

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

GERSON WELLER

**METODOLOGIA WCM: DESDOBRAMENTO DE CUSTOS EM UMA FÁBRICA DE
ELETROISOLANTES**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

GERSON WELLER

**METODOLOGIA WCM: DESDOBRAMENTO DE CUSTOS EM UMA FÁBRICA DE
ELETROISOLANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. M.Sc. Alexandre Dantas Pinheiro da Silva

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

METODOLOGIA WCM: DESDOBRAMENTO DE CUSTOS EM UMA FÁBRICA DE ELETROISOLANTES

Esta monografia foi apresentada no dia 04 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. M.Sc. Alexandre Dantas Pinheiro da Silva
Orientador

Prof. Dr. Leonardo Tonon
Banca

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família pelo apoio, e à WEG Tintas pela oportunidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me permitido chegar até aqui, também gostaria de agradecer à:

- Minha esposa e família, pelo companheirismo, apoio e amor durante todas as trajetórias que trilhamos juntos;
- WEG Tintas que possibilitou a realização desta pesquisa;
- Ao orientador Alexandre Dantas e demais professores pelas diretrizes, atenção e conhecimento compartilhado durante todo curso, em especial na elaboração do presente trabalho;
- Aos colegas e amigos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

RESUMO

WELLER, Gerson. Perdas e desperdícios fábrica de Eletroisolante. 2017. 37 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Este trabalho consiste em demonstrar a aplicação do *World Class Manufacturing* (WCM) em uma seção na empresa WEG TINTAS, com objetivo geral de visualizar as perdas e desperdícios, de forma que se permita identificação subsequente de projetos de melhorias. Para desenvolvimento deste trabalho a metodologia utilizada será o Desdobramento de Custos (*Cost Deployment*), um dos pilares do WCM, método que, através da operacionalização de matrizes específicas (A, B, C, D, E, F), estabelece um programa de redução de perdas (e custos), de forma científica e metodológica, a partir da cooperação entre a área de finanças e as demais áreas da organização da empresa. O trabalho será realizado na seção de Eletroisolante. Inicia-se a partir do custo total de transformação da fábrica e das análises da sua estrutura e composição, estabelece-se os objetivos de redução dos custos, identifica-se as perdas e os desperdícios de modo qualitativo, identifica-se a correlação entre perda causal e todas as suas perdas resultantes, transforma as dimensões das perdas e dos desperdícios identificados como causas raiz em custo.

Palavras-chave: Perdas. Desperdícios. Custos.

ABSTRACT

WELLER, Gerson. WCM Metodology: Cost Splitting in an Electroisolator Factory. 2017. 37 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

This work consists of demonstrating an application of World Class Manufacturing (WCM) in a section in the company WEG TINTAS, with general objective of visualizing losses and wastes. For development of this work, the methodology used will be Cost Breakdown (*Cost Deployment*), Method that uses matrices (A, B, C, D, E, F) establishes a program to reduce losses (and costs) in a scientific methodological way, from the cooperation between the area of finance and other areas of the organization. The work will be performed in the Electroisolator's section. It starts from the total cost of processing the plant and analyzes its structure and composition, identify the objectives of cost reduction, losses and wastes are identified qualitatively, the correlation between causal loss and all its resulting losses is identified, transform the dimensions of losses and wastes identified as root causes in cost. The methods (Pillars of the WCM) are selected to eliminate root causes of losses and wastes, the costs of project implementation are estimated for elimination of causes and as advantages in terms of cost reduction, plans are defined of improvement, the results are collected and the monitoring is performed.

Keywords: Losses. Waste. Costs.

LISTRA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura 1 – Sistemática do WCM.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Figura 2 – Fundadores e divisão do grupo WEG</i> | <i>14</i> |
| <i>Figura 3 – WEG TINTAS.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Figura 4 – Fluxograma do processo de produção do verniz</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 5 – Fluxograma de instalação dos equipamentos</i> | <i>18</i> |
| <i>Figura 6 – Evolução do metodo WCM.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Figura 7 – Templo do WCM</i> | <i>22</i> |
| <i>Figura 8 – Sete passos do pilar Cost Deployment</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura 9 – Matriz A - Identificação das perdas/ desperdícios.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Figura 10 – Matriz B - Diferença entre causal e resultante</i> | <i>32</i> |
| <i>Figura 11 – Matriz C - Custos.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Figura 12 – Matriz C - Gráfico de Pareto.....</i> | <i>34</i> |

LISTRA DE SIGLAS, ABREVIACOES E SÍMBOLOS

| | |
|-------------|--|
| WCM | Manufatura Classe Mundial (<i>World Class Manufacturing</i>) |
| SAF | Segurança |
| CD | Desdobramento de custos (<i>Cost Deployment</i>) |
| FI | Melhoria Focada |
| AA | Atividades Autnomas |
| PM | Manutenção Profissional |
| QC | Qualidade |
| LOG | Logística |
| EEM | Gestão Antecipada de Equipamentos |
| PD | Desenvolvimento de Pessoas |
| ENV | Meio Ambiente/ Energia |
| KV | Kilo – Volts |
| TPM | Manutenção Produtiva Total |
| NVAA | Atividades que não agregam valor |
| KWh | Kilo Watts hora |
| RH | Recursos Humanos |
| GCF | Gerenciamento Chão de Fabrica |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA | 11 |
| 1.2 OBJETIVO GERAL | 11 |
| 1.2.1 Objetivos Específicos | 12 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO | 12 |
| 2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS..... | 13 |
| 2.1 HISTÓRIA DA WEG | 13 |
| 2.1.2 História da WEG TINTAS | 14 |
| 2.2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO VERNIZ ELETROISOLANTE..... | 16 |
| 2.2.1 Vernizes de Impregnação | 16 |
| 2.2.2 As principais Características do Verniz | 16 |
| 2.2.3 Descrição da Área..... | 17 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA | 19 |
| 3.1 INTRODUÇÃO AO WCM..... | 19 |
| 3.1.1 Histórico e Evolução das Metodologias | 19 |
| 3.2 CONCEITOS BÁSICOS DO WCM..... | 21 |
| 3.3 A ESTRUTURA DOS PILARES DO WCM | 22 |
| 3.4 O PILAR DESDOBRAMENTO DE CUSTOS (CD) | 24 |
| 3.4.1 Perdas e Desperdícios..... | 24 |
| 3.4.2 Tipos e Classificação das Perdas | 25 |
| 3.4.3 Modelo de Implementação do Pilar (CD) | 27 |
| 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 30 |
| 5.1 PASSO 1: ESTRUTURA DO CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO. | 31 |
| 5.2 PASSO 2: MATRIZ A – IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS/DESPERDÍCIOS | 31 |
| 5.3 PASSO 3: MATRIZ B – DIFERENÇA ENTRE CAUSAL E RESULTANTE..... | 32 |
| 5.4 PASSO 4: MATRIZ C – CUSTOS | 33 |
| 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS | 35 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 36 |
| REFERÊNCIAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

Vivemos um momento de grandes mudanças e alto nível de competição entre empresas de um mesmo ramo de atuação. A busca por mais produtividade, qualidade, competitividade e inovação é incessante neste ambiente, cada vez mais desafiador para as empresas e para os intervenientes. Buscando acompanhar ou liderar o ritmo das mudanças e sobreviver ou mesmo destacar-se nesse ambiente, as empresas tem buscado todo um arsenal de filosofias, métodos e ferramentas. Programas de 5S, TPM, *Lean Manufacturing*, Seis Sigma e metodologias similares sido implementados em busca dos resultados almejados. Isso sem falar em avanços tecnológicos, através de sistemas de gestão e técnicos cada vez mais avançados.

Neste contexto, está inserido a Manufatura de Classe Mundial, ou WCM – *World Class Manufacturing*. Conforme a Figura 1, podemos observar que o WCM é uma filosofia e um conjunto de métodos e ferramentas que, através da geração de maior autonomia e comprometimento, conseqüentemente a satisfação do colaborador, e através de um processo de qualidade é possível a diminuição dos custos de fabricação e prazos de entrega, gerando sucesso no negócio e a satisfação do cliente.



Figura 1- Sistemática do WCM

Fonte: Apostila (WCM – UTFPR) 2016

O presente trabalho está inserido neste ambiente, uma vez que pretende abordar uma parte do WCM que foca na identificação e quantificação de perdas e desperdícios, visando oferecer um guia para os planos de melhoria e redução de custos da empresa. Como parte do WCM, tem-se o pilar técnico *Cost Deployment* (CD), base para este trabalho, um método que inova os sistemas de administração e controle das fábricas, introduzindo uma estreita correlação entre a identificação das áreas a serem melhoradas e os resultados de melhoria de desempenho, obtidos aplicando os pilares técnicos (WCM) e que tem impacto sobre a redução das perdas, e de tudo aquilo que pode ser classificado como desperdício ou que não agrega valor de modo sistemático. Isto se realiza através do estudo das relações entre os fatores de custo e os processos que geram desperdício e perdas e os vários tipos de desperdícios e perdas. O *Cost Deployment* tem a capacidade de transformar em custos as perdas e quantificá-las em medidas físicas: horas, Kwh, números de unidade de material, etc. Para ajudar a identificar e calcular as perdas e desperdícios, o *Cost Deployment* utiliza matrizes (A, B, C, D, E e F), facilitando o entendimento das perdas.

O tema escolhido para o desenvolvimento do trabalho, intitulado como “Perdas e desperdícios Fabrica Eletroisolante”, será desenvolvido na seção de Eletroisolante na empresa WEG TINTAS onde é produzido o verniz eletroisolante para geradores elétricos e transformadores, e ainda são fornecidos para clientes externos. Com produção média mensal de 4.500.350 kg de verniz.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A problemática deste estudo está em: De que forma podemos evidenciar as perdas e desperdícios na fábrica de Eletroisolante?

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um estudo sobre o pilar *Cost Deployment* (CD) do WCM, com exemplo de aplicação da metodologia, na área de produção de vernizes eletroisolantes na WEG.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Aplicar os métodos do *Cost Deployment* e identificar as maiores perdas e desperdícios na seção de Eletroisolante;
- Aplicar as matrizes A, B e C para calcular os custos das perdas e desperdícios;
- Desenvolver análise crítica da aplicação da metodologia, visando propostas de próximos passos e trabalhos futuros.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Sendo uma área que trabalha próximo da sua capacidade máxima, operando frequentemente em 3 turnos, faz necessário um estudo, visando identificação de oportunidades de melhoria de produtividade. O estudo deste trabalho, com a proposta de aplicação do pilar *Cost Deployment*, será importante para identificar perdas e desperdícios (e transforma-las em custos), criando um direcionador preciso para os projetos futuros de melhoria naquela área.

2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

2.1 HISTÓRIA DA WEG

Conforme WEG *online* (2016), a história da WEG se inicia com a produção de motores elétricos, no início da década de 60, tendo como sócios Werner Ricardo Voigt, Eggon João da Silva e Geraldo Werninghaus (as primeiras letras dos nomes dá origem à marca). Coincidentemente, em alemão, "WEG" significa "caminho". Tendo um capital inicial de cerca de US\$ 12,000, a razão social do novo empreendimento era Eletromotores Jaraguá Ltda., registrada em 30 de junho de 1961. A empresa inicia suas atividades no sábado, dia 16 de setembro de 1961, data oficial de aniversário, com a instalação das máquinas, preparando-se para a produção do primeiro motor.

Ainda em 1961, são montados 146 motores elétricos, totalizando 51,5 cavalos-força. As primeiras vendas são feitas em Santa Catarina. O principal mercado era São Paulo, mas a dificuldade de transporte, comunicação e a desconfiança na nova marca, impõe que a WEG comercialize seus primeiros motores diretamente aos consumidores. As vendas de motores evoluem e a empresa exigia a expansão. Então decide-se pela criação de um parque fabril próprio. Em fevereiro de 1964 começam as construções da nova fábrica e em outubro daquele ano, a Eletromotores Jaraguá instala-se em sua sede própria.

Em 1973, há necessidade de mais espaço. Os 30.000 m² de área total e os 7.000 m² de área construída não comportam mais a voracidade de crescimento. São adquiridos mais 400.000 m², no principal acesso de Jaraguá do Sul. Ali iniciam as construções do parque fabril II, a começar pela fábrica II para produzir motores monofásicos de ¼ a 1cv, que entra em operação no início de 1974. Produzindo inicialmente motores elétricos, a WEG começou a expandir suas atividades a partir da década de 80, com a fabricação de geradores, componentes eletroeletrônicos, produtos para automação industrial, transformadores de força e distribuição, tintas líquidas e em pó e vernizes eletroisolantes.

Hoje a WEG é a maior indústria de motores elétricos da América Latina, está presente em mais de 100 países nos cinco continentes. Tem os processos de produção mais avançados e os mais exigentes programas de qualidade total. E, mais importante que tudo isso, tem o mesmo capital inicial, baseado no trabalho e

na disciplina, multiplicado por cada um de seus colaboradores comprometidos com a plena satisfação dos clientes. (Figura 2).



Figura 2 – Fundadores e divisão do grupo WEG
Fonte: WEG (2016)

2.1.2 História da WEG TINTAS

Conforme WEG *online* (2016), como parte da política de verticalização e diversificação, a WEG adquire em 1983 a Tintas Michigan, em Guaramirim (SC), produzindo inicialmente tintas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e resinas.

No ano seguinte redefine a linha de produtos especificamente para o uso industrial, incluindo *primers*, diluentes, seladores, esmaltes para fios, vernizes eletroisolantes e nitrocelulose. Em 1985 inicia a produção de breu e terebentina, cuja fábrica logo é destruída por um incêndio e reconstruída.

Em 1987 inaugura a fábrica de resina com capacidade anual para 3.600 toneladas, sendo ampliada cinco anos depois, simultaneamente com o laboratório de desenvolvimento e a nova fábrica de tintas líquidas, em mais 2.500 m², triplicando a sua capacidade. Também em 1992 lança um novo verniz de impregnação, o *Lacktherm*. Cinco anos depois firma um acordo tecnológico com a alemã Herberts, líder mundial em vernizes eletroisolantes, o que possibilita o desenvolvimento da resina à base de poliéster e do verniz hidrossolúvel, colocando a WEG na liderança deste mercado no Brasil. Após dois anos de pesquisa e desenvolvimento, lança em 1993 a linha de tintas industriais em pó, um sistema mais avançado para a proteção e acabamento de superfície, com uma produção anual de 800 toneladas. No ano seguinte teve que ampliar a fábrica, aumentando a capacidade em 50%, o que

colocou a WEG entre as maiores em tintas industriais do Brasil. Fruto da sua expansão e desenvolvimento tecnológico, a WEG Tintas inicia as exportações para os países do Mercosul. Hoje a WEG Tintas apresenta a fábrica de tinta em pó mais moderna da América Latina, inaugurada em 2006 e está entre as grandes empresas do ramo de tintas do país. (Figura 3).



Figura 3 – WEG TINTAS
Fonte: WEG (2016)

Em 2011 a WEG adquire na Argentina a empresa Pulverlux, fabricante de tintas em pó. Este foi o primeiro passo para a internacionalização. Em maio de 2012 ocorre a aquisição da Stardur Tintas Especiais Ltda., localizada em Indaiatuba (SP). Com 250 colaboradores e área aproximadamente 10.000 m² em Indaiatuba, Estado de São Paulo, a Stardur obteve receita líquida de aproximadamente R\$ 78 milhões em 2011. A Stardur atuava nos segmentos de tintas de altos e baixos sólidos, plásticos engenheirados, hidrossolúveis, *coil coating* e repintura automotiva, complementando o portfólio de produtos da WEG Tintas. Em outubro de 2012 um incêndio consumiu toda a planta da Stardur, obrigando a WEG a redirecionar sua produção para atender o mercado.

Em dezembro de 2012 a WEG anuncia a aquisição da Indústria de Tintas e Vernizes Paumar S.A. ("Paumar"), empresa especializada na fabricação e comercialização de tintas, vernizes, esmaltes e lacas e com forte atuação nos mercados de tintas para plástico, espelho, eletroeletrônicos e automotiva. A Paumar foi fundada em 1964 e contava com 67 colaboradores, ocupando área construída de aproximadamente 5.800m² em terreno de 37.500m² em Mauá (SP).

2.2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO VERNIZ ELETROISOLANTE

2.2.1 Vernizes de Impregnação

Vernizes de impregnação eletroisolantes são soluções de resinas em um meio solvente. A cura ou secagem se dá pela evaporação do solvente e/ou polimerização da resina, formando com isto uma película isolante, com inúmeros benefícios. Estes vernizes possuem uma gama de aplicações bastante diversificada, podendo ser aplicados em impregnação de bobinados, proteção de peças, acabamento e impregnação de componentes elétricos. (Figura 4).

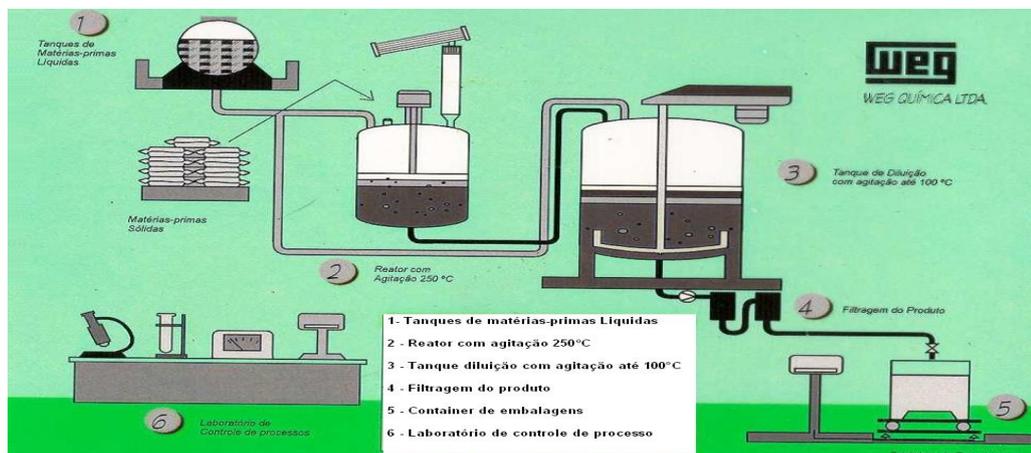


Figura 4 – Fluxograma do processo de produção do verniz
Fonte: WEG (2016)

2.2.2 As principais Características do Verniz

As principais características de um verniz são:

- COR: Aspecto do produto;
- SÓLIDOS: Percentagem de verniz que permanecerá na peça aplicada, após a evaporação do solvente. Determina a porcentagem de componentes não-voláteis formadores da película do verniz de impregnação líquido, na condição de fornecimento. Teoricamente, determina o grau de preenchimento das cavidades nos enrolamentos. Quanto melhor o preenchimento das cavidades, pelo verniz de impregnação, mais seguramente é evitada a penetração de ar úmido, água condensada e agentes químicos agressivos.

- VISCOSIDADE: A viscosidade em termos práticos, pode-se dizer que diferencia uma resina mais “espessa” de uma resina mais “diluída”. Quanto maior a viscosidade, mais “espessa” é a resina. Os veículos formadores de película requerem solventes e diluentes de certo tipo e quantidade, para darem ao verniz a viscosidade apropriada ou fluidez que favorecem a aplicação.

- CLASSE DE TEMPERATURA: É a temperatura máxima que a resina ou verniz suporta sem perder suas propriedades. A classe térmica é indicada por letras, a saber:

- Classe A: até 105°C. - Classe B: até 130°C.
- Classe F: até 155°C. - Classe H: até 180°C

- RIGIDEZ DIELÉTRICA: Entende-se como o valor do poder de isolamento da película de verniz, é expressa em KV (Kilo-Volts), sendo sua função da espessura da película e das condições de cura do verniz. Este ensaio visa determinar a resistência da camada isolante a tensões elétricas, ou seja, determina a tensão máxima que a mesma suporta.

- PESO ESPECÍFICO: A determinação do peso específico tem por finalidade o controle da uniformidade do fornecimento e permite calcular o peso por volume, que é à base de comparação de custo.

- CURA: É obtida pela evaporação do solvente e/ou polimerização da resina. De maneira geral têm-se dois tipos de cura:

- a) Cura a temperatura ambiente;
- b) Cura em estufa.

2.2.3 Descrição da Área

A seção do Eletroisolante opera em três turnos, com uma equipe de 12 funcionários. Em termos de equipamentos, dispõe-se de cinco reatores para a produção do o verniz. Estes são aquecidos por um aquecedor de fluido térmico e uma torre de refrigeração, que controla a condensação do processo. A Figura 5 ilustra a instalação.

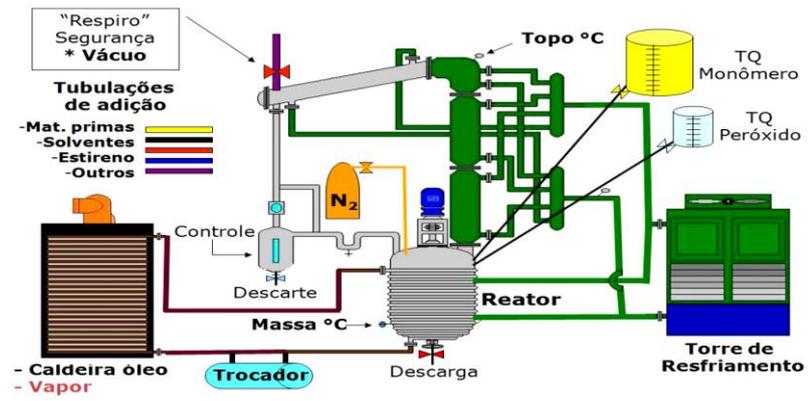


Figura 5 – Fluxograma de instalação dos equipamentos
 Fonte: WEG (2016)

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 INTRODUÇÃO AO WCM

O WCM é um conjunto de conceitos, princípios, políticas e técnicas baseadas nos princípios da produção enxuta para a gestão dos processos operacionais de uma organização. O objetivo desta ferramenta é que o padrão de produção da empresa alcance um padrão mundial e seja reconhecido por este.

O termo - Manufatura de Classe Mundial - foi introduzido por Hayes e Wheelwright (1984) ao descrever as capacidades desenvolvidas por empresas japonesas e alemãs ao entrarem na concorrência por mercados de exportação. Em 1986, Schonberger utilizou o mesmo termo em seu livro *World Class Manufacturing* com uma abordagem mais forte, levando a ideia de que adotando práticas de *Just-in-Time* e Qualidade Total qualquer empresa poderia reduzir seus *lead times* e se tornar uma Manufatura de Classe Mundial. (Cortes, 2010).

Desde seu surgimento, o WCM passou por diversas modificações promovidas pelas próprias empresas que o implementam, tal como o sistema “vivo”, sendo continuamente aprimorado e desenvolvido.

3.1.1 Histórico e Evolução das Metodologias

Taylorismo:

É uma concepção de produção, baseada em um método científico de organização do trabalho, desenvolvida pelo engenheiro americano Frederick W. Taylor (1856-1915). Em 1911, Taylor publicou “Os princípios da administração”, obra na qual expôs seu método.

A partir dessa concepção, o Taylorismo, o trabalho industrial foi fragmentado, pois cada trabalhador passou a exercer uma atividade específica no sistema industrial. A organização foi hierarquizada e sistematizada, e o tempo de produção passou a ser cronometrado.

Fordismo:

Fordismo é um sistema de produção, criado pelo empresário norte-americano

Henry Ford, cuja principal característica é a fabricação em massa. Henry Ford criou este sistema em 1914 para sua indústria de automóveis, projetando um sistema baseado numa linha de montagem. O objetivo principal deste sistema era reduzir ao máximo os custos de produção e assim baratear o produto, podendo vender para o maior número possível de consumidores. Desta forma, dentro deste sistema de produção, uma esteira rolante conduzia o produto, e cada funcionário executava uma pequena etapa. Logo, os funcionários não precisavam sair do seu local de trabalho, resultando numa maior velocidade de produção. Também não era necessária utilização de mão-de-obra muito capacitada, pois cada trabalhador executava apenas uma pequena tarefa dentro de sua etapa de produção.

Manutenção Produtiva Total (TPM):

Com o final da Segunda Guerra mundial, as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente de reconstrução do país, tornaram-se fiéis seguidoras das técnicas americanas de gestão e de produção. A partir de 1950 deixaram de utilizar somente a política de manutenção corretiva de emergência e deram início a implementação dos conceitos de manutenção preventiva, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de manutenção do sistema de produção, que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos.

Toyotismo:

Elaborado por Taiichi Ohno, o toyotismo surgiu nas fábricas da montadora de automóvel Toyota, após a Segunda Guerra Mundial. No entanto, esse modo de produção só se consolidou como uma filosofia orgânica na década de 70. O toyotismo possuía princípios que funcionavam muito bem no cenário japonês, que era muito diferente do americano e do europeu. O toyotismo tinha como elemento principal, a flexibilização da produção. Ao contrário do modelo fordista, que produzia muito e estocava essa produção, no toyotismo só se produzia o necessário, reduzindo ao máximo os estoques. Essa flexibilização tinha como objetivo a produção de um bem exatamente no momento em que ele fosse demandado. Dessa forma, ao trabalhar com pequenos lotes, pretende-se que a qualidade dos produtos seja a máxima possível. Essa é outra característica do modelo japonês: a Qualidade Total.

A Figura 6 mostra que o WCM utilizou o que tinha de melhor nas metodologias do Taylorismo, Fordismo, TPM e Toyotismo e desenvolveu a sua própria metodologia e ferramentas de trabalho.

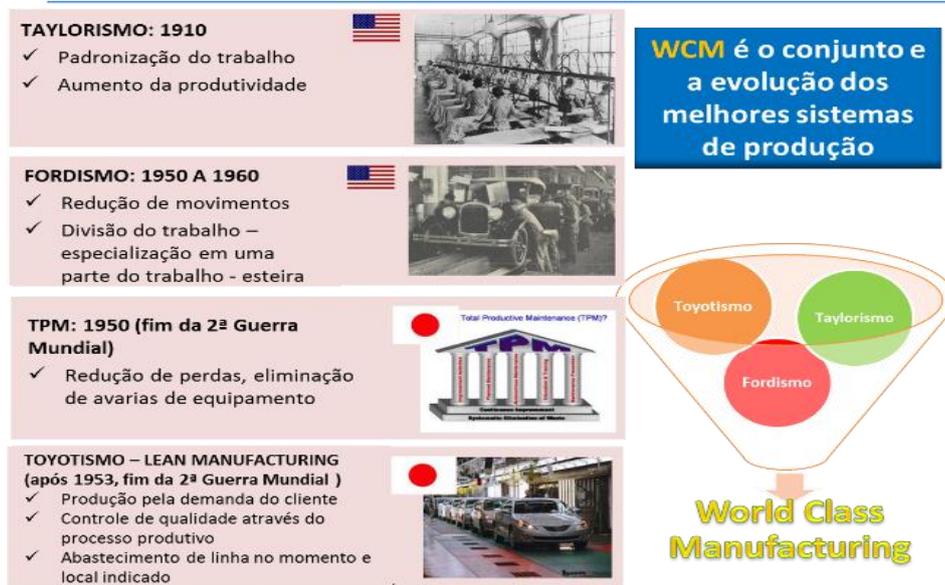


Figura 6 – Evolução do método WCM
 Fonte: WEG (2016).

3.2 CONCEITOS BÁSICOS DO WCM

O WCM tem o propósito de promover uma mudança cultural, de forma que implemente as melhorias de forma contínua, sistemática e organizada. Devem-se envolver todos os níveis da organização, com o objetivo de se obter máximos benefícios com um mínimo de esforço.

Alguns conceitos são chave para este entendimento e para que se consiga o propósito acima mencionado. Um dos mais importantes é chamado de “5 Pontos de vista do WCM”. São eles:

1. **Lógica:** em toda e qualquer implementação do WCM (e respectiva medição), deve existir uma fundamentação lógica para tal. Ex. medição do nível de inventario em dias (de calendário, não em dias de trabalho);
2. **Métodos e Ferramentas:** no WCM, para cada problema identificado, devemos escolher o método com ferramentas apropriadas desde que não haja uma solução universal;

3. Rigor: associado ao nível de profundidade e disciplina na aplicação dos métodos/ ferramentas;

4. Ritmo: o mercado não pode esperar até que tenhamos resolvidos todos os nossos problemas. Precisamos de ritmo através do envolvimento de todas as pessoas e levantando as suas competências o mais rápido possível e fazendo os devidos acompanhamentos;

5. Resultados: Todas as atividades desenvolvidas devem trazer bons resultados, ou então, atacamos os problemas errados ou aplicamos os métodos/ ferramentas erradas ou sem rigor necessário ou sem controle de tempo/ ritmo necessários.

3.3 A ESTRUTURA DOS PILARES DO WCM

Para a operacionalização dos conceitos acima descritos, a estrutura do WCM se divide em pilares técnicos e gerenciais a Figura 7 ilustra este conceito.

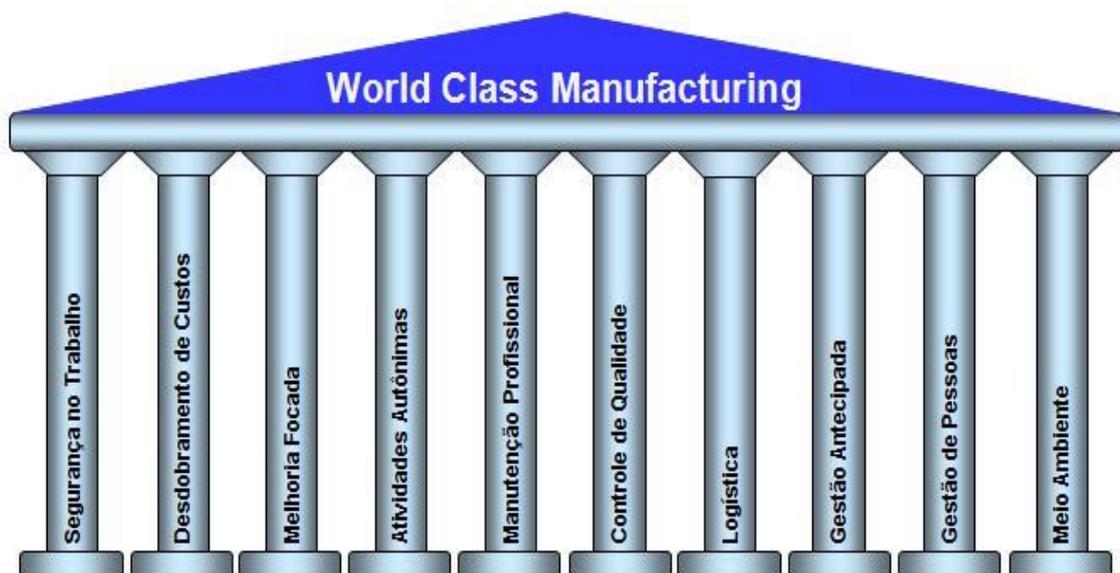


Figura 7 – Templo do WCM
Fonte: YAMASHINA (2000)

Os pilares técnicos, implementados com base em uma metodologia de 7 passos, tem a função de criar o método e o conhecimento para implementação das melhorias, atacando as principais perdas da organização. São eles:

1. Segurança (SAF): melhoria do ambiente de trabalho e eliminação de condições de acidentes;
2. Desdobramento de custos (CD): identificar e combater as causas de perdas e desperdícios no sistema produtivo e logístico;
3. Melhoria Focada (FI): atacar as perdas mais importantes do sistema produtivo, aplicar técnicas, instrumentos e métodos específicos para solucionar problemas de dificuldade crescente em relação à complexidade das causas;
4. Atividades Autônomas (AA): Desenvolver conhecimento nos operadores, visando melhoria da produtividade e qualidade das áreas;
5. Manutenção Profissional (PM): eliminar quebras, aumentar eficiência das máquinas, reduzir custo de manutenção;
6. Qualidade (QC): eliminação dos defeitos da qualidade, garantindo a máxima satisfação dos clientes;
7. Logística (LOG): produzir um fluxo eficiente, alinhar as variáveis envolvidas no processo e reduzir o estoque e a possibilidade de danos aos produtos;
8. Gestão antecipada de equipamentos (EEM): otimizar o processo de aquisição e implantação de novos equipamentos;
9. Desenvolvimento de pessoas (PD): gestão das competências para implementação das atividades relacionadas ao WCM;
10. Meio ambiente / Energia (ENV): usar corretamente os recursos naturais e materiais disponíveis na fábrica.

Normalmente, a implementação de cada pilar se dá a partir de determinadas áreas (denominadas “áreas modelo”), com subsequente expansão para as demais áreas da fábrica (“áreas de expansão”). Com as áreas modelo, adquire-se o conhecimento necessários para ao domínio gradativo da metodologia, experimentando análises e soluções e serão mais tarde expandidas para as demais áreas, obviamente com as devidas adaptações.

Os pilares gerenciais têm como objetivo dar sustentação à implementação dos pilares técnicos, na medida em que abordam aspectos do gerenciamento, integração e envolvimento de todos os níveis organizacionais. São eles:

1. Envolvimento da direção;
2. Clareza nos Objetivos;
3. Rota do WCM;

4. Alocação das pessoas qualificadas;
5. Compromisso da organização;
6. Competência da organização;
7. Tempo e Budget;
8. Nível de detalhamento;
9. Nível de expansão;
10. Motivação dos operadores.

3.4 O PILAR DESDOBRAMENTO DE CUSTOS (CD)

A aplicação do *Cost Deployment* permite uma forte aceleração dos resultados e o atingimento de importantes vantagens na redução das perdas. Este método constitui a bússola que orienta e guia os projetos de melhoria contínua, permitindo se focalizar nas áreas onde são alocadas as maiores perdas causais que fornecem a possibilidade de maior eficiência e eficácia na redução/eliminação das perdas, para facilitar a escolha dos métodos e dos pilares técnicos a serem ativados para a remoção das causas de perdas permitindo uma maior facilidade de avaliação do custo/benefício.

O *Cost Deployment* permite também relacionar as performances operativas, normalmente medidas com indicadores de eficiência, disponibilidade, número de defeitos, horas de insaturação, etc., geralmente não confrontáveis entre elas, com desempenho econômicas, valorizadas em termos de custos, fornecendo assim a fábrica uma linguagem comum e permitindo uma eficaz definição das prioridades de melhoria.

3.4.1 Perdas e Desperdícios

“Para Brinson (1996, p.80), perdas e desperdícios são constituídas pelas atividades que não agregam valor e que resultam em gastos de tempo, dinheiro, recursos sem lucro, além de adicionarem custos desnecessários aos produtos. Atividades que não agregam valor (NVAA) são as que podem ser eliminadas sem que haja deterioração no desempenho da empresa (custo, funcionalidade, qualidade e valor agregado). Nessa mesma linha, Nakagawa (1993, p.19) atribui como desperdício todas as formas de custos que não adicionam qualquer valor ao

produto, sob a ótica do consumidor. Desperdício, no entender de Robles Jr. (2003, p.17), é a perda a que a sociedade é submetida devido ao uso de recursos escassos. Esses recursos escassos vão desde material, mão-de-obra e energia perdidos, até a perda de horas de treinamento e aprendizado que a empresa e a sociedade perdem, devido, por exemplo, a um acidente de trabalho. Conforme Liker (2006, p. 47), a Toyota identificou oito grandes perdas sem agregação de valor em processos administrativos ou de produção”, são eles:

1. Superprodução;
2. Espera (tempo sem trabalho);
3. Transporte ou movimentação desnecessária;
4. Superprocessamento ou processamento incorreto;
5. Excesso de estoque;
6. Movimentos desnecessários;
7. Defeitos;
8. Desperdício da criatividade dos funcionários.

Na visão do WCM, perdas são mensuradas em unidades específicas (ex. horas, quilogramas, kWh, litros, etc.), enquanto os custos são resultado da transformação em unidades monetárias das perdas levantadas.

3.4.2 Tipos e Classificação das Perdas

Basicamente, as perdas podem estar relacionadas à: (1) equipamentos, (2) mão-de-obra, (3) materiais, (4) energia:

3.4.2.1 Equipamentos

Os tipos de perdas relacionadas às máquinas utilizam os parâmetros deste indicador para medir os impactos das perdas na eficiência de todo o equipamento. As perdas relacionadas às máquinas que impactam em toda a eficiência do equipamento são:

- 1) Por quebra do equipamento;
- 2) Por troca (perda causada pela parada da máquina por troca de produto/molde devido ao plano de produção);

- 3) Por troca de material (perda causada pela parada da máquina devido ao consumo do material);
- 4) Por início/fim do equipamento (período de tempo no qual a linha deve ser preparada para o início/fim de produção e, portanto não produz no nível padrão);
- 5) Por pequenas paradas e espera do equipamento (bloqueio dos sensores).

Não são quebras, mas pequenos problemas que podem causar muitas paradas e comprometer a eficiência do equipamento:

- a) Por tempo de ciclo diminuindo (considerando que o tempo de ciclo do equipamento é superior ao teórico de projeto);
- b) Por equipamento inativo, planejado como parada de produção devido à falta de material na máquina (ex: falta de material direto, de mão-de-obra ou de energia elétrica);
- c) Por equipamento não utilizado (por parada programada, domingos, feriados, turnos não utilizados etc.);
- d) Por defeitos (considerando que o equipamento não produz peças qualitativamente aceitáveis), e por retrabalhos (re-ciclos).

3.4.2.2 Mão-de-Obra

As perdas relacionadas à mão-de-obra podem ser agrupadas em cinco grandes perdas:

- 1) Perdas de gestão;
- 2) Perdas nos movimentos operativos: NVAA (*Not Value Added Activities*);
- 3) Insaturação (perdas devido à diferença entre a cadência utilizada na linha e o tempo de ciclo da operação esperado);
- 4) Perdas por falta de automação;
- 5) Perdas de mão de obra por defeitos de qualidade.

3.4.2.3 Materiais:

As perdas derivadas de materiais são reagrupadas em três grandes perdas:

1) Perdas na utilização de materiais diretos e de consumo (por utilização de materiais ou componentes com defeitos qualitativos, por refugo de material na entrada, por refugo de produto ou semi-pronto, por utilização superior a norma, por *start up*);

2) Perda na utilização de energia elétrica para o *start up*, sobrecarga, perdas de temperatura, perda de ar/vapor por dispersão;

3) Perdas sobre substituição de manutenção (devido ao consumo de peças de reposição e materiais de manutenção).

3.4.2.4 Energia

As perdas relacionadas à energia podem ser agrupadas em dois tipos de perda:

- 1) Perdas no ponto de uso:
 - a) Consumo desnecessário;
 - b) Excesso de consumo;
 - c) Falta de otimização;
 - d) Falta de recuperação de energia.

- 2) Perdas antes do ponto de uso:
 - a) Perdas de transmissão;
 - b) Perdas na transformação;
 - c) Falta de energias renováveis.

3.4.3 Modelo de Implementação do Pilar (CD)

Abaixo a Figura 8 mostra o fluxo de implementação do pilar *Cost Deployment* (7 passos).

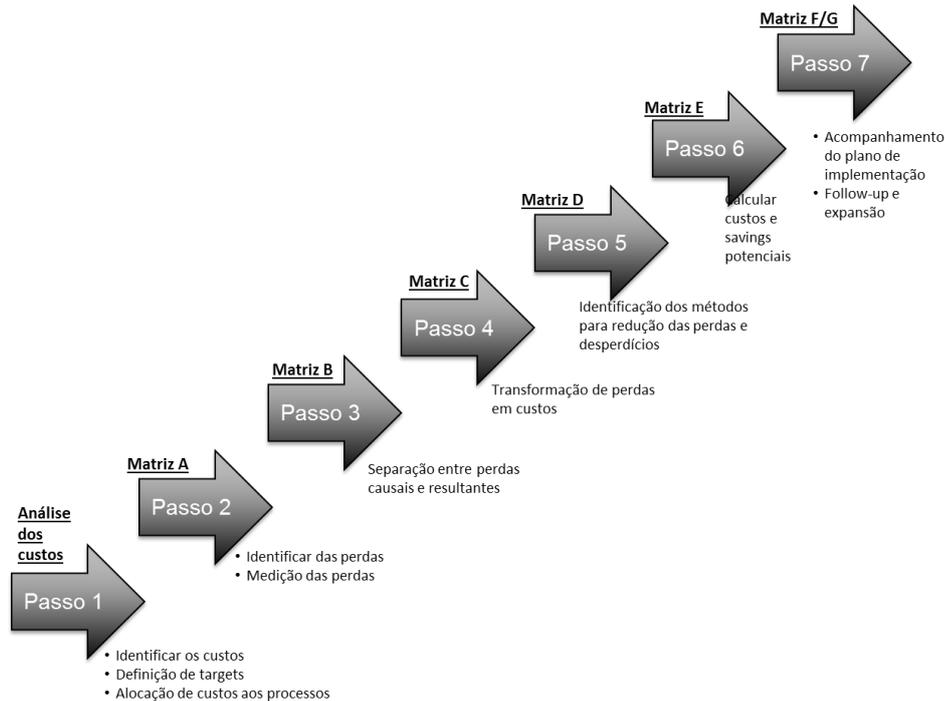


Figura 8 – Sete passos do pilar *Cost Deployment*
 Fonte: Adaptado FARIA (2012)

Segundo Faria, Vieira e Peretti (2012), a lógica do percurso de realização do *Cost Deployment* é a seguinte:

- A partir do custo total de transformação da fábrica e das análises da sua estrutura e composição, estabelecem-se os objetivos de redução dos custos (passo 1);
- Identifica-se as perdas e os desperdícios de modo qualitativo, alocando-os nos processos dos quais eles se verificam (matriz A – Perdas/processos) (passo 2);
- Identifica-se a correlação entre perda causal e todas as suas perdas resultantes (matriz B – causais/resultantes) (passo 3);
- Transforma as dimensões das perdas e dos desperdícios identificados como causas raiz em custo (matriz C – custos/perdas) (passo 4);
- Seleciona-se os métodos e ferramentas para eliminar as causas raiz das perdas e desperdícios e se estabelece as prioridades (matriz D – perdas/métodos) (passo 5);
- Estima-se os custos de implementação dos projetos para a eliminação das causas e as vantagens em termos de redução dos custos que são derivados (matriz E – Custo/benefício) (passo 6);

- Definem-se os planos de melhoria, coletam-se os resultados (passo 7) e se realiza o monitoramento.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi realizado na fábrica de Eletroisolante na Empresa WEG TINTAS, neste local são produzidos os vernizes eletroisolante.

Inicialmente feito uma reunião com o gestor da área e com o pessoal do controle de qualidade para explicar o trabalho que seria feito na área. Os mesmos se propuseram em ajudar no quesito de informações do RH (Recursos Humanos) e GCF (Gerenciamento Chão de Fábrica) para levantar as perdas e desperdícios na seção e iniciar o estudo.

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em uma pesquisa-ação.

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e na qual os pesquisadores e participantes respectivos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT,1997).

O fundamento do método é a identificação sistemática dos desperdícios e das perdas da área analisada, a sua avaliação e transformação em custo. Isto é possível através da relação dos desperdícios e das perdas resultantes com as suas causas raiz, permitindo uma definição completa da perda. As perdas e os desperdícios que surgem durante o processo produtivo, são relacionados a máquina, pessoas ou material. A visão do *Cost Deployment* é, porém mais profunda, não parando apenas na perda resultante como geralmente é usado no sistema tradicional de gestão de manufatura, mas busca encontrar as causas pelas quais se originou a perda.

Após mapear as perdas, foi marcada uma reunião com o pessoal de custos para explicar o trabalho que estava sendo realizado na área, foram solicitados a eles alguns valores referentes ao estudo, estes valores foram utilizados para calcular os custos de transformação das perdas da seção.

5 APRESENTAÇÃO

O estudo foi realizado na fábrica de Eletroisolante da empresa WEG Tintas. Foi aplicado o método do WCM, utilizando um dos pilares que é o *Cost Deployment*, o mesmo tem como objetivo identificar as perdas e desperdícios e transformar em custos.

Abaixo será mostrado o estudo que foi realiza utilizando o método.

O *Cost Deployment* utiliza 7 passos para identificar, mensurar, atacar e avaliar o resultado com a eliminação de perdas e desperdícios no processo, mas neste estudo iremos utilizar somente 4 passos, pois a intenção é somente identificar e calcular os custos das perdas.

5.1 PASSO 1: ESTRUTURA DO CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO.

A partir do custo total de transformação da fábrica e das análises da sua estrutura composição, estabelecem-se os objetivos de redução dos custos.

5.2 PASSO 2: MATRIZ A – IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS/DESPERDÍCIOS

Neste passo, foram identificadas as perdas e os desperdícios, de modo qualitativo, alocando-os nos processos em que são incorridos na matriz A – perdas / processos conforme a Figura 9:

| | | ABRIL à SETEMBRO | REATOR PILOTO | REATOR 03 | REATOR 07 | REATOR 08 | REATOR 09 | |
|-----------------|--------------------|---|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| | | Causa e efeito | 6013001 | 6013010 | 6013020 | 6013030 | 6013040 | |
| Tipos de perdas | Equipamentos | Refugo | CAUSAL / RESULTANTE | V | V | V | V | V |
| | | Quebra de máquinas (manut. corretiva ou não planejada) | CAUSAL / RESULTANTE | R | R | R | R | R |
| | | Setup (limpeza) | CAUSAL / RESULTANTE | R | R | R | R | R |
| | | Limpeza | RESULTANTE | V | V | V | V | V |
| | Mão-de-obra | Recuperação/retrabalho | RESULTANTE | V | V | V | V | V |
| | | Absenteísmo | CAUSAL | V | V | V | V | V |
| | | Inspeção de produtos | CAUSAL / RESULTANTE | R | R | R | R | R |
| | | Atrasos de ciclo | RESULTANTE | V | V | V | R | R |
| | Material e Energia | Pessoal não alocado no equipamento (falta de pessoal - GCF) | CAUSAL / RESULTANTE | V | V | V | V | V |
| | | Excesso de estoque em processo | RESULTANTE | R | R | R | R | R |
| | | Espera por / Falta de material | CAUSAL / RESULTANTE | V | V | V | V | V |
| | | Falta de programação | CAUSAL | G | G | G | G | G |
| | | Gasto com Peças de reposição | RESULTANTE | V | V | V | V | V |
| | | | | | | | | |

| | |
|---|-------------------|
| R | Perdas relevantes |
| G | Perdas médias |
| V | Perdas leves |

Figura 9 – Matriz A – identificação das perdas/desperdícios
Fonte: Elaborado a partir de dados da pesquisa

A matriz A identifica onde estão as perdas no processo, classifica as perdas em relevantes (vermelho), médias (amarelo) e leves (verde) pelo conhecimento da fábrica.

Na matriz A podemos identificar e relacionar as perdas de processo conforme seu grau de importância conforme abaixo:

- Perdas relevantes: Quebra de máquinas; Setup (limpeza); Inspeção de produtos; Excesso de estoque em processo.
- Perdas médias: Falta de programação.
- Perdas leves: Refugo; Limpeza; Recuperação/ Retrabalho; Absenteísmo; Pessoal não alocado no equipamento; Espera por/ Falta de material; Gastos com peças de reposição.

5.3 PASSO 3: MATRIZ B – DIFERENÇA ENTRE CAUSAL E RESULTANTE

A função da matriz B é permitir a correlação entre perda causal e todas as suas perdas resultantes, conforme Figura 10.

| Matriz B Relação de Perdas Causais / Perdas Resultantes | | Equipamentos | | | | | | | | Mão de Obra | | | | Material e Energia | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Perdas Resultantes | Perdas Causais | Refugo | Quebra de máquinas (manut. corretiva ou não planejada) | Setup (limpeza) | Limpeza | Recuperação/retrabalho | Inspeção de produtos | Atrasos operacionais no ciclo | Pessoal não alocado no equipamento (falta de pessoal - GCF) | Excesso de estoque em processo | Espera por / Falta de material | Gasto com peças de reposição | | | | | |
| | | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 | 601.3010 601.3011 601.3020 601.3030 601.3040 |
| Equipamentos | Refugo | 601.3001 | V | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | V | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | V | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | V | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quebra de máquinas (manut. corretiva ou não planejada) | 601.3001 | R | R | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | R | R | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | R | R | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | R | R | | | | | | | | | | | | | |
| | Setup (limpeza) | 601.3001 | | | R | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | | | R | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | | | R | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | | | R | | | | | | | | | | | | |
| Mão de Obra | Absenteísmo | 601.3001 | | | V | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | | | V | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | | | V | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | | | V | | | | | | | | | | | | |
| Mão de Obra | Atrasos de ciclo | 601.3001 | | | | V | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | | | | V | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | | | | V | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | | | | V | | | | | | | | | | | |
| Material e Energia | Espera por / Falta de material | 601.3001 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material e Energia | Falta de programação | 601.3001 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3010 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3020 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 601.3030 | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 10 – Matriz B – Diferença entre causal e resultante.
Fonte: Elaborado a partir de dados da pesquisa.

Para cada perda inserida na Matriz A, é necessário fazer uma distinção: causal ou resultante, que constam na Matriz B. (Figura 10). Do ponto de vista da

facilidade de ataque, uma perda resultante não é atacável, se não relacionada à que pode ser encontrada em outros processos ou sub-processos diversos daqueles no qual se evidenciam as perdas resultantes. Para cada centro de trabalho mensurado como perdas causais relacionados a equipamentos, mão de obra; material e energia foram confrontadas com as perdas resultantes e verificadas se os mesmos têm alguma relação entre si.

A análise é importante em todo o processo incluindo para as perdas causais e perdas resultantes incorridas nos processos relacionados. Vamos usar de exemplo o refugo (perdas leves), o mesmo está somente relacionada a ele mesmo, não interferindo no refugo dos outros centros. Cada centro de trabalho produz seu lote de verniz, não interferindo nos demais centros de trabalho.

5.4 PASSO 4: MATRIZ C – CUSTOS

Nesta matriz será evidenciada a transformação e dimensões das perdas e dos desperdícios identificados nas causas-raiz em custos, destacando, inclusive, as atividades sem valor agregado:

| Estrutura do custo de transformação | | | RS HH direta / emargem por CT | Potência fôno de espno kW | Nº Operador/turno | Nº de Horas (A/B a set/2016) | HORA HOMEM VARIÁVEL | | HORA MÁQUINA VARIÁVEL | | | | MATERIA-PRIMA | TOTAL (R\$) | Valor | Total por perda |
|-------------------------------------|---|--------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|---|------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|-------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| Principais perdas causais | | | | | | | RS 37,78 | RS 26,37 | RS 0,20 | RS 86,68 | RS 15,528,83 | RS 8,814,43 | | | | |
| Tipo | Perda / desperdício | Local / Área | | | | | Salários Diretos (sem encargos e outros de acordo com a legislação) | Material Intermediário | Energia Elétrica (Standby) | Material Manutenção | Serviços Manutenção (MC) | | | | | |
| Equipamentos | Refugo | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | | | | | | | | | | | |
| Equipamentos | Refugo | 6013010 | 2017 | 7 | 3 | | | | | | | | | | | |
| Equipamentos | Refugo | 6013020 | 2017 | 7 | 4 | | | | | | | | | | | |
| Equipamentos | Refugo | 6013030 | 2017 | 15 | 4 | | | | | | | | | | | |
| Equipamentos | Refugo | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | | | | | | | | | | | |
| Equipamentos | Quilares de máquinas (sem correntes ou não planejadas) | 6013010 | 2017 | 4 | 3 | 15,7 | RS 1.240,19 | RS | RS | RS 1.133,53 | RS 6.814,43 | RS | RS | RS 9.188,27 | | |
| Equipamentos | Quilares de máquinas (sem correntes ou não planejadas) | 6013010 | 2017 | 7 | 3 | 0,7 | RS 40,89 | RS | RS | RS 919,35 | RS 1.921,57 | RS | RS | RS 2.881,81 | | |
| Equipamentos | Quilares de máquinas (sem correntes ou não planejadas) | 6013020 | 2017 | 7 | 4 | 47,8 | RS 4.090,46 | RS | RS | RS 3.326,23 | RS 10.544,39 | RS | RS | RS 18.078,97 | | |
| Equipamentos | Quilares de máquinas (sem correntes ou não planejadas) | 6013030 | 2017 | 15 | 4 | 9,1 | RS 783,31 | RS | RS | RS 3.937,34 | RS 2.616,30 | RS | RS | RS 6.396,75 | | |
| Equipamentos | Quilares de máquinas (sem correntes ou não planejadas) | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 84,1 | RS 7.053,19 | RS | RS | RS 5.133,84 | RS 14.185,20 | RS | RS | RS 26.342,13 | | |
| Equipamentos | Setup (Impress) | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | 297,4 | RS 18.706,29 | RS | RS | RS 218,80 | RS | RS | RS | RS 18.925,14 | | |
| Equipamentos | Setup (Impress) | 6013020 | 2017 | 7 | 3 | 185,2 | RS 16.280,73 | RS | RS | RS 202,20 | RS | RS | RS | RS 16.482,93 | | |
| Equipamentos | Setup (Impress) | 6013030 | 2017 | 7 | 4 | 149,6 | RS 12.048,03 | RS | RS | RS 313,38 | RS | RS | RS | RS 12.361,41 | | |
| Equipamentos | Setup (Impress) | 6013040 | 2017 | 15 | 4 | 121,4 | RS 10.183,03 | RS | RS | RS 357,40 | RS | RS | RS | RS 10.540,43 | | |
| Equipamentos | Setup (Impress) | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 184,8 | RS 15.503,14 | RS | RS | RS 358,40 | RS | RS | RS | RS 15.861,54 | | |
| Mão de Obra | Manutenção | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | 17,0 | RS 1.066,46 | RS | RS | RS 12,48 | RS | RS | RS | RS 1.078,94 | | |
| Mão de Obra | Manutenção | 6013010 | 2017 | 7 | 3 | 8,5 | RS 533,48 | RS | RS | RS 11,87 | RS | RS | RS | RS 545,35 | | |
| Mão de Obra | Manutenção | 6013020 | 2017 | 7 | 4 | 12,0 | RS 1.006,16 | RS | RS | RS 17,66 | RS | RS | RS | RS 1.023,82 | | |
| Mão de Obra | Manutenção | 6013030 | 2017 | 15 | 4 | 10,0 | RS 808,00 | RS | RS | RS 20,40 | RS | RS | RS | RS 828,40 | | |
| Mão de Obra | Manutenção | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 13,0 | RS 1.093,72 | RS | RS | RS 33,55 | RS | RS | RS | RS 1.127,27 | | |
| Mão de Obra | Acesso de ciclo/ Falta de equipamento | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | 10,2 | RS 643,88 | RS | RS | RS 7,11 | RS | RS | RS | RS 650,99 | | |
| Mão de Obra | Acesso de ciclo/ Falta de equipamento | 6013010 | 2017 | 7 | 3 | 21,1 | RS 1.204,14 | RS | RS | RS 29,51 | RS | RS | RS | RS 1.233,65 | | |
| Mão de Obra | Acesso de ciclo/ Falta de equipamento | 6013020 | 2017 | 7 | 4 | 16,1 | RS 949,53 | RS | RS | RS 14,88 | RS | RS | RS | RS 964,41 | | |
| Mão de Obra | Acesso de ciclo/ Falta de equipamento | 6013030 | 2017 | 15 | 4 | 15,7 | RS 1.313,16 | RS | RS | RS 48,18 | RS | RS | RS | RS 1.361,34 | | |
| Mão de Obra | Acesso de ciclo/ Falta de equipamento | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 9,2 | RS 788,34 | RS | RS | RS 16,18 | RS | RS | RS | RS 804,52 | | |
| Mão de Obra | Previdido não alocado no equipamento (lote de process - GV) | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | 126,7 | RS 20.540,15 | RS | RS | RS 240,40 | RS | RS | RS | RS 20.780,57 | | |
| Mão de Obra | Previdido não alocado no equipamento (lote de process - GV) | 6013020 | 2017 | 7 | 3 | 254,2 | RS 14.421,02 | RS | RS | RS 182,20 | RS | RS | RS | RS 14.603,22 | | |
| Mão de Obra | Previdido não alocado no equipamento (lote de process - GV) | 6013030 | 2017 | 7 | 4 | 181,0 | RS 26.762,24 | RS | RS | RS 409,61 | RS | RS | RS | RS 27.171,85 | | |
| Mão de Obra | Previdido não alocado no equipamento (lote de process - GV) | 6013040 | 2017 | 15 | 4 | 138,3 | RS 15.821,49 | RS | RS | RS 248,31 | RS | RS | RS | RS 16.070,80 | | |
| Mão de Obra | Previdido não alocado no equipamento (lote de process - GV) | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 105,3 | RS 8.811,59 | RS | RS | RS 105,24 | RS | RS | RS | RS 8.916,83 | | |
| Materiais e Energia | Esopo para / Falta de material | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | 1,8 | RS 438,71 | RS | RS | RS 7,99 | RS | RS | RS | RS 446,70 | | |
| Materiais e Energia | Esopo para / Falta de material | 6013010 | 2017 | 7 | 3 | 16,5 | RS 680,16 | RS | RS | RS 14,70 | RS | RS | RS | RS 694,86 | | |
| Materiais e Energia | Esopo para / Falta de material | 6013020 | 2017 | 7 | 4 | 5,7 | RS 474,76 | RS | RS | RS 8,33 | RS | RS | RS | RS 483,09 | | |
| Materiais e Energia | Esopo para / Falta de material | 6013030 | 2017 | 15 | 4 | 6,8 | RS 570,61 | RS | RS | RS 20,34 | RS | RS | RS | RS 590,95 | | |
| Materiais e Energia | Esopo para / Falta de material | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 8,3 | RS 693,85 | RS | RS | RS 146,40 | RS | RS | RS | RS 840,25 | | |
| Materiais e Energia | Falta de programação | 6013001 | 2017 | 4 | 3 | 174,7 | RS 10.990,18 | RS | RS | RS 118,58 | RS | RS | RS | RS 11.108,76 | | |
| Materiais e Energia | Falta de programação | 6013010 | 2017 | 7 | 3 | 45,0 | RS 28.300,50 | RS | RS | RS 630,20 | RS | RS | RS | RS 28.930,70 | | |
| Materiais e Energia | Falta de programação | 6013020 | 2017 | 7 | 4 | 48,2 | RS 20.252,23 | RS | RS | RS 400,60 | RS | RS | RS | RS 20.652,83 | | |
| Materiais e Energia | Falta de programação | 6013030 | 2017 | 15 | 4 | 131,8 | RS 37.832,22 | RS | RS | RS 678,85 | RS | RS | RS | RS 38.511,07 | | |
| Materiais e Energia | Falta de programação | 6013040 | 2017 | 9 | 4 | 76,3 | RS 6.402,16 | RS | RS | RS 134,80 | RS | RS | RS | RS 6.536,96 | | |

| Perdas em 6 meses - por CT | |
|----------------------------|---------------|
| Centro de Trabalho | Valor |
| 6013001 | RS 101.765,07 |
| 6013010 | RS 60.707,62 |
| 6013020 | RS 108.833,69 |
| 6013030 | RS 64.855,95 |
| 6013040 | RS 67.215,39 |
| Total Geral | RS 403.262,23 |

Figura 11 – Matriz C – Custos.
 Fonte: Elaborado a partir de dados da pesquisa

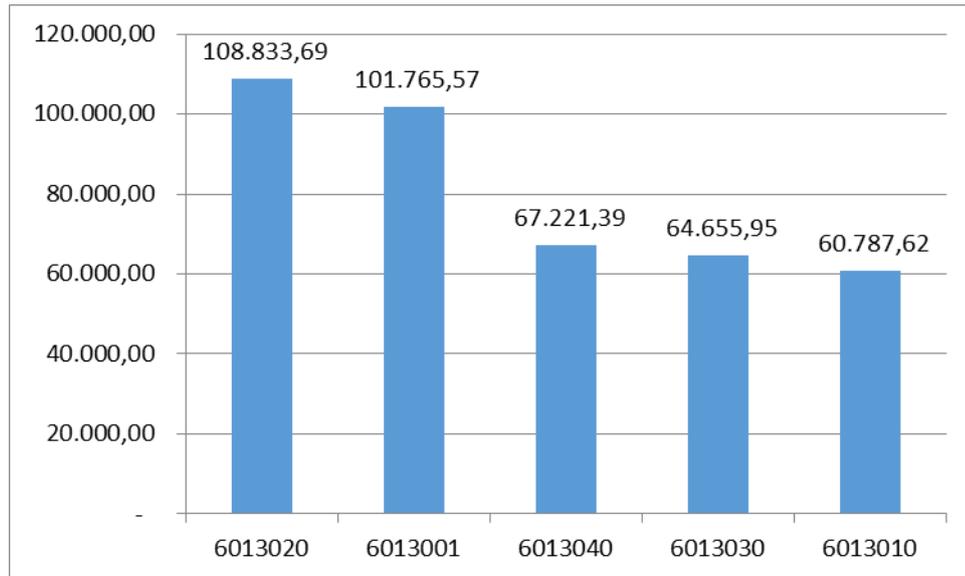


Figura 12 – Matriz C – Gráfico de Pareto.

Fonte: Elaborado a partir de dados da pesquisa

A Matriz C traduz os parâmetros físicos em custos (a partir da estrutura dos custos da fábrica, coletando as tarifas dos custos da mão-de-obra – tarifa horária da mão-de-obra direta, indireta e externa, dos custos de energia – força eletromotriz, iluminação, ar, água – custos de materiais – materiais direto dos fornecedores e de outras fábricas, materiais indiretos de outros custos), tem a finalidade de identificar a perda mais crítica e onde ela está. Esta matriz produz um conjunto de dados a ser analisada por meio da estratificação, em diversos modos, para fornecer informações relacionadas ao tipo e ao valor das perdas geradas, a localização das perdas, a relação entre os custos de transformação e a estrutura dos custos das perdas. Na matriz C (Figura 12) nos mostrou onde está o maior custo em perdas, no centro de trabalho 6013020 que gerou um valor de R\$ 108.833,69 durante um período de seis meses.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo descreve o processo de implementação do método WCM – Pilar: *Cost Deployment*, para iniciar o trabalho, precisou – se de muitas informações de outras áreas, com isso veio às dificuldades como: confiabilidade no apontamento do GCF; Manutenção não tem acesso aos custos; estratificação dos custos por centro de trabalho; como montar as matrizes.

Para montar as matrizes, no começo tivemos dificuldade, mas o time buscou todos os recursos necessários para finalizar a montagem das mesmas e a cada dia que passava fomos adquirindo mais experiência para implementar o CD.

O pilar *Cost Deployment* necessita de muitas informações para sua implementação, o pilar serve de bússola para os outros pilares, por isso as informações para este método devem ser confiáveis para o atingimento dos objetivos traçados em relação à redução dos custos com as perdas.

Com as informações confiáveis em mãos, temos que ter a competência para avalia-las e de que forma será conduzido para montar as matrizes. O Time deve ser desenvolver a cada dia, pois se trata de diretrizes da empresa.

Em relação aos dados coletados para montar as matrizes, alguns deles não tinha a acurácia conforme necessitado, dentro desde cenário tivemos que fazer uma nova coleta destes dados para compor as matrizes. Após os dados foram inseridos nas matrizes e dando uma confiabilidade maior aos resultados finais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi possível verificar como a metodologia do *Cost Deployment* analisou os dados de uma fábrica de Eletroisolante, após montar as matrizes podemos observar melhor onde estão as principais perdas e os custos envolvidos no processo. A matriz C nos mostrou os custos das perdas no processo produtivo, as principais são: Falta de programação; Pessoal não alocado no equipamento; *Setup* (limpeza); Quebra de máquinas; e Refugo.

A metodologia do WCM tem a finalidade de fazer melhoria contínua, de forma sistemática e organizada, envolvendo todos os níveis da empresa, com objetivo de obter os máximos benefícios com mínimo de esforços.

O pilar *Cost Deployment*, metodologia que foi utilizada para fazer o estudo na fábrica de Eletroisolante, tem como visão desenvolver o conhecimento de metodologias e ferramentas aplicáveis ao gerenciamento industrial, onde causas de perdas e desperdícios são identificados e endereçados de forma sistemática. Também tem como objetivo em um programa de melhoria contínua, usando os métodos e as ferramentas do WCM, com redução contínua dos custos de transformação ano a ano.

Pode-se concluir que o objetivo de desenvolver uma aplicação da metodologia do WCM usando o pilar *Cost Deployment* foi bem aceito e irá trazer diversos benefícios para a empresa. Com a aplicação do método (CD), foi possível identificar as perdas e calcular os custos envolvidos no processo de produção do verniz, utilizando as matrizes A, B e C.

Para estudos futuros, sugere-se aplicar as matrizes D, E e F, da metodologia *Cost Deployment* para promover projetos de melhoria e utilizar em um centro de trabalho modelo.

REFERÊNCIAS

BRINSON, J. A. **Contabilidade por atividades**: uma abordagem de custeio baseado em atividades. São Paulo: Atlas, 1996.

FARIA, A. C et al. Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresa de autopeças. **Revista Gestão Industrial**, São Caetano do Sul, p. 198-202, mai./ago. 2012.

LIKER, J. K. **Modelo Toyota**: os 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: 2006.

NAKAGAWA, M. **Gestão estratégica de custos**: conceitos, sistemas e implementação. São Paulo: Atlas, 1993.

ONLINE, WEG. **História da Weg**: Disponível em: <<http://www.weg.net>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

ROBLES JR., A. **Custos da qualidade**: uma estratégia para competição global. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa ação**. São Paulo: Atlas, 1997.

YAMASHINA, H. Challenge to World Class Manufacturing. **International Journal of Quality of Reliability Management**. v. 17, no. 2, p. 132-143, 2000.