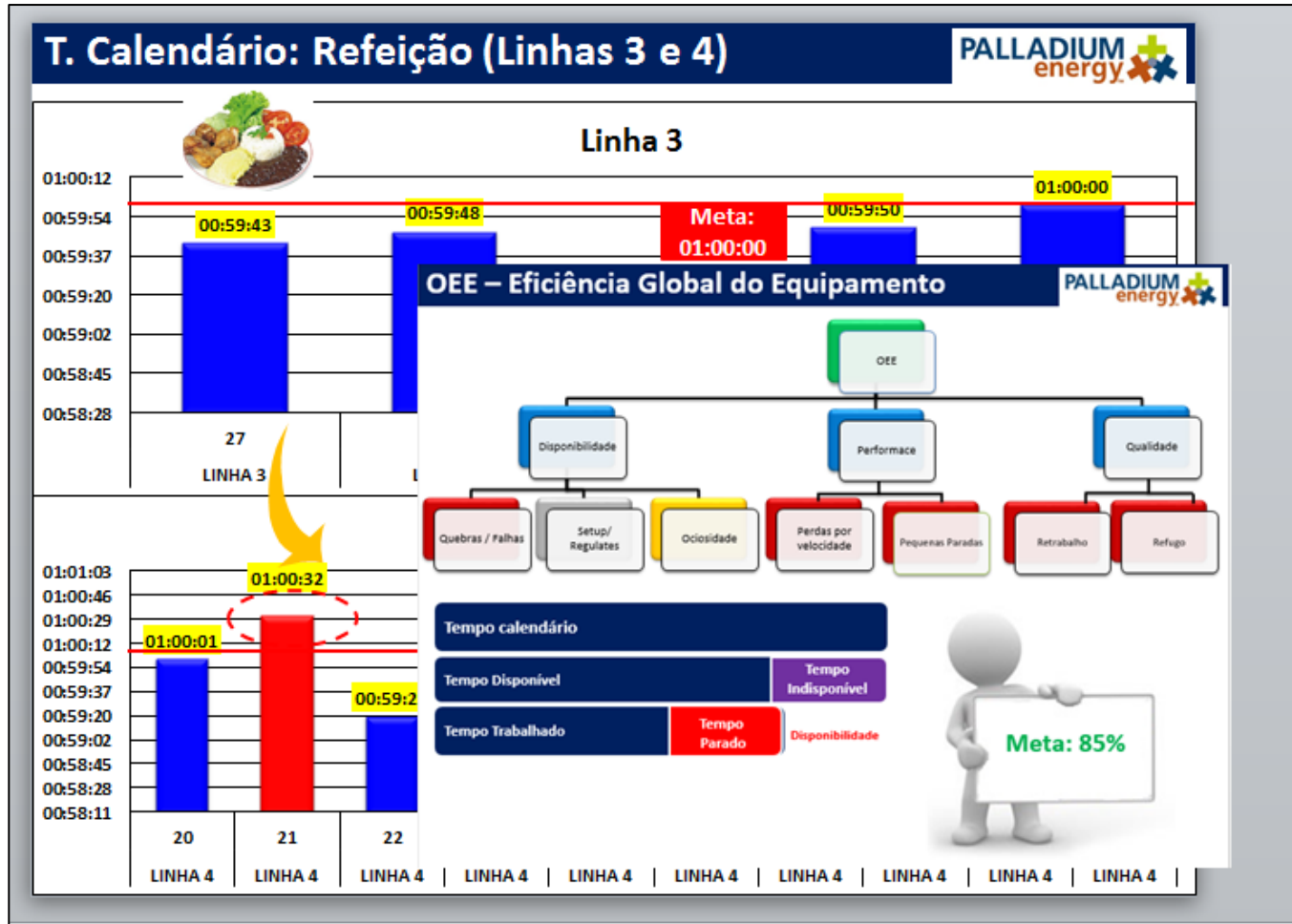
A etapa seguinte, identificada como a aplicação da ferramenta, apresenta a sequência no prosseguimento da pesquisa com o propósito de aplicá-la para analisar e viabilizar a melhoria do processo de produção na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda, a solução WM - *Wisdom Maker*, com perfil gerencial, a tática é operacionalizar as melhorias baseadas na sistemática de procedimentos de gestão do Conhecimento, e suportadas pela tecnologia da informação aplicada na gestão do processo produtivo denominada de MES (*Manufacture Execution Systems*).

A necessidade de sobrevivência e crescimento das empresas de manufatura de produtos eletrônicos, com pequenas margens de rentabilidade e alto risco empresarial, faz com que se motivem pela busca de conhecimentos aplicados que lhes proporcionem uma gestão produtiva com melhores desempenhos, pois é no processo produtivo que se encontra a oportunidade de assegurar sua rentabilidade. Por sua vez, essa busca deve ser feita de forma sistêmica, e que caracterize uma forma pragmática da aplicação das melhores práticas que os conhecimentos estabelecidos possam oferecer (FULLMANN, 2009).

Assim, esta ferramenta apresenta uma tecnologia de informação, que auxilia na gestão de melhoria contínua do processo produtivo de máquinas cíclicas, operando em células de produção, ou isoladamente e vem sendo utilizada com sucesso na implantação das filosofias de gestão como o Lean Manufacture com aplicação das técnicas de Six Sigma. Também tem sido aplicada com sucesso na implantação das filosofias de gestão como o Lean Manufacture, com aplicação das técnicas de Six Sigma.

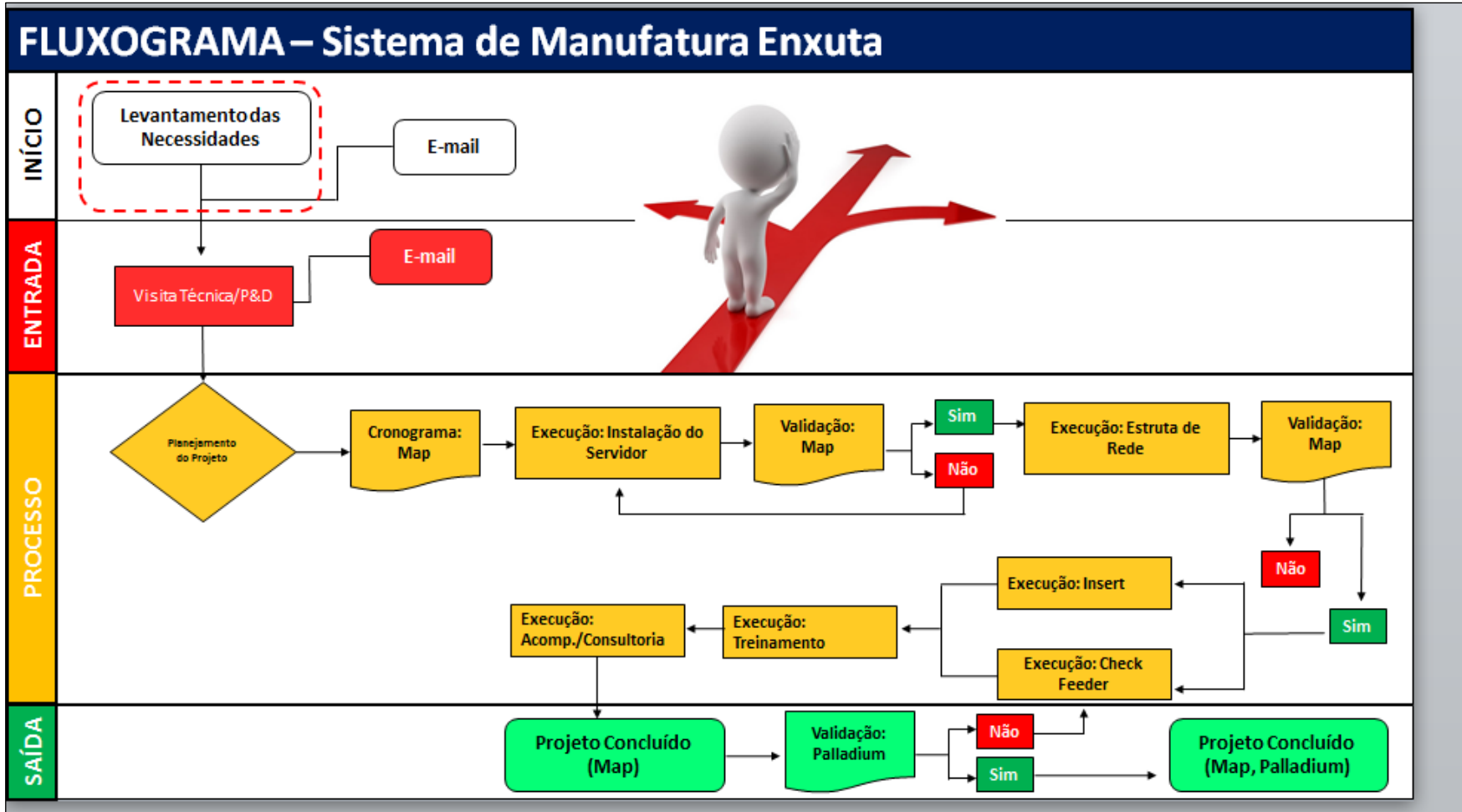
A saber, todo histórico produtivo monitorado pelo Sistema Injet é armazenado em banco de dados, que preserva a memória da empresa em relação aos conhecimentos constatados na prática. O Sistema Injet é uma solução com dispositivos de Hardware e módulos de Software integrados: Básico, BI, Project, CNC, MóBILE, Inplanning, Kanban, Web, Ishikawa/5W2H, Maintenance, TV, Quality, SIP, Labor, que podem ser integrados com outros sistemas de informação da empresa, tais como os sistemas de gestão administrativa (ERP). É nesse cenário que as figuras 45 e 46 ilustram o relatório de produção com as etapas de tempo e calendário das linhas 3 e 4 apresentando a meta de eficiência OEE de (85%).

Figura 45. Etapas de tempo e calendário das linhas 3 e 4 apresentando a meta de eficiência OEE de (85%)



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 46. Etapas de implementação do projeto



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Quanto à 3ª etapa, é possível identificar de modo objetivo a aplicabilidade da ferramenta proposta neste estudo apresentando o cerne científico diante das etapas de planejamento com a identificação do problema e escolha da variável de resposta e demais ajustes, da execução e aplicação de testes, da ação e sugestão de correções. É possível correlacionar as técnicas de manufatura enxutas apresentadas e a simbiose com a ferramenta apresentada neste estudo, gerando assim o objeto que esta pesquisa se propõe. Para a etapa final, ou seja, a conclusão espera-se apresentar o relatório descrevendo os fatos ocorridos durante o desenvolvimento da pesquisa: descrevendo as limitações do estudo, e se possível, sugerir propositura de novos trabalhos na área.

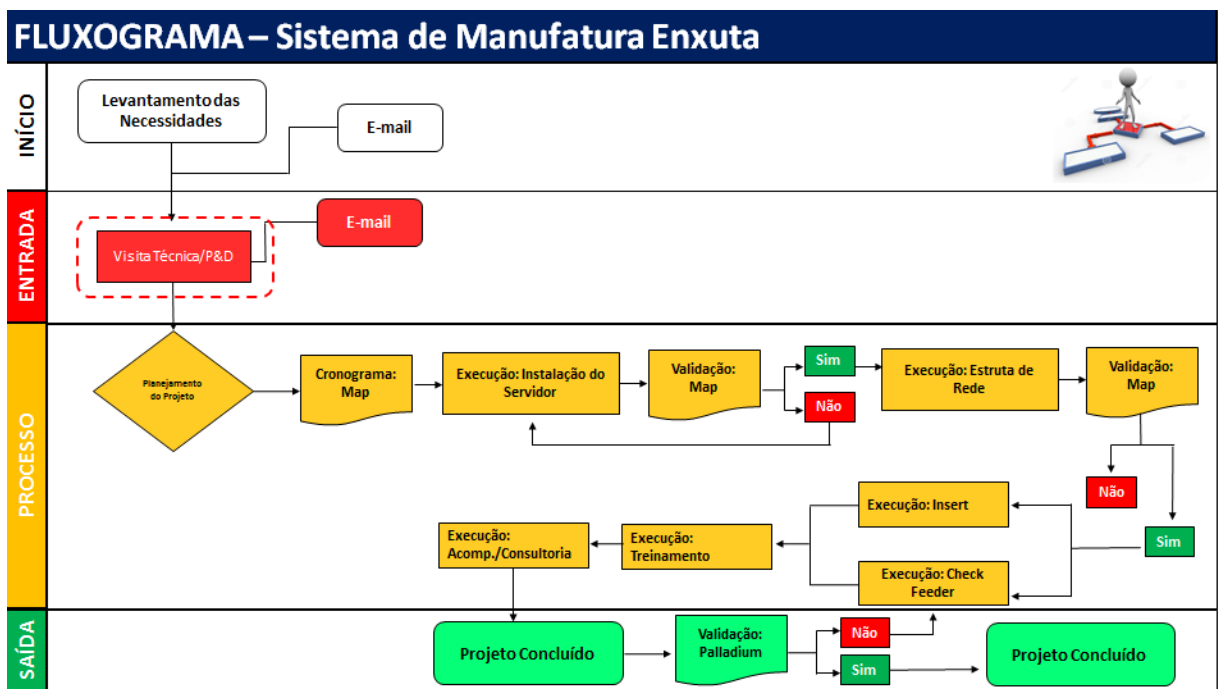
Quanto à apresentação do fluxograma da pesquisa, indicação das ferramentas para a execução de cada tarefa da ferramenta e demais recursos dos dados estão devidamente apresentados nas figuras 47 a 57.

Figura 47. Partes interessadas – levantamento de necessidades



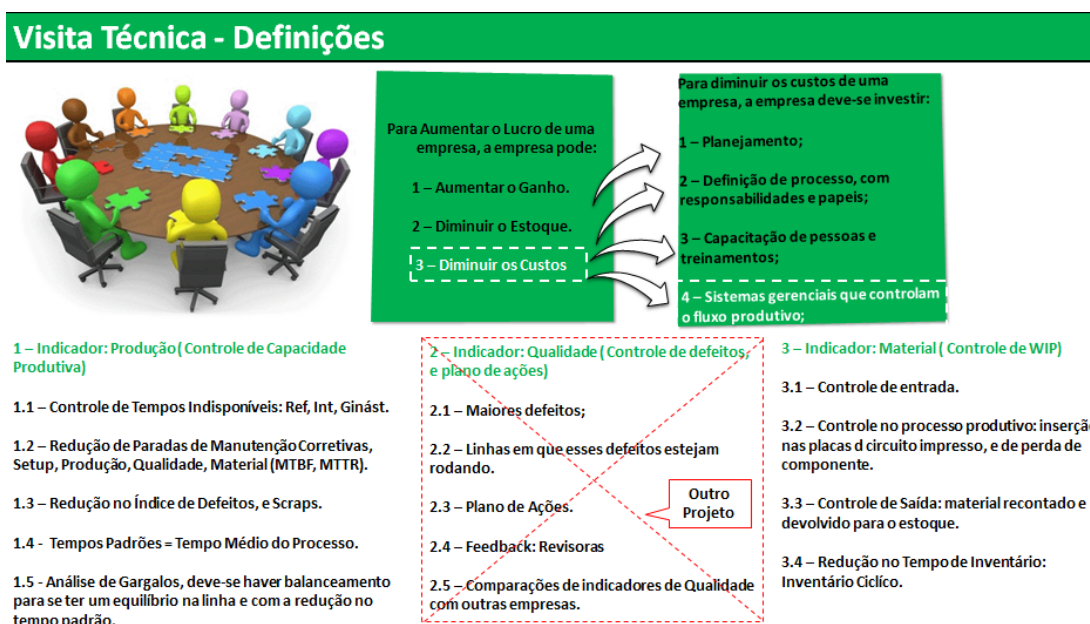
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 48. Fluxograma – Sistema Enxuto



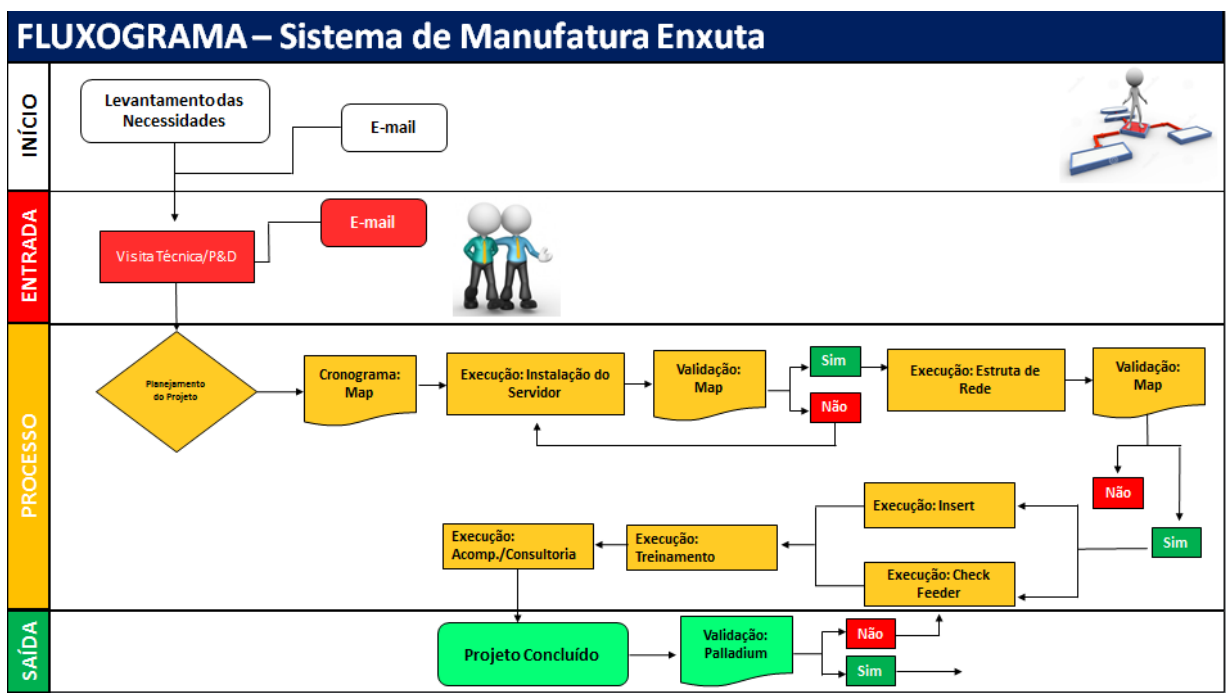
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 49. Visita Técnica – Definições



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 50. Fluxograma – Sistema Enxuto



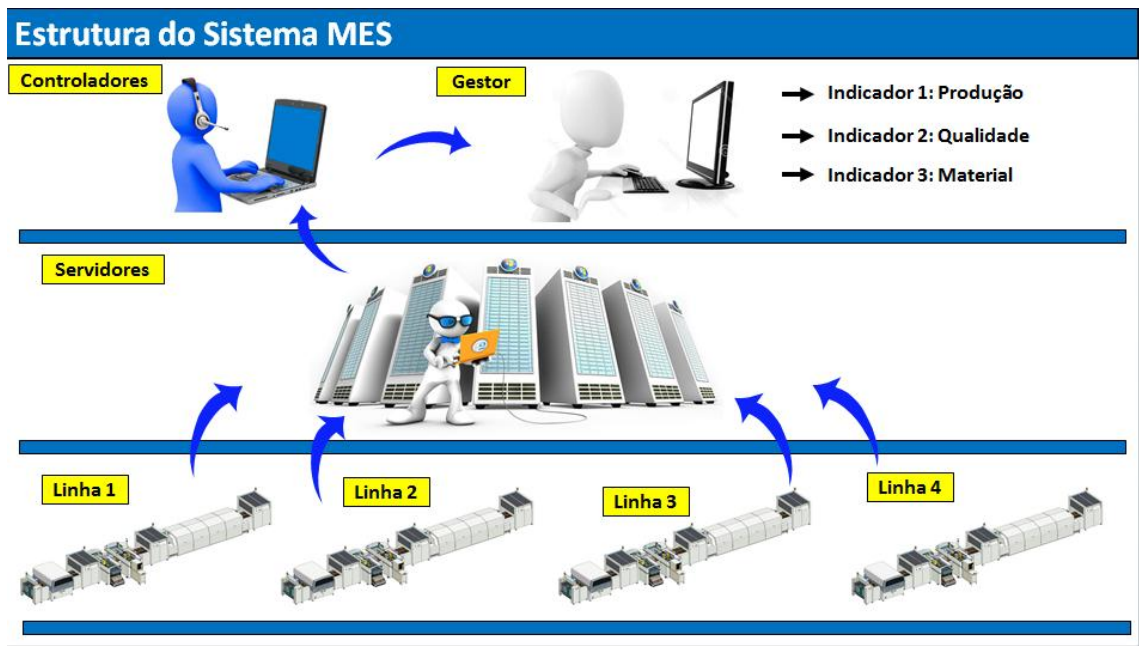
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 51. Cronograma

Cronograma										
	Nome	Duração	Início	Fim	Compl.	Notas	Ant...	Nomes dos Recursos	2	3
1	LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES	227,833 dias	06/11/14 08:00	21/09/15 15:40	54%					
2	Visita Técnica	1 dia	06/11/14 08:00	23/06/15 17:00	100%			Davidson;Elton;Rosalia		
3	Visita P&D	1 dia	10/11/14 08:00	10/11/14 17:00	100%		2	Joyce		
4	Relatório da visita Técnica	4 dias	11/11/14 08:00	26/06/15 17:00	100%		3	Davidson;Elton;Joyce;...		
5	PLANEJAMENTO DO PROJETO	4 dias	14/11/14 08:00	19/11/14 17:00	100%		4			
6	Cronograma do projeto	1 dia	14/11/14 08:00	14/11/14 17:00	100%			Davidson;Elton;Joyce;...		
7	Apresentação de Cronograma	5 dias	14/11/14 08:00	19/11/14 17:00	100%		6	Davidson;Joyce;Rosalia		
8	EXECUÇÃO	120 dias	11/02/15 08:00	28/07/15 17:00	100%		7			
9	Validação Servidor	1 dia	11/02/15 08:00	11/02/15 17:00	100%			Adelson;Elton		
10	Validação Wifi	1 dia	02/07/15 08:00	02/07/15 17:00	100%		9	Adelson;Elton		
11	Validação estrutura física e lógica	0 dias	27/02/15 08:00	27/02/15 08:00	100%		10	Adelson;Elton		
12	Validação rede Fuji	13,5 dias	27/02/15 08:00	10/07/15 13:00	100%		11	Adelson;Elton		
13	Transporte do Servidor	26 dias	23/06/15 08:00	28/07/15 17:00	100%		12	Alexandre		
14	INSERT	99 dias	11/02/15 08:00	30/06/15 08:00	86%			Elton		
15	Instalação Web Service	1 dia	11/02/15 08:00	11/02/15 17:00	100%			Elton		
16	Configuração Web Service	0 dias	12/02/15 08:00	12/02/15 08:00	100%		15	Elton		
17	Instalação Coleta dados Fuji	1 dia	26/02/15 08:00	26/02/15 17:00	100%		16	Elton		
18	Configuração Coleta Fuji	1 dia	27/02/15 08:00	27/02/15 17:00	100%		17	Elton		
19	Teste de Coleta	0 dias	27/02/15 08:00	27/02/15 08:00	100%		18	Elton		
20	Validação do Sistema	1 dia	27/02/15 08:00	27/02/15 17:00	100%		19	Elton		
21	Treinamento T.J	4 dias	23/06/15 08:00	26/06/15 17:00	0%		20	Elton		
22	Treinamento Cadastros	1 dia	03/03/15 08:00	03/03/15 17:00	100%		21	Elton		
23	Treinamento Supervisão	1 dia	24/04/15 08:00	24/04/15 17:00	100%		22	Elton		
24	Treinamento Gerencial	1 dia	27/04/15 08:00	27/04/15 17:00	100%		23	Elton		
25	Acompanhamento de uso do Sistema	40 dias	28/04/15 08:00	22/06/15 17:00	100%		24	Elton		
26	Entrega do sistema Insert	5 dias	23/06/15 08:00	29/06/15 17:00	70%	Documentação entregue, Alon	25	Davidson;Joyce;Rosalia		
27	Consultoria Manuel Cardoso	0 dias	30/06/15 08:00	30/06/15 08:00	50%	Apresentação entregue, Alon	26	Manuel Cardoso		
28	Check Feeder	31,5 dias	05/06/15 08:00	29/07/15 13:00	64%		27			
29	Entrega Wifi	19 dias	05/06/15 08:00	01/07/15 17:00	100%			Kleper		
30	Validação Wifi	1 dia	03/07/15 08:00	03/07/15 17:00	80%		29	Elton		
31	Validação de Etiquetas	1 dia	03/07/15 08:00	03/07/15 17:00	30%		30	Elton		
32	Validação de Coletores de Dados	1 dia	06/07/15 08:00	06/07/15 17:00	30%		31	Elton		
33	Validação de Mapa de Alimentação	1 dia	07/07/15 08:00	07/07/15 17:00	0%		32	Elton		
34	Instalação do Módulo Client em Desktop	1 dia	08/07/15 08:00	08/07/15 17:00	0%		33	Elton		

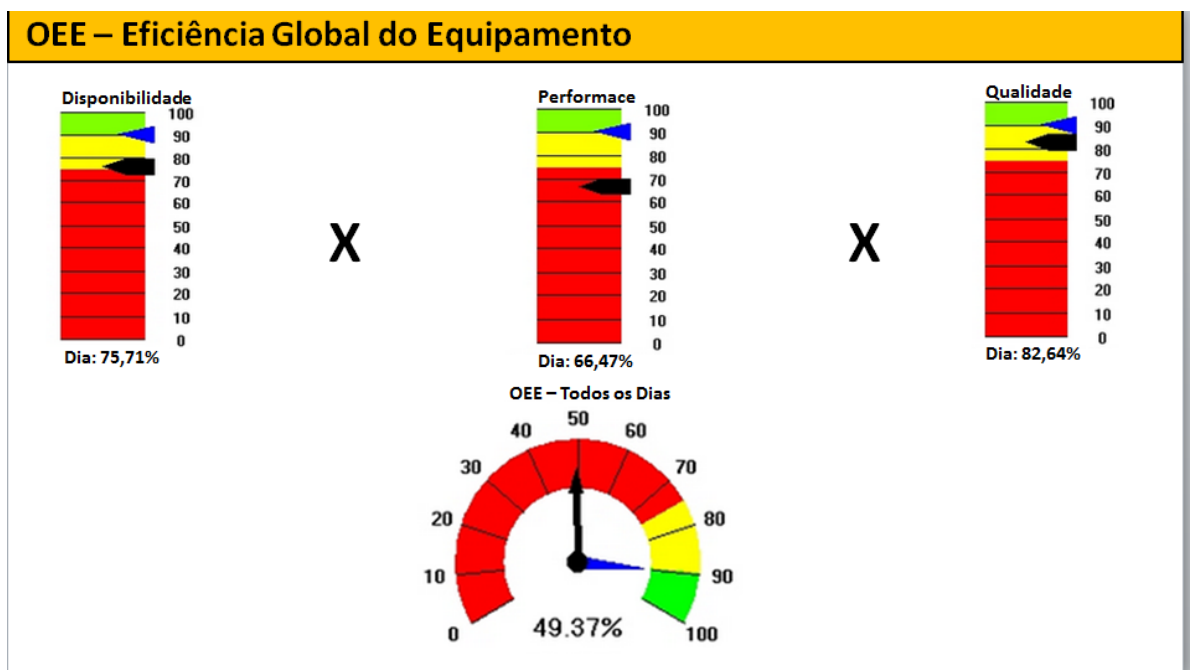
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 52. Estrutura do Sistema MES



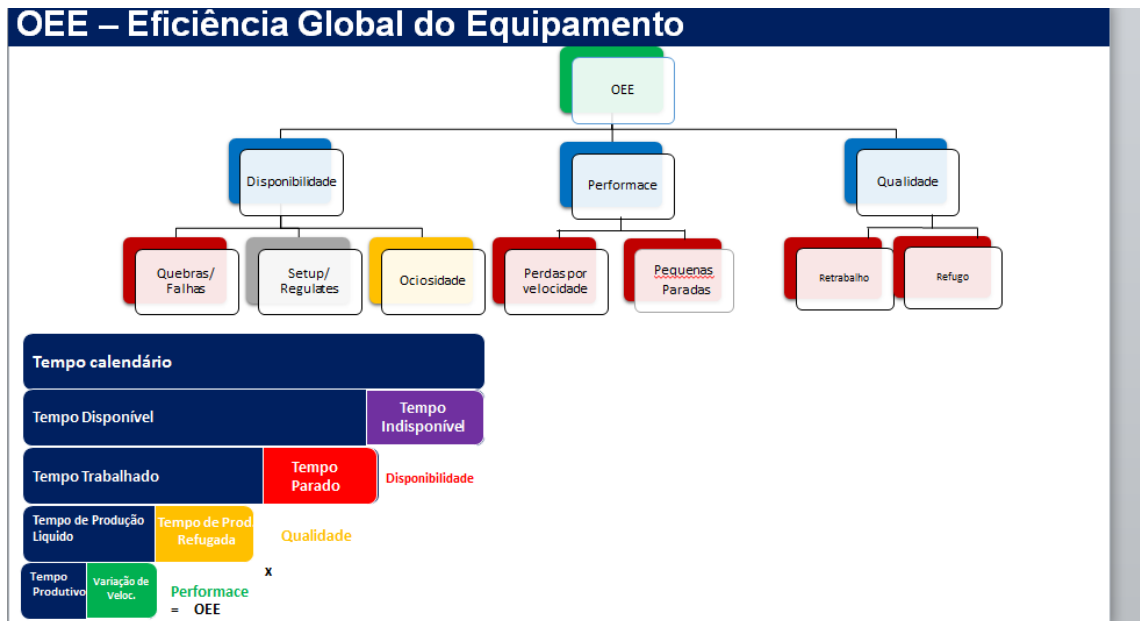
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 53. OEE – Máquina 1



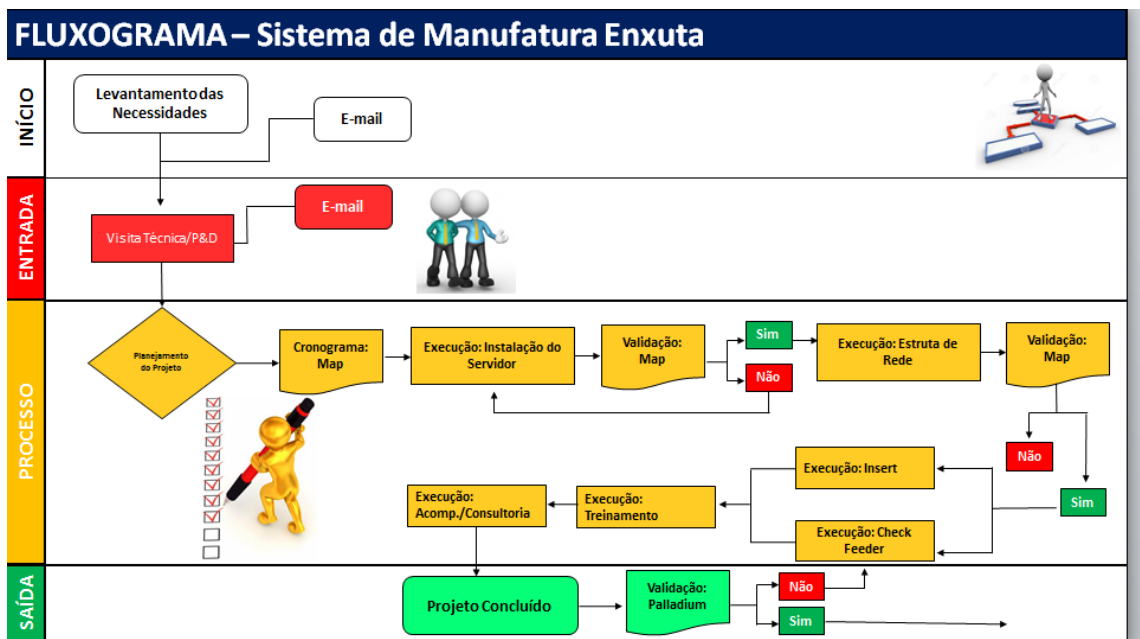
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 54. OEE – Máquina 4



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 55. Fluxograma – Sistema Enxuto



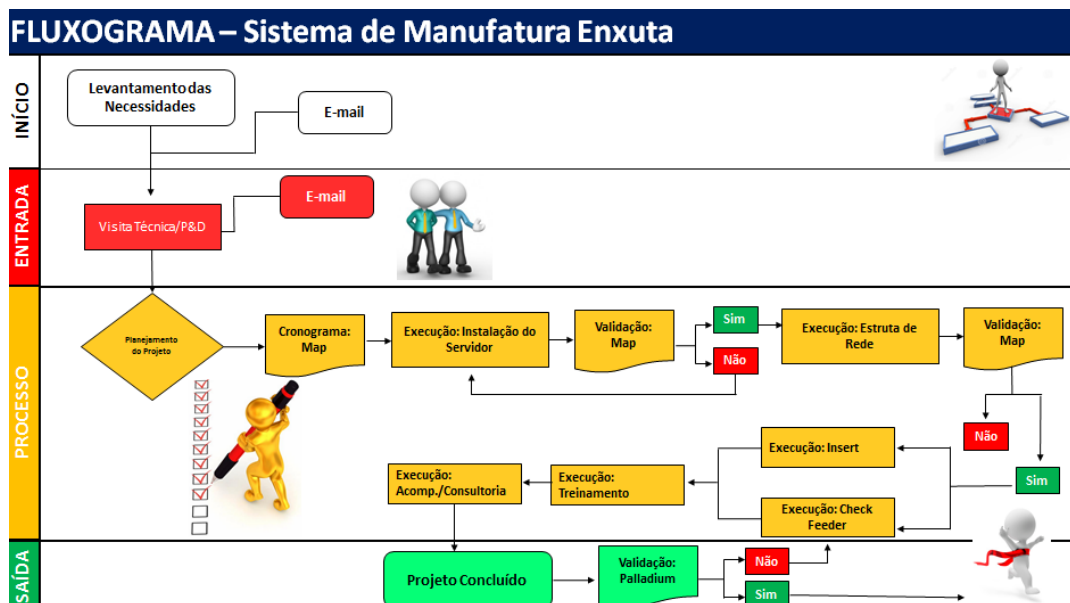
Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 56. Cenário da pesquisa: Linhas pilotos 1 e 4



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

Figura 57. Fluxograma – Sistema Enxuto



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

5.3 Coleta e tratamento dos dados

Para Werkema e Aguiar (1996) a forma da coleta de dados é um aspecto essencial para que se possa alcançar resultados frutíferos e conclusões válidas. É nesse sentido que esta pesquisa segue com a coleta de dados no âmbito documental e operacional das máquinas, os quais deverão possibilitar o desempenho relativo ao ciclo produtivo, por meio de análise do CEP (Controle Estatístico de Processo) com a crono-análise dos últimos 100 ciclos produtivos, em que se possa ver a repetitividade destes ciclos produtivos, de forma técnica científica. Por último, pretende-se identificar as medições da qualidade do processo de montagem dos componentes, tanto considerando variáveis ou atributos do processo de montagem dos componentes.

Jung (2010) relata que para o tratamento dos dados, a abordagem quantitativa é a mais indicada por meio de inferências estatísticas os quais serão analisadas as interações entre os fatores interferentes dos processos de produção das máquinas. Ressalta-se ainda que, em consonância com a coleta e tratamento de dados, paralelamente, aplica técnicas de *brainstormings*, termo em inglês para dinâmicas em grupo na linha de produção com os colaboradores e operadores da linha, visando identificação de possíveis gargalos ou desvios no processo.

Assim para este estudo, o cenário da pesquisa refere-se às linhas 1 e 4 com a mesma incidência da população e amostra. A linha 1 refere-se à AC Adapter DELL 65W (800/h) e a linha 4 -> Wlan Combo LENOVO (486/h). Até então a identificação do problema deu-se pelo fato de os dados não apurarem dentro da produção da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda a perda de produtividade, causada pelo não-controle de produção nas máquinas de SMD, fragmentos ou scrap de componentes e setup nas linhas 1 (Wlan Combo LENOVO) e Linha 4 (AC Adapter DELL 65W).

5.4 Validação dos resultados

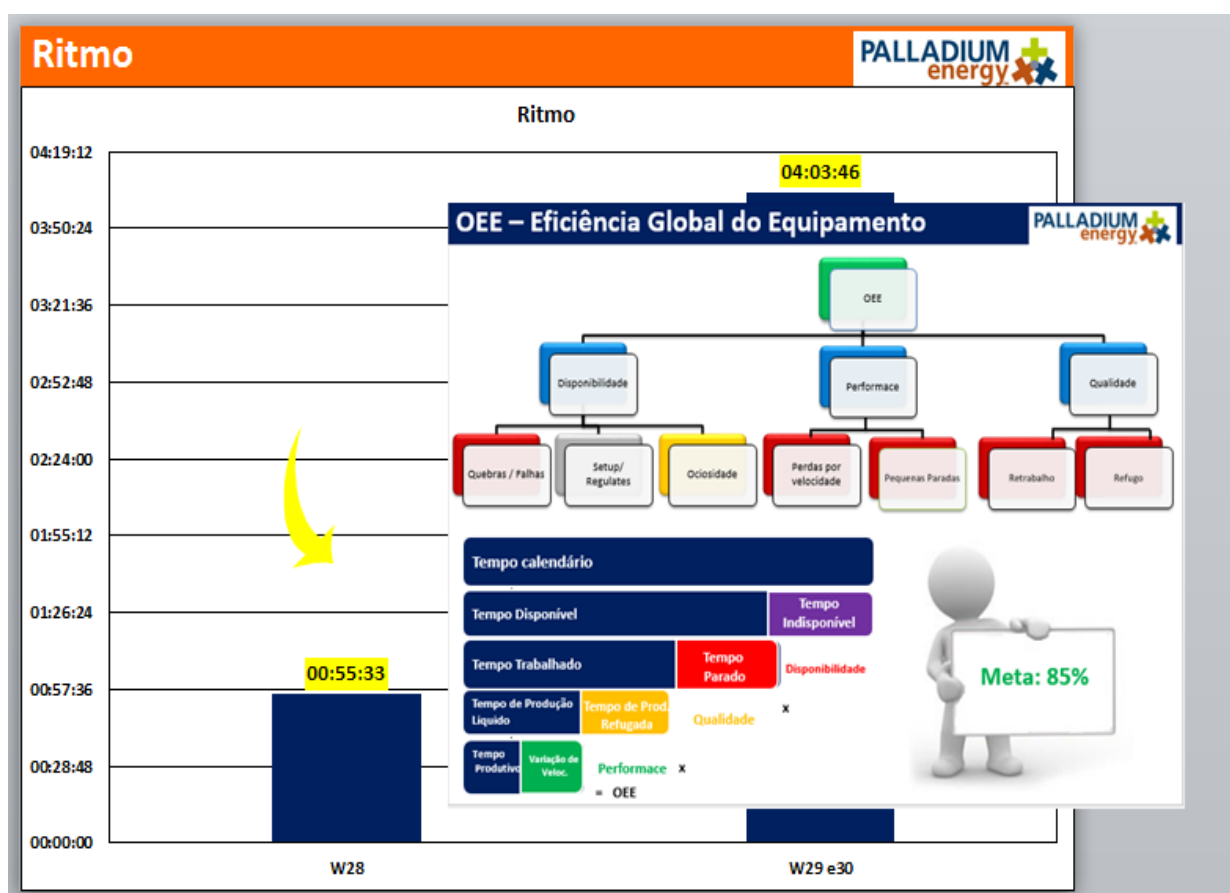
A validação dos resultados esperados consistirá na aplicação de testes estatísticos compilados por meio dos resultados a serem apresentados pela

ferramenta de solução WM - *Wisdom Maker*, de modo que as combinações dos cenários antes da sua aplicação e, após o seu desempenho possam apresentar o impacto nos resultados, sendo os cálculos destes testes a serem realizados por meio de um programa de software desta ferramenta.

Diante da validação dos resultados, espera-se ao fim a aplicação de uma série de testes, para posterior realização da análise e da interpretação dos resultados obtidos, e assim, apontar com base em evidências significativas as alterações definitivas e necessárias para o processo de produção na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda.

A saber, a apresentação da confiabilidade dos dados obtidos pode ser demonstrada por meio da figura 58 que apresenta o ritmo o qual o OEE se desempenha atualmente nas linhas fabris.

Figura 58. Fluxograma – Sistema Enxuto - RITMO



Fonte: SISTEMA INSERT (2015).

6. A ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados apresentam-se direcionados à melhoria na percepção e controle do processo produtivo, propiciando a diminuição de perdas de componentes no processo de montagem automática de componentes, com acompanhamento em tempo real. A diminuição de perda no process diminuiu em pelo menos 10%.

Destacam-se ainda o aumento da eficiência e da capacidade produtiva das linhas de montagem de SMT, com balanceamento das linhas de montagem SMT, que permita produzir mais placas com o mesmo recurso, apresentando aumento de pelo menos 5% da eficiência de montagem.

E para o diagnóstico das principais causas de perdas por paradas de máquina e componentes, e medição da eficácia e efetividade das ações corretivas que permitam maior aprendizado e capacidade de adaptação evolutiva para aumentar a competitividade das linhas de montagem de SMT. Assim é possível afirmar que houve uma diminuição de pelo menos 5% das paradas de máquinas. E, Entre outros resultados advindos pela a aplicação da solução WM - *WISDOM MAKER* como ferramenta de melhoria contínua na gestão de produção: dentro da Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda, destacam-se os apêndices A, B, C, D, E, F, G, H e I.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a revisão da literatura percebeu-se que a gestão da produção é importante para gerar clientes satisfeitos, neste viés, ferramentas que possam trazer melhorias de produtividade são amplamente empregados nas mais diversas áreas da indústria. Assim, é possível corroborar que a solução WM - *WISDOM MAKER* foi capaz de inserir uma mudança cultural na gestão do processo produtivo, que não deva prescindir de controles centralizados e lideranças personalizadas, com uma evolução constante da cooperação corporativa que fortaleça a identidade da organização produtiva, tornando-a mais capaz de se adaptar e evoluir diante das mudanças desordenadoras no ambiente interno e externo da organização.

Com destaque para a sistematização da extração de conhecimentos das interações dos agentes produtivos com seus respectivos ambientes de produção, para obtenção de conhecimentos tácitos que possam ser explicitados e socializados com todos os agentes do seu grupo e com os demais grupos de agentes da organização da produção, que por sua vez, possa auxiliar no desvelamento de mais conhecimentos e inovações que promovam melhorias de desempenho produtivo.

Considerando o sucesso da aplicação da ferramenta na produção, a obtenção de resultados práticos na melhoria de desempenho produtivo e rentável de conjunto de produtos estratégicos da organização, com estabelecimento de metas de melhorias mensais, com diretrizes semanais e acompanhamentos diários e por turno de trabalho com base na adoção de uma gestão baseada na meritocracia e participativa de todos os agentes da organização, visando estabelecer estratégias competitivas baseadas na gestão do conhecimento e inovação dos processos e produtos, e com capacidade de auto avaliação dos resultados individuais e corporativos.

Com isso, a Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda segue sustentando seu crescimento organizacional, por meio de melhorias de produtividade que aumentem a rentabilidade do processo produtivo e dos produtos.

À guisa de entendimento, esta pesquisa baseada no estudo de caso na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda surgiu por uma necessidade de melhorar o desempenho produtivo desta empresa, e após a sua finalização, espera-se estabelecer o desenvolvimento de técnicas e de procedimentos que sejam eficazes e efetivos na obtenção das melhorias, com o mínimo de dependência de lideranças e controles centralizados.

A análise dos resultados alcançados reforça a consolidação da identidade capaz e flexível na organização, lhe permitindo uma eficiente adaptação e evolução para sua melhoria de rentabilidade, mesmo diante dos eventos desordenadores de ambientes externos. Tudo isso sendo comprovado por meio dos resultados práticos que internalizem a Gestão de Conhecimento e de Produção na cultura organizacional.

Pode-se inferir por meio deste estudo que a ferramenta WM - *WISDOM MAKER* resultou em uma enorme economia de custo e economia de tempo, bem como uma redução significativa de trabalho no campo de produção com retrabalhos, e permitindo à Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda soluções construtivas para um cenário de problemas de perdas no processo produtivo. À guisa de finalização, o quadro 09 apresenta uma comparação empírica da situação das linhas 1 e 4 inseridas em cenários diferentes entre antes e após a implantação da solução WM - *WISDOM MAKER* na Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda.

Quadro 09. Quadro comparativo “ANTES versus DEPOIS” da implantação da solução WM - *WISDOM MAKER*

CENÁRIO ANTERIOR	CENÁRIO POSTERIOR
Ausência de sistema de controle focado para as máquinas de SMT, com utilização de controles manuais por operadores, aumentando o risco eminente de perdas de informações e desbalanceamento de materiais.	<p>Processo mais acurado com identificação de todos os controles de alimentação das máquinas. A leitura dos códigos dos materiais é automática, e caso exista cadastramento na BOM (<i>Bill of Material</i>, Lista de Materiais), o item pode ser destinado para produção. Existem perdas mínimas e ausência de desbalanceamentos de itens.</p> <p>Diagnóstico preciso das máquinas utilizando informações que auxiliam a manutenção para a realização de manutenções preventivas com acuracidade, proporcionando a melhoria do tempo de parada da máquina.</p>
Excesso de trabalho com controle de materiais, principalmente por causa do tamanho dos itens. Ainda, havia a obrigatoriedade excessiva de preenchimento de formulários para cada componente nas máquinas.	Processo de alimentação das máquinas com fluidez. Os rolos de materiais são identificados com etiquetas, e em caso de desajustes, o sistema aponta erros, eliminando desperdícios com tempo dos colaboradores em retrabalhos.

Fonte: Autor (2015).

Frisa-se ainda que a ferramenta possibilitou minimizar a necessidade de armazenagem de matéria-prima e de assentamento dos produtos acabados no local. A liderança de pessoas e aprendizagem foi uma parte essencial que colaborou para a sucessibilidade da implantação desta ferramenta, pois,

particularmente devido ao alto envolvimento dos líderes de produção, os quais estavam ansiosos pela agilidade dos processos de implantação das melhorias, foi possível a modularização, a fim de obter benefícios a partir da combinação de padronização e personalização, o que levou a um aumento da flexibilidade do processo e também permitiu um fluxo contínuo de produção dentro das linhas da produção nas linhas 1 (Wlan Combo LENOVO) e 4 (AC Adapter DELL 65W).

Ressalta-se ainda a transparência da Map Technology por meio da ferramenta WM - *WISDOM MAKER* com tecnologia moderna na forma de *Manufacturing Execution System* (MES). Para algumas etapas do processo que ocorriam em vários locais da planta em Manaus, a ferramenta conseguiu desobstruir operações, causando fluidez na produção. Por fim, pode-se afirmar que a Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda segue empenhada no processo de melhoria contínua e incentiva todos os seus colaboradores a participar de atividades, fazendo sugestões e realização de melhorias por meio do incentivo organizacional.

7.1 Sugestões para trabalhos futuros

O processo de validação de uma ferramenta não se exaure ainda mais se tratando da solução WM - *WISDOM MAKER* o que implica concluir que se pode e deve-se repetir a sua aplicação diversas vezes em outras unidades da Palladium Energy no Brasil e no exterior, e, apresentar profundamente seus resultados às mais diversas empresas localizadas no PIM, assim, sugere-se para trabalhos futuros:

1. Fazer estudo semelhante nas demais filiais fabris da Palladium Energy, analisando-se os mesmos fatores, isto para verificar se os resultados de melhorias se repetem, ou se é algo extremamente pontual da filial Manaus, assim, os tomadores de decisão poderão tomar uma decisão mais robusta de produtividade em conjunto e;
2. Testar a ferramenta em outros setores da fábrica, como: áreas de qualidade, compras, planejamento e entre outras, isto permitiria avaliar a aplicabilidade da ferramenta em outras dimensões da indústria.

REFERÊNCIAS

AGHAJANI, M.; KERAMATI, A.; JAVADI, B. **Determination of number of Kanban in a cellular manufacturing system with considering rework process.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Tehran, v. 63, n. 9-12, p. 1177-1189, dez. 2012. Disponível em: <10.1007/s00170-012-3973-y>. Acesso em: 19 jul. 2014.

APAK, S.; ATAY, E. **Global competitiveness in the EU through green innovation technologies and knowledge production.** 3rd International Conference on Leadership, Technology and Innovation Management. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Istanbul, v. 181, p. 207-217, jan. 2015. Disponível em: <10.1016/j.sbspro.2015.04.882>. Acesso em: 14 jun. 2015.

ARUNAGIRI, P.; GNANAVELBABU, A. **Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method.** Procedia Engineering - 12th Global Congress on Manufacturing and Management GCMM – 2014. TamilNadu, v. 97, p. 2072-2080, dez 2014. Disponível em: < 10.1016/j.proeng.2014.12.450>. Acesso em: 09 jan. 2015.

AULL F. **Modell zur Ableitung effizienter Implementierungsstrategien für Lean-Production-Methoden.** Dissertation. Munich: Herbert Utz; 2012.

AZADEH,A.; ZARRIN, M.; ABDOLLAHI,M. NOURY,S. FARAHMAND,S. **Leanness assessment and optimization by fuzzy cognitive map and multivariate analysis.** Expert Systems with Applications. Tehran, v. 42, n. 15–16, p. 6050–6064, jul. 2015. Disponível em: <10.1016/j.eswa.2015.04.007>. Acesso em: 01 jul. 2015.

BUNSE K, VODICKA M, SCHÖNSLEBEN P, BRÜLHART M, ERNST FO. **Entegrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature.** Journal of Cleaner Production 2011; vol. 19, p. 667-679. Disponível em: <10.1016/j.eswa.2014.04.007>. Acesso em: 08 jul. 2015.

BURGGRÄF, P. Wertorientierte Fabrikplanung. Dissertation. Aachen: Apprimus; 2012.

CARDOSO, MANUEL. **CASO DE SUCESSOS – MAP CARDOSO.** Disponível em: <http://www.mapcardoso.com.br/pt-br/injet-na-filtertek >. Acesso em: 24 jun. 2015.

CHEN, J.C.; CHENG, C.H.; POTSANG, B.; HUANG. **Supply chain management with lean production and RFID application: A case study.** Expert Systems with Applications. Hsinchu, v. 40, n. 9, p. 3389–3397, jul. 2013. Disponível em: < 10.1016/j.eswa.2012.12.047>. Acesso em: 09 abr. 2013.

CHEN, K.; GUAN, J. **Mapping the innovation production process from accumulative advantage to economic outcomes: A path modeling**

approach. Technovation. Beijing, v. 31, n. 7, P. 336–346, jul. 2011. Disponível em: <10.1016/j.technovation.2011.03.004>. Acesso em: 01 jul. 2015.

CHENG, C-Y.; CHANG, P.Y. **Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organizations: A case study.** Total Quality Management & Business Excellence. Taichung, v. 23, n. 4, p. 431-447, abr. 2012. Disponível em: <10.1080/14783363.2012.663880>. Acesso em: 14 jun. 2015.

CHIARINI, A. **Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers.** Journal of Cleaner Production. Ferrara, v. 85, n. 15, p. 226–233, jul. 2015. Disponível em: <10.1016/j.jclepro.2014.07.080>. Acesso em: 01 jul. 2015.

CHOUDHARI, S.C.; ADIL, G.K.; ANANTHAKUMAR, U. **Configuration of manufacturing strategy decision areas in line production system: five case studies.** International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Mumbai, v. 64, n. 1-4, p. 459-474, jan. 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00170-012-3991-9#page-1>>. Acesso em: 05 out. 2014.

COGHLAN, D. & BRANNICK, T. **Doing Action Research in Your Own Organization**, London, Sage. 2010.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DAHLGAARD-PARK, S.M.; CHEN, C.K.; JANG, J.Y.; DAHLGAARD, J.J. **Diagnosing and prognosticating the quality movement – A review on the 25 years quality literature (1987–2011).** Total Quality Management & Business Excellence. Lund, v. 24, n. 1–2, p. 1–18, fev. 2013. Disponível em: <10.1080/14783363.2012.756749>. Acesso em: 16 out. 2014.

EL-HOMSI, A.; SLUTSKY, J. **Corporate sigma: optimizing the health of your company with systems thinking.** Productivity Press, Taylor & Francis Group, New York, 2010.

ELMARAGHY, H.; DEIF, E.A.M. **Dynamic modelling of impact of lean policies on production levelling feasibility.** Revista CIRP Annals - Manufacturing Technology. Windsor, v. 63, n. 1, p. 389–392, jan. 2014. Disponível em: <doi:10.1016/j.cirp.2014.03.108>. Acesso em: 15 abr. 2015.

ERLACH K. **Value Stream Design: The way towards a Lean factory.** Berlin, Heidelberg: Springer; 2012.

FULLMANN, C. **O trabalho: mais resultado menos esforço.** São Paulo: Educator, 2009.

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Umweltwirtschaftsbericht 2011: Daten und Fakten für Deutschland. Berlin: BMU. 2011.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOELDNER, T. & POWELL, D. **The Use of Information Technology in Lean Production: Results of a Transnational Survey.** In: DREYER, H. C., STRANDHAGEN, J. O. & BJARTNES, R. (eds.) 13th International Conference on Modern Information Technology in the Innovation Processes of Industrial Enterprises (MITIP). Trondheim: SIT Tapir. 2011.

GOLINI, R., LONGONI, A.; CAGLIANO, R. **Developing sustainability in global manufacturing networks: the role of site competence on sustainability performance.** International Journal of Production Economics. Via Pasubio, v. 147, part. B, p. 448-459, jan. 2014. Disponível em: <10.1016/j.ijpe.2013.06.010>. Acesso em: 10 nov. 2014.

GRANT, N. **A taxonomy of manufacturing strategies in manufacturing companies in Ireland.** Journal of Manufacturing Technology Management. Sligo, v. 24, n. 4, p. 488-510, jan. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/17410381311327378>>. Acesso em: 15 out. 2014.

HAJMOHAMMAD, S.; VACHON, S.; KLASSEN, R.D; GAVRONSKI, I. **Reprint of Lean management and supply management: their role in green practices and performance.** Journal of Cleaner Production. London, v. 56, n. 1, p.86–93, out. 2013. Disponível em: < 10.1016/j.jclepro.2013.06.038>. Acesso em: 09 jan. 2015.

HALGARI P, MCHANEY R, PEI ZJ. **ERP Systems Supporting Lean Manufacturing in SMEs.** In Cruz-Cunha MM, editor. Enterprise Information for Systems Business Integration in SMEs: Technological, Organizational, and Social Dimensions. Hershey, PA: IGI Global; 2011.

HANDEL, M.J. **Theories of lean management: An empirical evaluation.** Social Science Research. California, v. 44, p. 86-102, abr. 2014. Disponível em: < 10.1016/j.ssresearch.2013.10.009 >. Acesso em: 12 fev. 2015.

HILLBERG, J. **Sweden's take on lean.** Lean Management Journal, 2 (2), 32-36. 2012.

JØRGENSEN, J. K. **Denmark: fairytale lean.** Lean Management Journal, 2 (2), 37-40. 2012.

JUNG, Carlos Fernando. **Elaboração de projetos de pesquisa aplicados a engenharia de produção**. Taquara: FACCAT, 2010. Disponível em: <<http://www.metodologia.net.br>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

KISPERSKA-MORON, D. & DE HAAN, J. 2011. **Improving supply chain performance to satisfy final customers: “Leagile” experiences of a polish distributor**. International Journal of Production Economics, 133 (1), 127-134.

KOTLER, PHILIP.; KOTLER, M. **Marketing de Crescimento - 8 Estratégias para Conquistar Mercados**. Ed.: Elsevier-Campus, 2013.

KOVÁČ, J.; RUDY, V. **Innovation production structures of small engineering production**. Procedia Engineering. Košice, v. 96, p. 252 – 256, jan 2014. Disponível em: <[10.1016/j.proeng.2014.12.151](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.151)>. Acesso em: 23 jun. 2015.

KREIMEIER, D.; MORLOCK, F.; PRINZ, C.; KRÜCKHANS, B.; BAKIR, D.C.; MEIER, H. **Holistic Learning Factories – A Concept to Train Lean Management Resource Efficiency as Well as Management and Organization Improvement Skills**. Procedia CIRP - Variety Management in Manufacturing — Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Bochum, v. 17, p. 184-188, jan. 2014. Disponível em: <[10.1016/j.procir.2014.01.040](https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.040)>. Acesso em: 14 jan. 2015.

LANGVA, N. E. **Nye veier til forbedring med SINTEF i forstavn**. Logistikk & Ledelse, 5, (2011) 28-32. 2011.

LILLIS, B.; SWEENEY, M. **Managing the fit between the views of competitive strategy and the strategic role of service operations**. European Management Journal. Cranfield, v. 31, n. 6, p. 564-590, dez. 2013. Disponível em: <[10.1016/j.emj.2012.10.001](https://doi.org/10.1016/j.emj.2012.10.001)>. Acesso em: 05 nov. 2014.

LIU, C.G., LIAN, J., YIN, Y., LI, W.J. **Seru Seisan- An Innovation of the Production Management Mode in Japan**. Asian Journal of Technology Innovation. Shaanxi, v.18, n. 2, p. 89-113, fev. 2011. Disponível em: <[10.1080/19761597.2010.9668694](https://doi.org/10.1080/19761597.2010.9668694)>. Acesso em: 03 mar. 2015.

MANUAL - PLANO DE TRABALHO. **Solução WM - Wisdom Maker**. MAP TECHNOLOGY. 2015.

MARTÍNEZ-JURADO, P.J.; MOYANO-FUENTES, J.; JEREZ-GOMEZ, P. **HR management during Lean production adoption**. Management Decision. Barcelona, v. 51, n. 4, p. 742–760, jul. 2013. Disponível em: <[ZDB-ID 4119460](https://doi.org/10.1108/ZDB-ID-4119460)>. Acesso em: 09 set. 2014.

MATT, D.T.; RAUCH, E. **Implementation of Lean Production in Small Sized Enterprises**. Procedia CIRP - Eighth CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering. Bolzano, v. 12, p. 420–425, mar.

2013. Disponível em: < 10.1016/j.procir.2013.09.072>. Acesso em: 13 jan. 2015.

MEHRJERDI, Y. **Six-Sigma: methodology, tools and its future**. Assembly Automation, Yazd, v. 31, p. 79-88, nov. 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/01445151111104209>>. Acesso em: 04 mar. 2015.

MIGUEL, A. C. **Implementação da gestão de portfólio de novos produtos: um estudo de caso Produção**. Artigos e Materiais de Revistas Científicas - EP/PRO/EPUSP - Universidade de São Paulo, v.18, n.2, p. 388-404, mai./ago. 2008. Disponível em: <<http://producao.usp.br/handle/BDPI/4491>>. Acesso em: 18 set.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL J. **Safari de estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MOSTOVICZ, E.I.; KAKABADSE, N.K.; KAKABADSE, A.P. **A dynamic theory of leadership development**. Leadership & Organization Development Journal, v. 30, n. 6, p. 563-576, jan. 2010. Disponível em: <10.1016/j.sbspro.2012.09.992>. Acesso em: 14 mar. 2015.

MÜLLER E, STOCK T, SCHILLIG R. **Energy Value-Stream Mapping – A method to optimize Value-Streams in respect of time and energy consumption**. Proceedings of the 5th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production 2013: Munich; p. 285-290. Disponível em: <10.1016/j.sbspro.2012.09.992>. Acesso em: 14 mar. 2015.

MYKLEBUST, O. **Zero Defect Manufacturing: A Product and Plant Oriented Lifecycle Approach**. Procedia CIRP. Trondheim, v. 12, p. 246–251, dez. 2013. Disponível em: < 10.1016/j.procir.2013.09.043>. Acesso em: 01 jul. 2015.

NETLAND, T.H.; SCHLOETZER, J.D.; FERDOWS, K. **Implementing corporate lean programs: The effect of management control practices**. Journal of Operations Management. Norwegian, v. 36, p. 90–102, mai. 2015. Disponível em: < 10.1016/j.sbspro.2015.04.882>. Acesso em: 12 jun. 2015.

NIGHTINGALE DJ AND SRINIVASAN J. **Beyond the lean revolution: achieving successful and sustainable enterprise transformation**. Amacom, 2011.

PAMFILIE, R.; DRAGHICI, A.J.P.; DRAGHICI, M. **The Importance of Leadership in Driving a Strategic Lean Six Sigma Management**. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Bucharest, v. 58, n. 12, p. 187–196, out. 2012. Disponível em: <10.1016/j.sbspro.2012.09.992>. Acesso em: 22 jun. 2015.

PETER K, LANZA G. **Company-specific quantitative evaluation of lean production methods.** Production Engineering 2011; vol. 5, p. 81-87. Disponível em: <10.1016/j.sbspro.2012.09.992>. Acesso em: 22 jun. 2015.

POWELL, D. 2011. **Understanding customer value.** Lean Management Journal, 2011 (13), 24-27.

POWELL, D., RIEZEBOS, J. & STRANDHAGEN, J. O. Lean production and ERP systems in SMEs: ERP support for pull production. International Journal of Production Research, 2012.

REINHART G, KARL F, KREBS P, REINHARDT S. **Energiewertstrom – Eine Methode zur ganzheitlichen Erhöhung der Energieproduktivität.** Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF) 2010; vol. 105, no. 10, p. 870-875. Disponível em: <10.1016/j.sbspro.2012.09.992>. Acesso em: 14 jul. 2015.

RINGEN, G.; ASCHEHOUG, S. HOLTSKOG, H.; INGVALDSEN, J. **Integrating Quality and Lean into a Holistic Production System.** Procedia CIRP - Variety Management in Manufacturing — Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Raufoss, v. 17, p. 242-247, 2014. Disponível em: < 10.1016/j.procir.2014.01.139>. Acesso em: 06 abr. 2015.

ROSEMARY R. FULLERTON. FRANCES A. KENNEDY. SALLY K. WIDENER. **Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices.** Journal of Operations Management, Logan, v. 32, n. 7–8, p. 414–428, nov. 2014. Disponível em: < 10.1016/j.jom.2014.09.002>. Acesso em: 12 jan. 2015.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. **Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction.** Automation in Construction. Haifa, v. 19, n. 5, p. 641-655, ago. 2010. Disponível em: < 10.1016/j.autcon.2010.02.010>. Acesso em: 03 mar. 2015.

SCHNELLBACH, P.; REINHART, G. **Evaluating the Effects of Energy Productivity Measures on Lean Production Key Performance Indicators.** Procedia CIRP - 2th Global Conference on Sustainable Manufacturing – Emerging Potentials. Augsburg, v. 26, p. 492–497, jan. 2015. Disponível em: < 10.1016/j.mar.2015.01.002>. Acesso em: 20 mar. 2015.

SCHNELLBACH P, REINHART G. **Interdependencies between energy productivity and target figures of Lean Production Systems.** Proceedings of the 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing 2013: Berlin; p. 142-147. Disponível em: < 10.1016/j.mar.2015.01.002>. Acesso em: 20 mar. 2015.

SCHULZE, S.; DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T. **Employee orientation as basic requirement for the sustainable success of Lean Production Systems.** CIRP CMS. Madison. v. 1, n. 1, p.1-8, jan. 2011. Disponível em: <10.1016/j.eswa.2015.04.007>. Acesso em: 01 jul. 2015.

SERGIO AGUADO, ROBERTO ALVAREZ, ROSARIO DOMINGO. **Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation.** Journal of Cleaner Production - Cleaner Production: initiatives and challenges for a sustainable world — CP Initiatives & Challenges. Santander, v.47, p. 141–148, mai. 2013. Disponível em: < 10.1016/j.jclepro.2012.11.048>. Acesso em: 12 mar. 2014.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2009.

SHAVARINI, S.K.; SALIMIAN, H.; NAZEMI, J.; ALBORSI, M. **Operations strategy and business strategy alignment model (case of Iranian industries).** International Journal of Operation & Production Management. Tehran, v. 33, n. 9, p. 1108-1130, jan. 2013. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-12-2011-0467>. Acesso em: 19 jul. 2014.

SHEN, W., HAO, Q., MAK, H., NEELAMKAVIL, J., XIE, H., DICKINSON, J., THOMAS, R., PARDASANI, A. & XUE, H. 2010. **Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review.** Advanced Engineering Informatics, 24 (2), 196-207.

SNEE, R.D. **Lean Six Sigma – getting better all the time.** International Journal of Lean Six Sigma. Glasgow, v. 160 n. 2, p. 9-29, ago. 2010. Disponível em: < http://www.academia.edu/8406398/_Six_Sigma_vs_Lean_ >. Acesso em: 14 mar. 2015.

STÅHL, A.C.F.; GUSTAVSSON, M; KARLSSON, N.; JOHANSSON, G.; EKBERG, K. **Lean production tools and decision latitude enable conditions for innovative learning in organizations: A multilevel analysis.** Applied Ergonomics. Linköping, v.47, p. 285–291, mar. 2015. Disponível em: < 10.1016/j.apergo.2014.10.013>. Acesso em: 09 abr. 2015.

SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M.; EKLUND, M.; EKLUND, J.; ENGVIST, I.L. **Improving the layout of recycling centers by use of lean production principles.** Waste Management. Linköping, v. 31, n. 6, p. 1121-1132, jun. 2011. Disponível em: < 10.1016/j.wasman.2010.12.021>. Acesso em: 23 mar. 2015.

TENERA, A.; PINTO, L.C. **A Lean Six Sigma (LSS) Project Management Improvement Model.** Procedia - Social and Behavioral Sciences 27th IPMA (International Project Management Association. Caparica, v. 119, n. 19, p. 919-990, mar. 2014. Disponível em: < 10.1016/j.sbspro.2014.03.102>. Acesso em: 13 mar. 2015.

TILLEMA, S.; VAN DER STEEN, M. **Co-existing concepts of management control: The containment of tensions due to the implementation of lean production.** Management Accounting Research. Groningen, v. 27, p. 67–83, jun. 2015. Disponível em: <10.1016/j.mar.2015.01.002>. Acesso em: 19 jun. 2015.

YANG MG, HONG P, MODI SB. **Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms.** International Journal of Production Economics 2011; vol. 129, p. 251-261. Disponível em: <10.1016/j.mar.2015.01.002>. Acesso em: 19 jun. 2015.

WADWHA RS. **Flexibility in manufacturing automation: A living lab case study of Norwegian metalcasting SMEs.** Journal of Manufacturing Systems 2012; vol. 31, p. 444-454. Disponível em: <10.1016/j.mar.2015.01.002>. Acesso em: 19 jun. 2015.

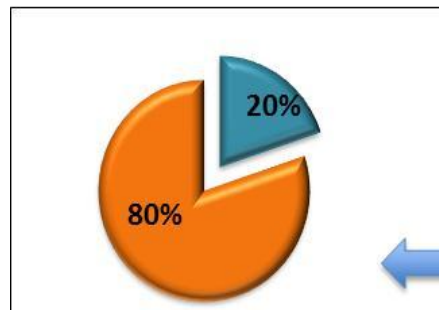
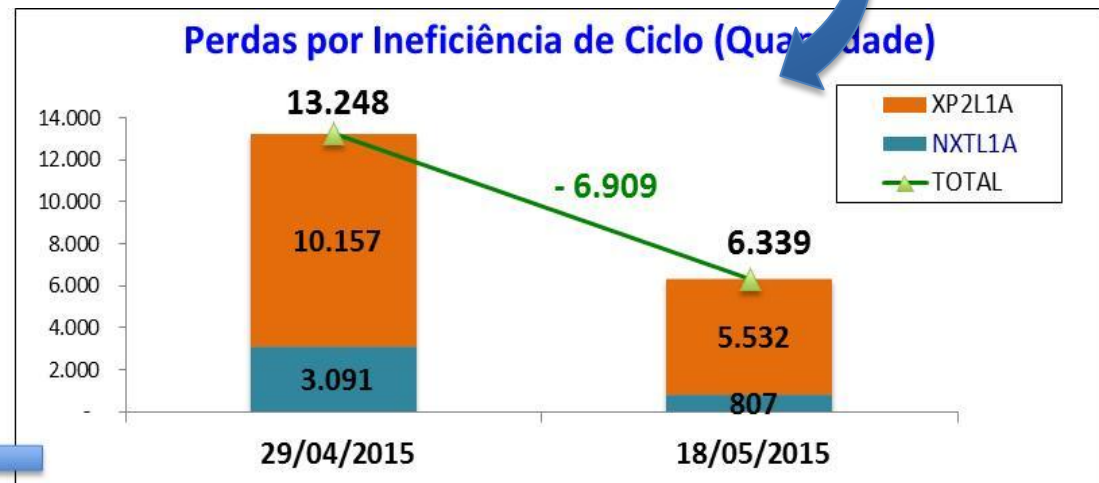
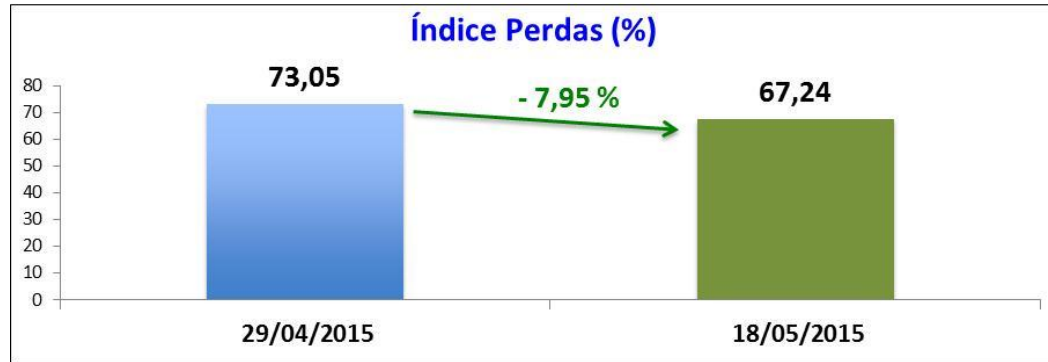
WAEHRENS, B.V.; CHENG, Y.; MADSEN, E.S. **The replication of expansive production knowledge: the role of templates and principles.** Baltic Journal of Management. Aalborg, v. 7, n. 3, p. 268-286, fev. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/17465261211245454>>. Acesso em: 23 set. 2014.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino; AGUIAR, Silvio. **Otimização estatística de processos: como determinar a condição de operação de um processo que leva ao alcance de uma meta de melhoria.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

APÊNDICE

A – Resultado consolidado do produto WIFI HP após aplicação da ferramenta WM - *Wisdom Maker*

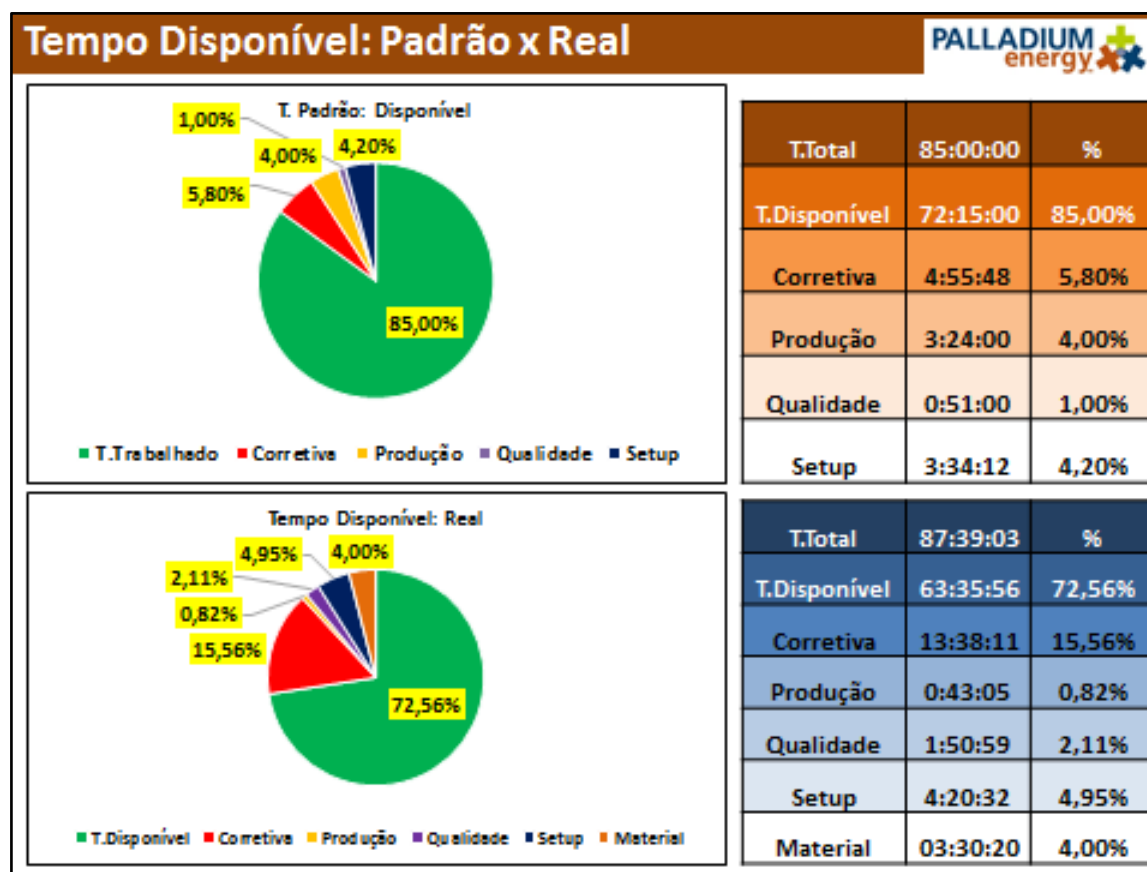
**APÊNDICE A – RESULTADO CONSOLIDADO DO PRODUTO WIFI HP APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM
MAKER**



APÊNDICE

B – Resultado consolidado do produto WIFI HP após aplicação da ferramenta WM - *Wisdom Maker*

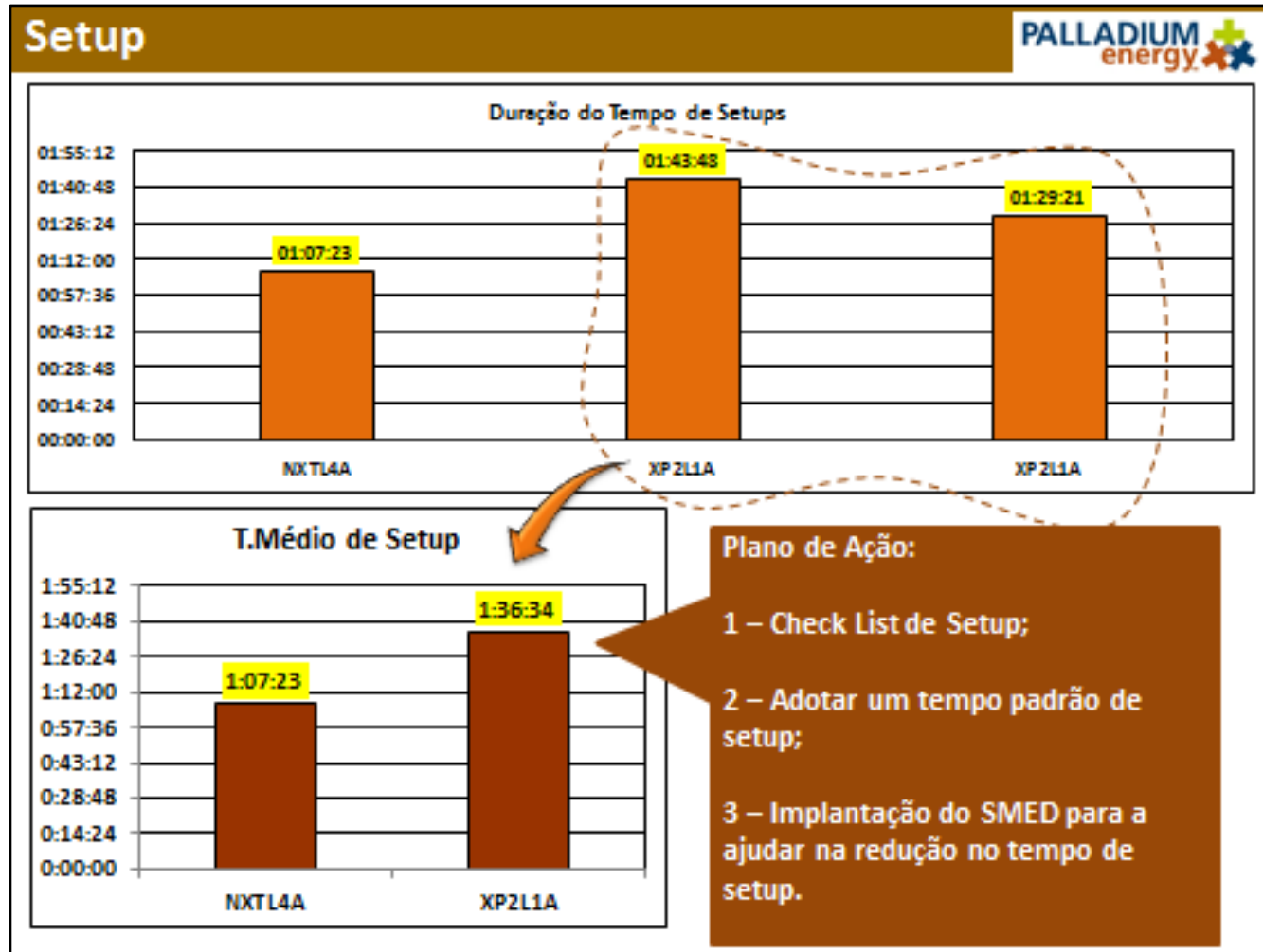
APÊNDICE B – RESULTADO CONSOLIDADO DO TEMPO DISPONÍVEL: PADRÃO VERSUS REAL APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM MAKER



APÊNDICE

C – Resultado consolidado do produto WIFI HP após aplicação da ferramenta WM - *Wisdom Maker*

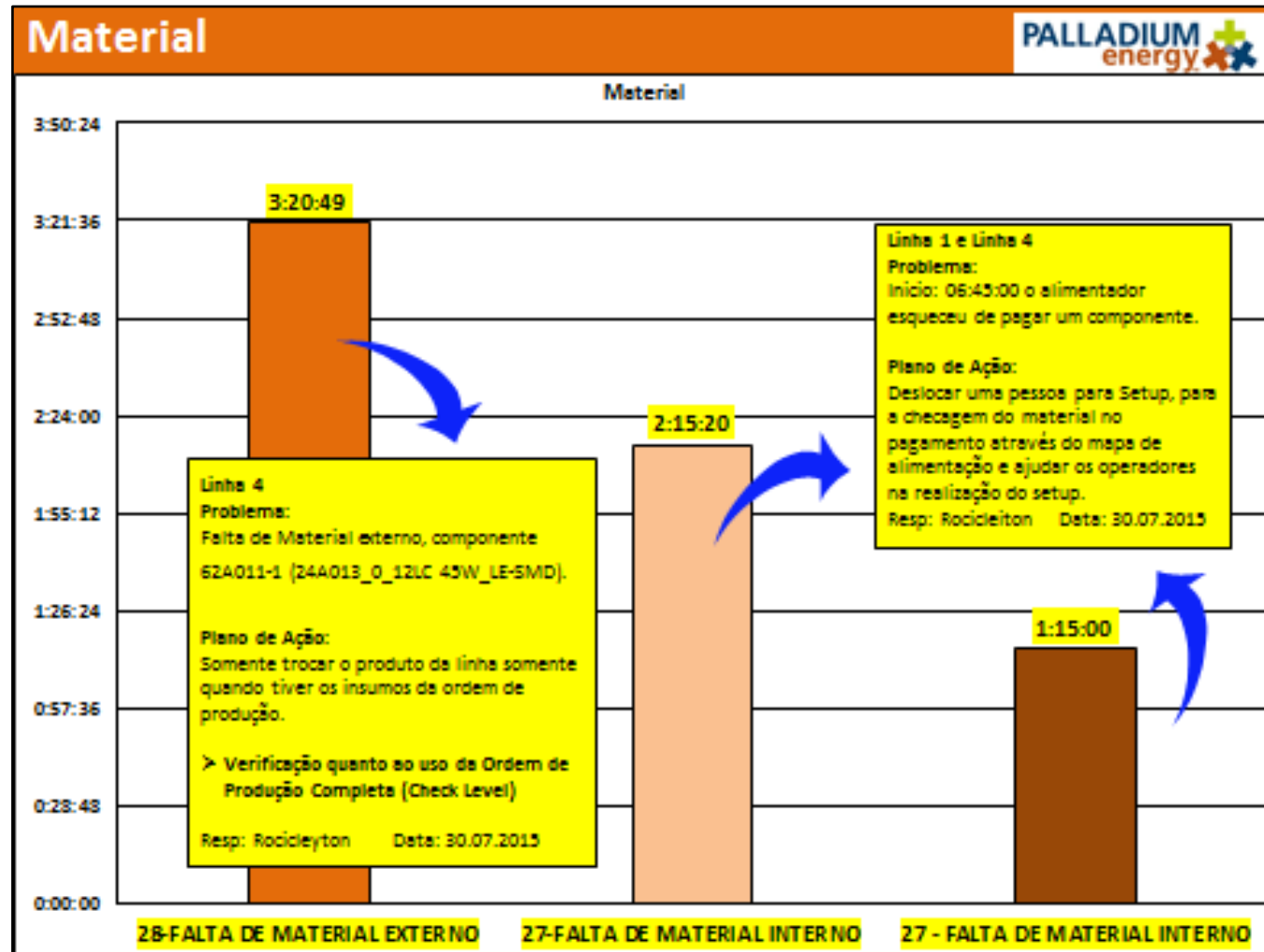
APÊNDICE C – RESULTADO CONSOLIDADO DE SETUP APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM MAKER



APÊNDICE

D – Resultado consolidado do produto WIFI HP após aplicação da ferramenta WM - *Wisdom Maker*

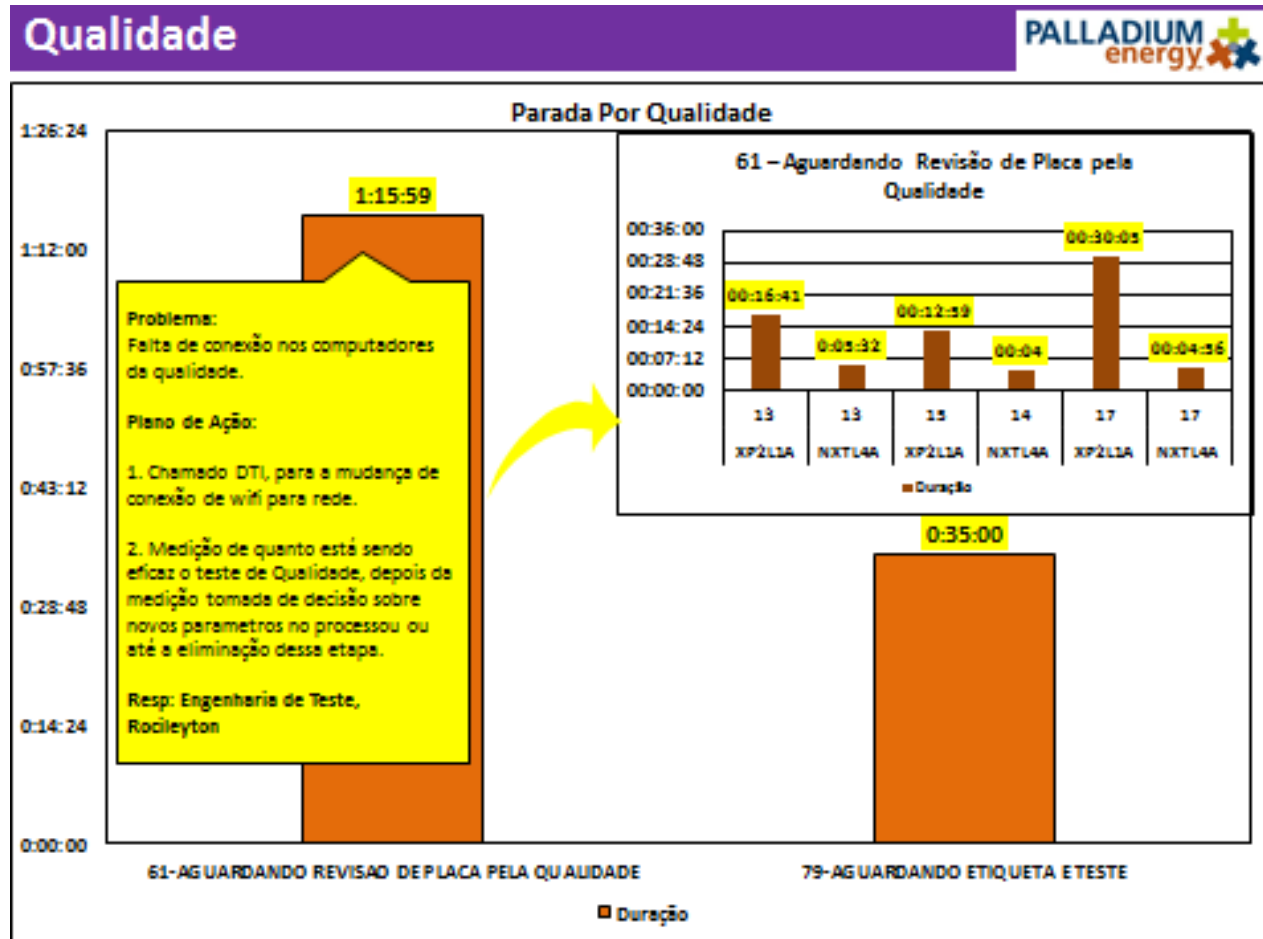
APÊNDICE D – RESULTADO CONSOLIDADO DE MATERIAL APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM MAKER



APÊNDICE

E – Resultado consolidado de QUALIDADE após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker

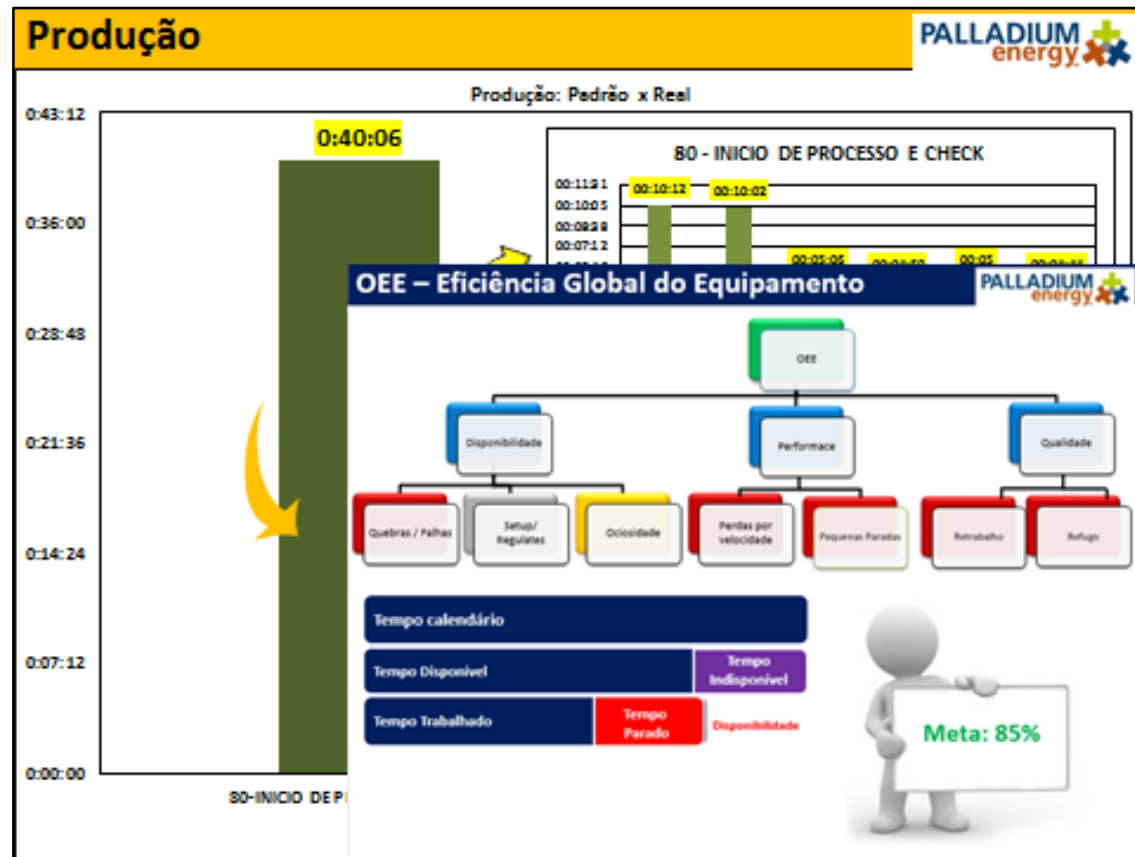
APÊNDICE E – RESULTADO CONSOLIDADO DE QUALIDADE APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM
MAKER



APÊNDICE

**F – Resultado consolidado de QUALIDADE após aplicação da
ferramenta WM - Wisdom Maker**

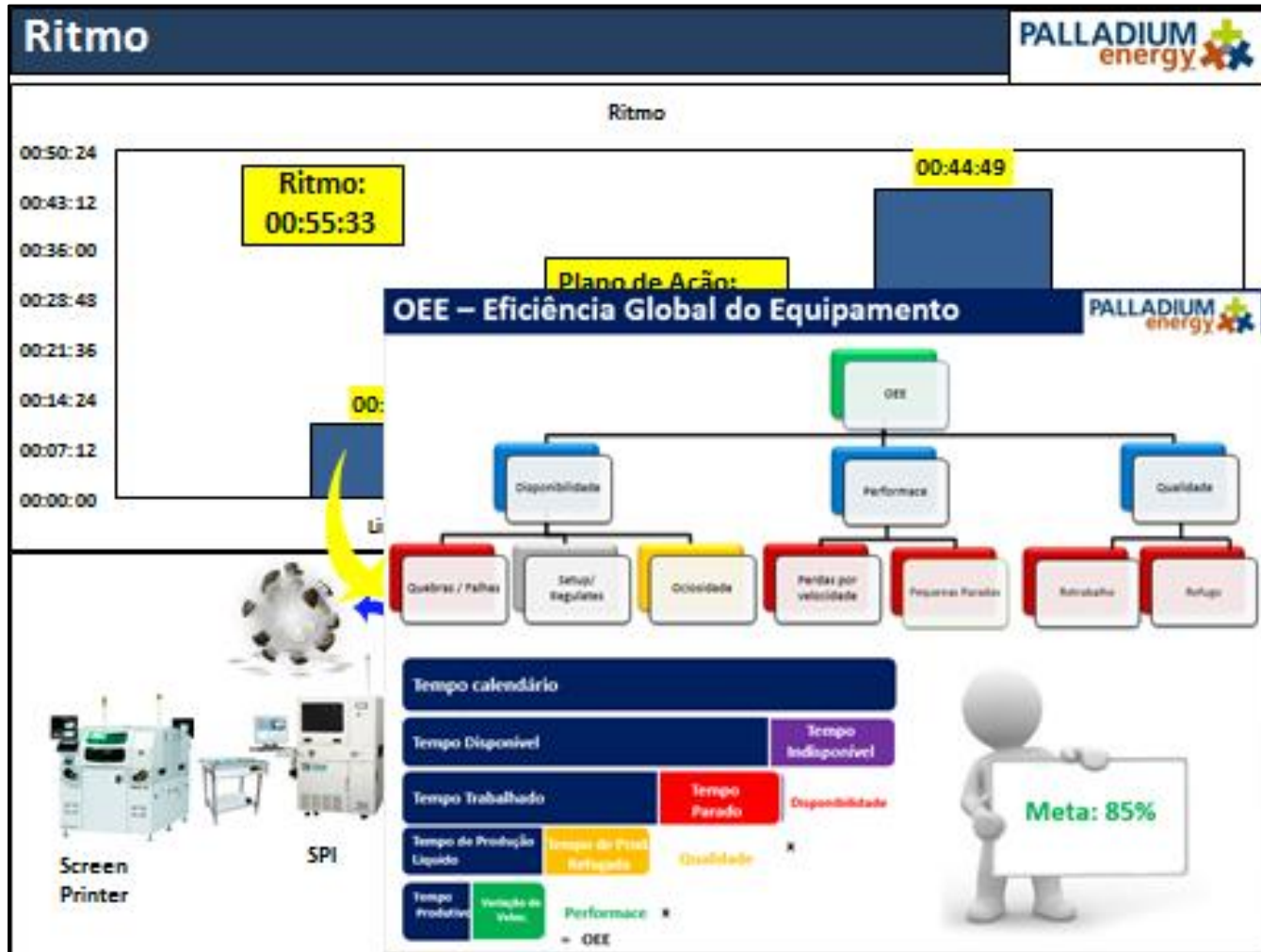
APÊNDICE F – RESULTADO CONSOLIDADO DE PRODUÇÃO APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM
MAKER



APÊNDICE

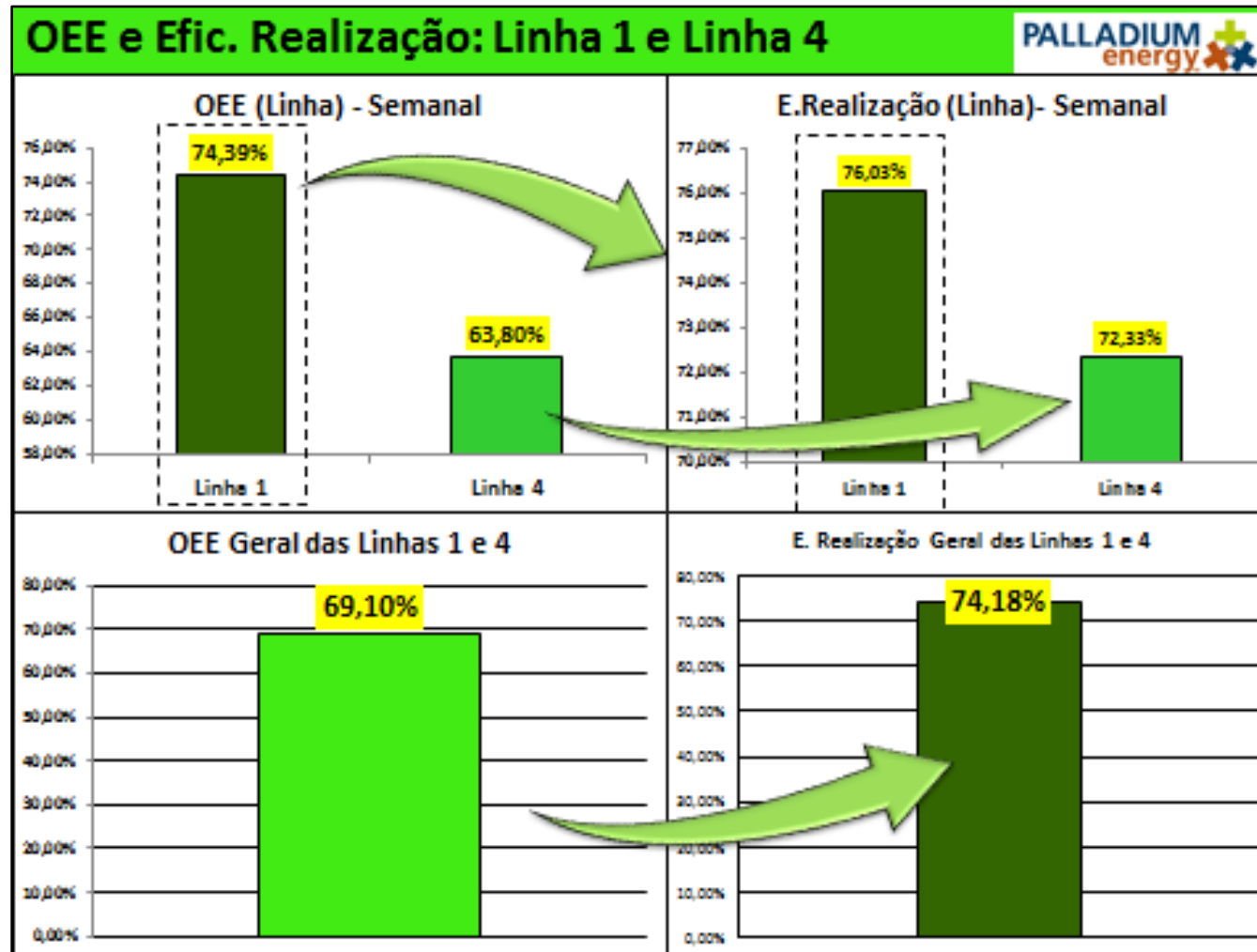
G – Resultado consolidado de RITMO após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker

APÊNDICE G – RESULTADO CONSOLIDADO DE RITMO APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM MAKER



APÊNDICE

**H – Resultado consolidado de RITMO após aplicação da ferramenta
WM - Wisdom Maker**

APÊNDICE H – RESULTADO CONSOLIDADO DE OEE APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - *WISDOM MAKER*

APÊNDICE

I – Resultado consolidado de RITMO após aplicação da ferramenta WM - Wisdom Maker

APÊNDICE I – RESULTADO CONSOLIDADO DE OEE APÓS APLICAÇÃO DA FERRAMENTA WM - WISDOM MAKER

