

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE ENGENHARIA - FAEN
Curso de Graduação em Engenharia de Produção

Lilian Siqueira e Silva

**PRIORIZAÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO PILAR DESDOBRAMENTO DE
CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA DE RAÇÃO DA GRANDE DOURADOS**

Dourados

2017

Lilian Siqueira e Silva

**PRIORIZAÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO PILAR DESDOBRAMENTO DE
CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA DE RAÇÃO DA GRANDE DOURADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Grande Dourados como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. M.s.c. Carlos Eduardo Soares Camparotti.

Dourados

2017

Lilian Siqueira e Silva

**PRIORIZAÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO PILAR DESDOBRAMENTO DE
CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA DE RAÇÃO DA GRANDE DOURADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Grande Dourados como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Prof. ME. Carlos Eduardo Soares Camparotti – UFGD (orientador)

Prof. Dr. Luan Carlos Santos Silva – UFGD (Banca examinadora)

Prof. Dra. Fernanda Cavicchioli Zola – UFGD (Banca examinadora)

Dourados, 30 de março de 2017

*Aos meus pais que me incentivaram e
impulsionaram ao caminho do conhecimento e
em especial ao meu noivo que esteve ao meu lado
em todos os momentos.*

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que tem me concedido apesar de todas as minhas limitações. Agradeço a Ele a oportunidade de conhecer pessoas incríveis que me inspiraram e apoiaram, e outras não tão agradáveis, mas que me fizeram amadurecer através de duras experiências.

Agradeço a minha família, principalmente meu pai Isaias Antônio da Silva e minha mãe Maria Felícia Siqueira, por conservarem sempre a paciência e a fé em mim, que muitas vezes nem eu mesma tinha.

Agradeço ainda ao meu noivo e melhor amigo Danubio Casari Angélico por me mostrar que eu apenas precisava acreditar em mim mesma e levantar depois de cada fracasso para tentar outra vez, a ouvir opiniões diferentes da minha e filtrar críticas construtivas das destrutivas.

Agradeço também a paciência do meu orientador, Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Campanotti e aos amigos e colegas com quem passei todos esses anos e que com certeza farão parte de minhas melhores lembranças.

“É preciso agir como homem de pensamento e pensar como homem de ação”.

BERGSON, (1859 – 1941)

RESUMO

O presente estudo explana um dos pilares da metodologia Manufatura de Classe Mundial (MCM): O pilar de Desdobramento de Custos. A aplicação do pilar Desdobramento de Custos do MCM, visa identificar as melhorias necessárias na indústria objeto de estudo e estabelecer uma ordem de prioridade para implementação de melhorias. Assim foi elaborado uma pesquisa aplicada de abordagem qualitativa e de cunho exploratório em uma empresa de rações da região da Grande Dourados, através de um estudo de caso único com o objetivo de auxiliar na melhoria de sua competitividade e orientar no processo de tomada de decisão.

O estudo identificou que 33% dos custos da empresa estão relacionados a perda, dessa forma para atingir a meta trimestral de redução de custos de 3% aplicou-se as matrizes do pilar desdobramento de custo para identificar a perda que pudesse ser atacada primeiramente para se aproximar desse objetivo. A partir deste estudo constatou-se a possibilidade de aplicação da metodologia WCM em uma empresa de menor porte desde que sejam feitas as devidas adaptações em relação a abrangência de unidades, no entanto a metodologia exige como critério inicial um bom nível de informação e controle do processo, prezando pela acuracidade de informações garantindo a confiabilidade da metodologia.

Palavras-chave: Produção Enxuta, Melhoria, Perdas, Custos, MCM.

ABSTRACT

The present study explores a methodology's pillar of World Class Manufacturing (WCM): The Cost Deployment's pillar. Its application aims to identify the required improvements of a company object of study and establish a priority order for the improvements 'implementation. Thus, an applied research of qualitative and exploratory approach was elaborated in a feed company of the region of Grande Dourados, through a single case study with the objective of assisting in the improvement of its competitiveness and guide in the process of decision making.

The study identified that 33% of the company's costs are related to loss, so in order to achieve the quarterly goal of cost reduction of 3% the matrices of pillar cost deployment were applied to identify the loss that could be attacked first for Approach. From this study, it was verified the possibility of applying the WCM methodology in a smaller company if the necessary adaptations are made in relation to the scope of units, however the methodology requires as initial criterion a good level of information and process control emphasizing the information's accuracy guaranteeing the reliability of the methodology.

Keywords: Lean Manufacturing, Improvement, Losses, Costs, WCM,.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Sistema Toyota de Produção.....	41
Figura 2 - Modelo Toyota de Produção.....	42
Figura 3 - Histórico de ferramentas voltadas para produção.....	44
Figura 4 - Modelo WCM de Schonberger.....	45
Figura 5 - Pilares do WCM.....	48
Figura 6 - Conceitos do WCM.....	49
Figura 7 - Perdas.....	52
Figura 8 - Pilar desdobramento de custos.....	53
Figura 9 - Percurso Lógico do Desdobramento de Custo.....	54
Figura 10 - Produção de ração peletizada/farelada.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - 14 princípios do Modelo Toyota.....	43
Tabela 2 - - Setor de Alimentação Animal 2016/01	61
Tabela 3 - Custos de Transformação.....	68
Tabela 4 - Partícula da Matriz Estratificada B	81
Tabela 5 - Relações entre perdas causais e resultantes em relação aos processos.....	83
Tabela 6 - Matriz C de Custos e PerDa.....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Meta Trimestral de redução de Custos em relação ao Custo Total de Transformação.....	69
Gráfico 2 - Porcentagem dos custos relacionada as perdas	69
Gráfico 3 - Estrutura de Custos da empresa em estudo.....	70
Gráfico 4 - Custos Alocados.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Possíveis soluções para desperdícios.....	40
Quadro 2 - Quatorze princípios do Modelo Toyota.....	43
Quadro 3 - Cores da Classificação.....	72
Quadro 4 - Problemas identificados.....	72
Quadro 5 - Preparação para Matriz A: problemas de cada setor e suas perdas	74
Quadro 6 - Matriz A- Perdas/Processos	75
Quadro 7 - Matriz Preparatória de B.....	77
Quadro 8 - Perdas causais e quantidade de perdas resultantes geradas por cada uma.....	80
Quadro 9 - Número de relações que cada perda causal apresenta em relação as perdas resultantes.....	82
Quadro 10 - Matriz D de Perdas e Métodos.....	88
Quadro 11 - Matriz E para propostas de correção	89

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Técnicas e Métodos de Pesquisa.....	56
Fluxograma 2 - Procedimentos da pesquisa	58
Fluxograma 3 - Matriz B - Causal/Resultante	78
Fluxograma 4 - Detalhe Matriz B.....	79
Fluxograma 5 - Formulas de Estruturação de Custos.....	85
Fluxograma 6 - Causas das Perdas Causais.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS

5S	<i>Seiri, Seiron, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
CD	<i>Cost Deployment</i>
FIFO	<i>First in First out</i> (Primeiro que entra primeiro que sai)
JIT	<i>Just-in-time</i>
LT	<i>Lead Time</i>
MCM	Manufatura de Classe Mundial
MP	Matéria-prima
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
MOD	Mão de Obra Direta
PDCA	Plan (Planejar), Do (Fazer), Check (Checar), Act (Agir).
STP	Sistema Toyota de Produção
T/C	Tempo de ciclo
TIE	<i>Total Industrial Engineering</i> (Engenharia Industrial Total)
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TQC	<i>Total Quality Control</i> (Controle de Qualidade Total)
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	29
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA	30
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	32
1.3 OBJETIVOS	33
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	33
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
1.4 JUSTIFICATIVA.....	34
1.5 ESTRUTURA	35
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
2.1 PRODUÇÃO ENXUTA	37
2.2 MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL	43
2.2.1 CONCEITO	43
2.4.2 APLICAÇÃO	47
2.4 PILAR DE DESDOBRAMENTO DE CUSTO.....	51
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	56
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	57
3.2 PROCEDIMENTOS	58
3.2.3 MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS	59
4. COLETA DE DADOS	60
4.1 MERCADO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	60
4.2 CARACTERIZAÇÃO	62
4.3 PROCESSO PRODUTIVO	64
5. ANÁLISE E DISCULSSÃO DOS DADOS	67
5.1 PRIMEIRA ETAPA – IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSFORMAÇÃO.....	67
5.2 SEGUNDA ETAPA – INDIVIDUALIZAR QUALITATIVAMENTE AS PERDAS	71
5.3 TERCEIRA ETAPA – SEPARAR PERDAS RESULTANTES E CAUSAIS .	76

5.4 QUARTA ETAPA – CALCULAR CUSTOS DAS PERDAS E DESPERDÍCIOS.....	84
5.5 QUINTA ETAPA – IDENTIFICAR KNOW-HOW PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS.....	87
5.6 SEXTA ETAPA – ESTIMAR OS CUSTOS DE PROJETOS DE MELHORAMENTO	88
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	93
ANEXO A – TABELAS DE ALOCAÇÃO DOS CUSTOS.....	99
ANEXO B – BASE DE CALCULO PARA MATRIZ C	100
ANEXO C - ESTRATIFICAÇÃO DAS CAUSAS DAS PERDAS E O PILAR WCM RECOMENDADO	101
ANEXO D – QUESTIONÁRIO PARA OS COLABORADORES.....	104
ANEXO E - MATRIZ ESTRATIFICADA B	105

1. INTRODUÇÃO

No contexto atual, as empresas enfrentam cenários de grande concorrência. Para que possam se manter ou se tornar competitivas é necessário oferecer produtos e serviços de alta qualidade, melhorando suas operações administrativas e de manufatura de modo a obter custos baixos (TAJ; MOROSAN, 2011).

O “*Thinking Process*” de Taichi Ohno e o conjunto de métodos que descrevem o Sistema Toyota de Produção (STP) aplicados na *Toyota Motor Company* se popularizaram no Japão por volta das décadas de 60 e 70 como resposta às pressões exercidas pelo mercado.

Apesar de surgir em um Japão prejudicado, no pós-guerra, e concorrer com o mercado americano, a implantação dos conceitos, do que se popularizou como “Produção Enxuta”, permitiu que a indústria automobilística japonesa alcançasse um desempenho significativo em relação aos seus concorrentes ocidentais, dessa forma a produção enxuta passou a ser incorporada no mundo ocidental a partir da década de 90 (WOMACK, JONES, ROOS, 1992; OHNO, 1998).

A produção enxuta reúne uma série de princípios para eliminar desperdícios no processo de manufatura buscando satisfazer os clientes. Suas técnicas procuram minimizar perdas dentro da empresa, gerando produtos a um menor custo e possibilitando a organização produzir a um preço menor sem perda de qualidade, sendo um conceito que se manifesta não apenas no chão de fábrica e processos de manufatura, mas também através filosofia que envolve a mentalidade dos envolvidos (MACDONALD; AKEN; RENTES, 2000).

Após a segunda guerra mundial, em 1984, Hayes e Wheewright desenvolveram o conceito do *World Class Manufacturing* (WCM), baseando-se em empresas de origem japonesa, e também empresas alemãs e americanas que se destacavam em suas atividades. Esses conceitos fundamentaram o sistema de gestão metodológico para as empresas automobilísticas criado em 2007 pelo Dr. Hajime Yamashina, professor da Universidade Kyoto e membro do RSA (*Royal Swedish Academy of Engineering Sciences*) (SCHONBERGER, 1986).

Segundo Yamashina (2007), o WCM se trata das metodologias aplicadas e do desempenho alcançado pelas melhores organizações mundiais, baseando-se em conceitos como *Total Productive Maintenance* (TPM), *Total Quality Control* (TQC), *Total Industrial Engineering* (TIE) e *Just In Time* (JIT).

Shingo (1996) classifica os desperdícios como: superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, inventário desnecessário, movimentação desnecessária e

produtos defeituosos. O WCM, conforme Yamashina (2007), aponta que apenas 5% das atividades realizadas ao longo do processo produtivo agregam valor ao produto de forma que a metodologia é composta de onze pilares de sustentação que interagem entre si para eliminar essas perdas. Os onze pilares são: segurança, desdobramento de custos, melhoria focada, manutenção autônoma, manutenção planejada, organização de posto de trabalho, controle de qualidade, logística e serviço ao cliente, gestão preventiva dos equipamentos, desenvolvimento de pessoas e por fim meio ambiente/energia.

Dentre os pilares do WCM, o pilar de desdobramento de custos ou *Cost Deployment* (CD) é aquele que inicia a aplicação do WCM, e consiste em transformar as perdas em custos, quantificando em medidas físicas, direcionando para as maiores perdas e sua resolução de forma prioritária (FARIA, VIEIRA, PERETTI, 2012; PARREIRA, 2014)

Desta forma, o presente trabalho busca identificar e quantificar as perdas de uma linha de produção de ração através do pilar de desdobramento de custo de modo a propor um direcionamento dos esforços da empresa para as perdas prioritárias.

1.1 Caracterização do Tema

A constante necessidade das empresas de manter a sua competitividade, alcançando melhor desempenho ante aos concorrentes faz com que as empresas busquem objetivos de desempenho da manufatura que as auxiliem nisso, para Slack (2008), são os requisitos a seguir.

- a) Fazer certo: fornecer produtos adequados aos seus propósitos satisfazendo os consumidores sem cometer erros, adquirindo-se vantagem em qualidade;
- b) Fazer com rapidez: minimizar o tempo decorrido entre a solicitação do produto e a sua entrega, aumentando a disponibilidade dos bens e serviço, conseguindo-se vantagem em velocidade;
- c) Fazer pontualmente: conseguir que a produção faça as coisas a tempo de manter compromissos de entrega assumidos com os consumidores adquirindo-se vantagem em confiabilidade;
- d) Mudar o que está sendo feito: capacidade de adaptar a operação de produção para enfrentar circunstâncias inesperadas ou dar um tratamento individual ao consumidor, angariando vantagem em flexibilidade;

e) Fazer o mais barato possível: produzir bens e serviços a custos que possibilitem fixar preços apropriados ao mercado e ainda permitir retorno para a organização obtendo-se vantagem em custo.

A Toyota apresentou resultados melhores que seus concorrentes nas cinco medidas mencionadas por Slack, o que possibilitou a disseminação da produção enxuta, englobando práticas e técnicas de manufatura que buscam a eliminação dos desperdícios ao longo do sistema produtivo. A influência das filosofias dos fabricantes japoneses dos anos 60 se relaciona ao aumento substancial de técnicas de fabricação ao ponto de existir uma certa sobreposição de algumas delas (MONFREDA, PETRILLO, DE FELICE, 2013).

O conceito de "Manufatura de classe mundial" abraça a grande maioria dessas técnicas, podendo ser considerado, um sistema flexível de integração de diversas ferramentas que se baseia nos conceitos de manufatura enxuta como a eliminação de perdas e melhoria contínua, utilizando diversas ferramentas conhecidas das *lean manufacturing* em seus pilares como o 5S (*Seiri, Seiron, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), Mapeamento de fluxo de valor, Seis Sigma entre outros (PADOOCK,1993; GARBERDING , 2009; PARREIRA, 2014).

As tecnologias de produção, ao mesmo tempo em que revolucionam os processos de produção, se mostram sensíveis a alterações nos padrões de comportamento dos custos, no momento em que a incidência de custos com materiais e mão de obra direta vem decrescendo com os custos indiretos de fabricação, gerando a tendência da busca por parte das organizações de boas práticas identificadas no mercado. Nesse contexto o WCM tem se colocado como referência de boas práticas existentes no mercado e no próprio sistema Toyota produção (STP), principalmente o pilar de desdobramento de custo (SILVA,2008).

O desdobramento de custo por sua vez é um dos pilares do WCM que introduz uma forte ligação entre a individualização das áreas a serem melhoradas e os resultados técnicos do WCM, medidos através dos devidos KPI, sua aplicação permite uma forte aceleração dos resultados e o alcance de vantagens importantes na redução de perdas (GARBERDING , 2009).

Diversos fatores de resistência estão envolvidos no processo prático de tornar uma organização mais competitiva, mesmo que toda a empresa esteja comprometida com o processo de melhoria, muitas vezes são necessários experiências e conhecimentos que provavelmente ainda não detém, sendo necessários métodos que demonstrem confiabilidade enquanto evita a confusão dos envolvidos no processo. O desdobramento de custo mostra-se promissor quanto a estes aspectos por demonstrar confiabilidade, por se tratar de um método incluído no WCM, ou seja, melhores práticas das melhores empresas do mundo, ao mesmo

tempo em que direciona os projetos de melhoria, conseguindo conectar aspectos que não costumam ser comparados, permitindo a visualização da razão de ser de qualquer simples alteração que ocorra posteriormente na organização.

1.2 Problema de Pesquisa

A Toyota não só sobreviveu, como desenvolveu e aplicou um sistema de produção que a permitiu mostrar um desempenho significativo em meio a uma economia devastada pela guerra. Ao ingressar na fabricação em larga escala de carros e caminhões comerciais, a montadora japonesa se depara com um mercado doméstico limitado, demandando vasta gama de veículos, com um combustível de alto custo e uma força de trabalho nativa se fortalecendo em seus sindicatos. Com a medida do governo japonês de proibir investimentos externos diretos na indústria automobilística japonesa, a Toyota e outras indústrias japonesas tinham apenas a opção de se adaptarem para tornarem-se competitivas ou quebrarem (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Semelhantemente, as indústrias brasileiras, não só a automobilística, se vêm em um cenário político-econômico conturbado, com a competitividade internacional dificultada. Embora sem se envolver em guerras, a indústria enfrenta desde 2014 um período de recessão, sendo ainda mais preocupante no final de 2015 e início de 2016: segundo pesquisa divulgada pelo IBGE a indústria recuou 8,3%, pior resultado na série histórica do levantamento do IBGE, iniciado em 2003, superando, inclusive, o baque da crise global, que levou a uma queda de 7,1% em 2009 (IBGE, 2016).

Como resultado houve redução em investimentos, deterioração generalizada do estado de confiança dos empresários e das famílias, contração real do crédito, abrupta correção das tarifas públicas, queda da massa real de salários, elevação dos juros, intenso corte do investimento público e paralisia das inversões da Petrobras e do setor de construção pesada (IDEI, 2016).

No entanto, conforme menciona Silva (2008) questiona-se a “transferibilidade” e aplicação em outros contextos da dinâmica das indústrias japonesas devido a diferenciação entre a forma japonesa e ocidental em relação a disposição para mudança nos processos de produção. Para Imai (1990) o processo de mudança ocidental envolve grandes alterações seguidas de períodos de deterioração e queda de desempenho que justifica um novo processo de alterações criando um ciclo vicioso.

Países em desenvolvimento como a Índia, China e Brasil apresentam-se como mercados atraentes para empresas consideradas de classe mundial provenientes de outros países, assim mesmo que as empresas nacionais não visem mercados globais, são forçadas a competir com essas empresas de classe mundial (*PRINCIPLES of World Class Manufacturing*, 2009) esse contexto várias organizações reconhecem a necessidade de tornarem-se competitivas, não apenas como forma de ganhar mercado e expandir negócios, mas de garantir estabilidade. Nota-se então a necessidade de um instrumento que permita a aplicação e aprendizagem de diversos aspectos já disseminados nas grandes indústrias mundiais.

O WCM permite que a organização conquiste melhorias para a organização como um todo não dependendo de indicadores isolados, aproveitando-se da aprendizagem de empresas já estabelecidas no mercado concentrados em apenas um método. O Desdobramento de Custo consiste no primeiro passo dessa metodologia, responsável pelo direcionamento e integração de medidas necessárias pelos demais pilares, sendo ele mesmo responsável pela visualização clara dos pontos de falha da organização como um todo (CORTES, 2010;YAMASHINA, 2010).

Para uma organização que se encontra em um momento decisivo de mudança em relação ao seu mercado e a sua própria estrutura, existe a necessidade de direcionamento para iniciar melhorias em seu processo. Enquanto o pilar desdobramento de custos parece orientado a essa necessidade, é mister entender de sua aplicabilidade em empresas de pequeno porte que ainda não competem no mercado mundial, dessa forma este trabalho se propõe a analisar: **Como o Pilar Desdobramento de Custos da metodologia WCM pode contribuir no processo de melhorias de uma empresa de médio porte da região da Grande Dourados?**

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é aplicar o pilar Desdobramento de Custos da metodologia Manufatura de Classe Mundial (WCM) em uma indústria de rações da região da Grande Dourados.

1.3.2 Objetivos Específicos

De forma mais específica, esta pesquisa por meio da utilização do Desdobramento de Custos, procura desempenhar os seguintes objetivos:

- Orientar o processo de melhorias através da priorização de perdas;
- Identificar dificuldades e vantagens na utilização do Desdobramento de Custo em uma pequena não considerada de classe mundial.

1.4 Justificativa

Manter uma sólida posição no mercado depende de vários fatores, entre eles a otimização do processo produtivo e redução de desperdícios. O desempenho nos anos 60 da japonesa Toyota despertou a curiosidade das organizações de maneira que a aplicação de técnicas e ferramentas do Sistema de Produção Enxuta se difundiu grandemente (DE FELICE et. al, 20130).

A Toyota desenvolveu seu sistema em uma época em que enfrentava condições empresariais muito diferentes da Ford e GM. A Toyota no Japão pós-guerra tinha que produzir uma grande variedade de veículos em uma mesma linha de produtos para um mercado reduzido, enquanto a Ford e GM utilizavam a produção em massa, economias de escala e grandes equipamentos para produzir o máximo possível de peças com o menor custo possível, possuindo posições consagradas no mercado (WOMACK e JONES, 1992; CORRÊA, GIANESI, 2007 ; GHINATO, 2000; LIKER, 2006).

No entanto a implantação de um processo enxuto nem sempre alcança os resultados esperados: Um estudo realizado pela *Industry week* em 2007 revelou que apenas 2% das empresas que tinham um programa *lean* atingiam seu resultado previsto, e as que atingiam tinham dificuldade para mantê-los (LIKER e ROTHER, 2011; RENTES, 2000).

Ohno (1997) salienta a não existência de um método pronto e de curto prazo que garanta sobrevivência, sobretudo em um mercado tão competitivo como o atual, reconhece a necessidade de um sistema de gestão que desenvolva a habilidade humana de forma a maximizar a utilização dos insumos disponíveis e eliminar todo o desperdício. Assim, por mais impressionantes que sejam os avanços conquistados pelo STP, conforme menciona Shingo (1996) todo sistema pode ser aperfeiçoado.

Grande parte das transformações não obtém sucesso por falta de uma metodologia clara a seguir. Entre as dificuldades estão: a falta de uma definição da direção a ser tomada e dos próximos passos necessários para tal; conhecimento limitado quanto à forma de conduzir a implementação; foco direcionado apenas nos mecanismos de funcionamento dos novos processos, mas pouca ou nenhuma atenção dada ao impacto das mudanças na organização (LIKER, 2006).

Assim o sistema de gestão de Manufatura de Classe Mundial desenvolveu algumas técnicas e aperfeiçoou outras para maximizar o desempenho dos sistemas de produção de modo a respeitar programas logísticos e objetivos da qualidade, estabelecendo um padrão de classe mundial que permite que as melhorias implementadas possibilitem a competição em cenário global (YAMASHINA, 2007).

O Desdobramento de Custos que enfatiza as perdas mais profundamente funciona como um direcionador de atividades, focando na redução de desperdícios e perdas por meio do atendimento das expectativas e necessidades dos clientes (CHIARINI; VAGNONI, 2015).

Dessa forma, constatar a aplicabilidade do Pilar Desdobramento de Custos como uma metodologia direcionadora de priorização de perdas mesmo para uma empresa de pequeno porte se mostra necessário, bem como a explanação desse pilar pouco explorado pelas pesquisas acadêmicas brasileiras, ao contrário dos pilares relacionados à qualidade e a manutenção.

1.5 Estrutura

Este trabalho está estruturado em sete capítulos, sendo eles Introdução, Revisão Bibliográfica, Procedimentos Metodológicos, Coleta de Dados, Análise de Dados, Resultados Obtidos e Considerações finais, conforme:

- Capítulo 1 – Aborda a introdução ao assunto, desdobrando-se em apresentação do tema, objetivo geral e objetivos específicos, além da justificativa do tema escolhido;
- Capítulo 2 – Apresenta uma revisão bibliográfica dos conceitos e ferramentas que serão aplicadas de forma a fundamentar o desenvolvimento deste estudo;
- Capítulo 3 – Abrange a metodologia de pesquisa utilizada para a realização deste trabalho;

- Capítulo 4 – Apresenta a coleta de informações sobre a empresa objeto de estudo deste trabalho incluindo seu setor de atuação e coleta de informações no chão de fábrica e diretoria;
- Capítulo 5 – Analisa os dados da linha produtiva estudada em forma das Matrizes A, B, C, D e E do Desdobramento de Custos;
- Capítulo 6 – Responde as perguntas de pesquisa bem como considerações finais de maneira a concluir o trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção Enxuta

O termo “Produção Enxuta” se popularizou a partir do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack, Jones & Roos, que demonstrava as técnicas da Toyota para alcançar alto desempenho, comparando a indústria automobilística japonesa a ocidental.

O sistema de produção enxuta introduzido pela Toyota é considerado o sucessor do sistema de produção em massa fordista, entre as razões pode citar-se as considerações de Womack, Jones & Roos (1992), segundo as quais a produção enxuta se mostra superior ao sistema de produção em massa tanto em produtividade como em qualidade: Sendo mais eficiente porque exige menor utilização dos recursos (estoques, espaço físico, tempo, esforço físico humano e etc.), aproveita as capacidades intelectuais humanas e é capaz de atender melhor as mudanças e necessidades individuais dos consumidores. Dessa maneira combina o melhor da produção artesanal com o melhor da produção em massa.

Para Liker (2006), Kichiro não tentou introduzir o fordismo diretamente, mas adaptou-o as condições do Japão, notando que a pura imitação do sistema norte-americano de produção em massa não seria conveniente em um país com um mercado mais restrito de maneira que possibilitou o desenvolvimento dos traços fundamentais da produção enxuta.

A produção enxuta é uma abordagem para organizar e gerenciar a organização de modo a aperfeiçoá-la, atendendo as necessidades do cliente no menor prazo, menor custo e maior qualidade possíveis, envolvendo e integrando não só a manufatura, mas todas as partes da organização. Assim esta filosofia reúne uma série de princípios para eliminar desperdícios do processo produtivo, minimizando perdas dentro da empresa para obter produtos mais baratos sem abrir mão da qualidade ou do lucro (MACDONALD, AKEN, RENTES, 2000).

Segundo Womack e Jones (2004), a produção enxuta é construída com base em cinco princípios:

- a) Especificar valor: definir o que realmente agrega valor ao produto a partir da visão do cliente;
- b) Especificar a Cadeia de valor: mapear todas as atividades para definir quais realmente geram valor;
- c) Produção puxada: produzir apenas o que o cliente necessita, no momento exato da necessidade;

- d) Fluxo contínuo: é necessário então, fazer com que as atividades fluam continuamente e de maneira estável;
- e) Perfeição: buscar a melhoria contínua.

A Produção Enxuta se fundamenta na busca contínua da redução do tempo entre a solicitação do cliente e a entrega do produto solicitado, considerando qualquer atividade que não agrega valor como desperdícios a serem reduzidos (OHNO,1998; GHINATO, 2000).

O ponto de partida essencial para o pensamento enxuto é o valor, que segundo Rother & Shock (2003), só pode ser definido pelo cliente final e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico. Womack e Jones (1998) afirmam que valor é o atributo que o cliente está disposto a pagar por ele.

Dentre as atividades do processo produtivo é possível identificar três tipos de ações que ocorrem ao longo da extensão do fluxo de valor (HINES e TAYLOR,2000; HINES e RICH,1997; WOMACK e JONES,2004):

- a) Etapas que agregam valor: as atividades ou processos pelos quais o produto passa e que o cliente reconhece como valor e está disposto a pagar por elas;
- b) Etapas que não agregam valor, mas são necessárias: atividades ou processos que não agregam valor, aos olhos do cliente final, mas que são fundamentais para a execução das atividades que realmente agregam valor ao produto final sendo consideradas desperdícios inevitáveis, ou de eliminação inviável, devendo então ser minimizadas no processo atual.
- c) Etapas que não agregam valor: atividades, processos que o cliente final não reconhece como valor e não está disposto a pagar por elas, por isso são consideradas atividades desnecessárias sendo estas então os desperdícios que devem ser eliminados.

Ao longo do processo produtivo, o *lead time* é composto atividades de esperas, processamentos, inspeções e transportes. O *lead time* é tempo total que uma peça leva para mover-se desde o início até o fim do processo, ou seja, a medida do tempo para transformar a matéria-prima em produto acabado. Pode ser determinado através de cronometragem. Quanto menor o lead time de processo produtivo mais flexível é o sistema produtivo (ROTHER; SHOOK, 2003; TUBINO, 2009).

Dentre os desperdícios classificados por Shingo (1996), estão incluídos: esperas, processamentos, deslocamentos e transportes. Quanto maiores forem esses desperdícios, mais

prejudicado será o *lead time*. Um *lead time* menor também está relacionado com o número de giros do estoque.

Dentro do *lead time*, existe o tempo de ciclo (T/C) que é a frequência com que uma parte do produto é realmente completada por um trabalhador antes de repeti-los, ou seja, o intervalo de tempo entre unidades sucessivas que saem de um processo, o tempo transcorrido entre a repetição do início ao fim da operação. O tempo de ciclo será igual ao *lead time*, quando o processo de fabricação de uma unidade for contínuo, sem paradas entre o início ao fim da operação (MOURA,1996).

Para aperfeiçoar o *lead time*, entre outros fatores, produção enxuta trabalha para reduzir os desperdícios. Os sete tipos de desperdícios citados por Shingo (1996) são de forma geral aquilo pelo que o cliente não está disposto a pagar, por isso devem ser eliminados, são eles:

- a) **Superprodução:** trata-se de produzir mais, mais rápido, ou antes, do que é requerido pelo processo-cliente. Representa um problema por ocupar os processos e utilizar recursos produzindo as coisas erradas, pois essas coisas ainda não são necessárias e muitas vezes, recorre a recursos extras para atingir as demandas necessárias, aumentando o lead time prejudicando a flexibilidade em responder as necessidades dos clientes;
- b) **Espera:** são intervalos de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado, ficando o lote parado á espera de poder seguir em frente no fluxo de produção;
- c) **Transporte:** trata-se das movimentações excessivas de bens ou informação que resultam no aumento do *lead time* de fabricação e do custo do produto o deslocamento do produto não gera nenhuma criação de valor;
- d) **Estoque:** pode estar sob a forma de estoque de matéria-prima esperando para ser processada; material em processamento que podem ser o produto inacabado aguardando entre as etapas da linha produtiva para serem processados e finalizados; e produto acabado que aguardam solicitação do cliente final. Esses estoques exigem capital de giro para sua manutenção e caracterizam dinheiro parado, ocupando espaço e exigindo equipamento adicional;
- e) **Processamento:** ao ocorrer o uso inadequado da tecnologia, resulta-se em desperdício dentro do processo produtivo. São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto;

- f) **Movimentação:** todo movimento corporal de um operário não diretamente relacionado à agregação de valor ao produto, resultando em esforços desnecessários do operário, causado pela não utilização dos melhores métodos de trabalho.
- g) **Defeitos:** São produtos acabados que apresentam alguma de suas características fora do padrão de qualidade requerido pelo cliente e que geram retrabalhos, custo de recuperação ou mesmo a perda total do esforço e material.
- h) **Má utilização do Capital Humano ou Desperdício da criatividade:** consiste na não utilização de toda a capacidade humana que a organização tem disponível, ao engessar os funcionários em atividades repetitivas e não as envolver nos processos de melhorias perde-se boa parte do potencial humano que poderia ser melhor aplicado na organização.

Nazareno (2003), apresenta as possíveis soluções para os desperdícios dos sistemas produtivos conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Possíveis soluções para desperdícios

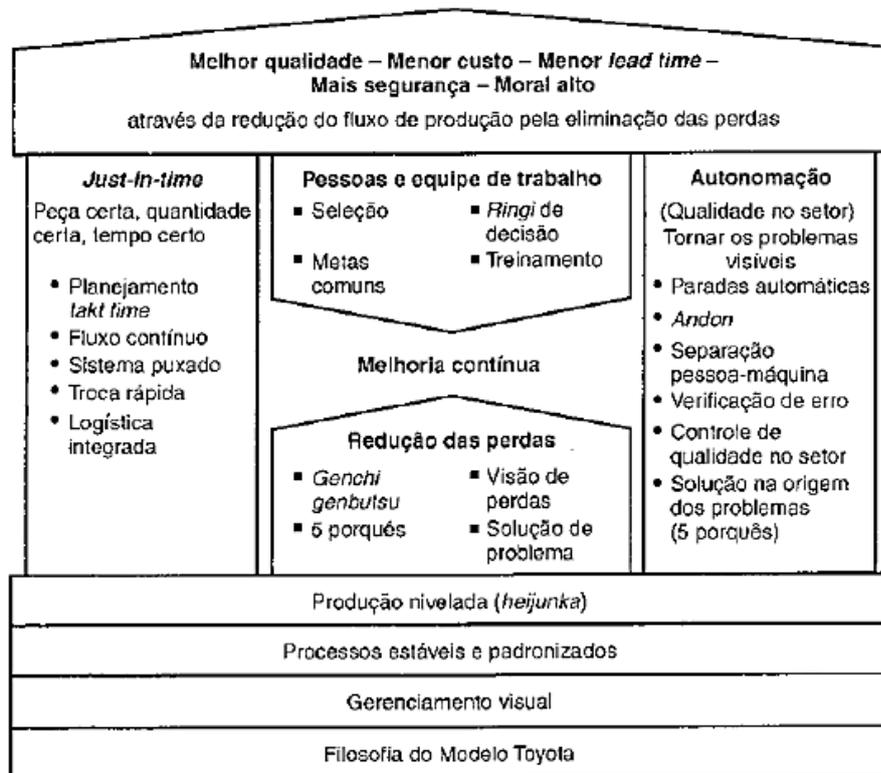
	Desperdícios	Possíveis Soluções
1	Superprodução	Reduzir <i>Setup</i> <i>Just in Time</i> Produção Puxada
2	Transporte	Projetar Layout para minimizar transporte Reduzir movimentação de material
3	Estoque	Sincronizar o Fluxo Reduzir <i>Setup</i> Reduzir Lead Time Produzir de Acordo com a Demanda Projeto Modular dos produtos Reduzir os demais desperdícios
4	Espera	Sincronizar o Fluxo de Material Balancear Linha com trabalhadores flexíveis Manutenção preventiva
5	Defeitos	Mecanismos de prevenção de falhas Não aceitar defeitos
6	Processamento	Padronizar Processos Garantir qualidade de materiais, ferramentas e dispositivos
7	Movimentos desnecessários	Estudar e melhorar os Movimentos Reduzir Deslocamentos

Fonte: Adaptada de Nazareno, 2003.

Os dois pilares necessários para suportarem os objetivos da produção enxuta conforme se observa na Figura 1, são o *Jidoka* (Autonomação), conceito de “Automação com um toque humano”, onde as máquinas podem funcionar automaticamente, mas necessitam do controle

humano, de modo que as máquinas devam ser paralisadas imediatamente após a verificação de qualquer problema impedindo que as peças defeituosas sigam adiante na linha, assim o controle de qualidade fica embutido no próprio processo produtivo; e o *Just in time* (JIT) princípio em que o processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo, produzindo somente o necessário quando necessário (OHNO, 1997; MONDEN, 1998; WOMACK e JONES, 1998; GHINATO, 2000).

Figura 1 – O Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Liker, 2005.

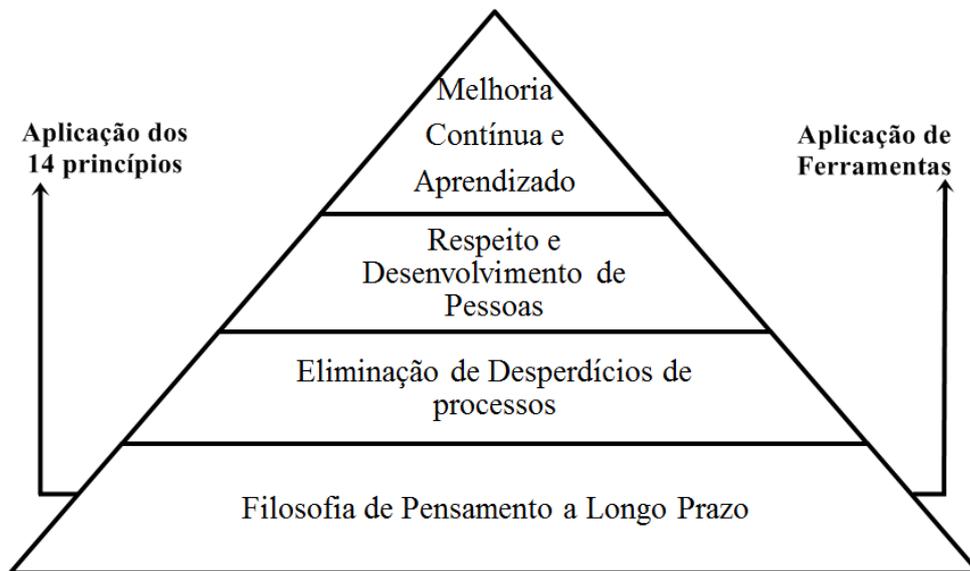
Para alcançar o objetivo de localizar e eliminar as perdas garantindo um fluxo contínuo de produção, segundo Moraes (2004) o JIT possui algumas metas:

- a) Zero Estoque: eliminar o desperdício de estoques para encontrar os problemas que são escondidos com os estoques altos;
- b) Zero defeito: eliminar os defeitos como forma de garantir altos padrões de qualidade;
- c) Zero movimentação: reduzir as atividades que não agregam valor ao produto, organizando melhor o layout dos postos de trabalho.

- d) Zero tempo de setup: a redução do tempo de setup das máquinas proporciona maior flexibilidade no processo, possibilitando a execução de lotes menores, e o atendimento mais rápido aos clientes.
- e) Zero quebra de máquina: garantir o bom funcionamento dos equipamentos como forma de eliminar desperdícios de espera por meio da manutenção preventiva.
- f) Zero Lead Time: reduzir o ciclo de produção como forma de ser flexível no atendimento aos clientes.

O sucesso da produção enxuta depende do foco nos 14 princípios que constituem o Modelo Toyota propostos por Liker (2006), que fundamentam a produção enxuta a partir da formação de pessoas e do planejamento de longo prazo, sendo mais amplos que a simples utilização de ferramentas que compõem saltos no curto prazo das medidas de desempenho, mas que não são sustentáveis como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Modelo Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de Liker, 2006.

Os 14 princípios podem ser organizados em quatro categorias conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Quatorze princípios do Modelo Toyota

Categoria	Princípios
Filosofia de longo prazo	1. Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo mesmo em detrimento das metas financeiras de curto prazo. Gerar valor para o cliente, sociedade e economia;
O processo certo produzirá os resultados certos	2. Criar um fluxo contínuo para atingir alta agregação de valor, eliminar ociosidade, tornar o fluxo aparente para toda a organização;
	3. Usar sistemas puxados para evitar superprodução, minimizando estoques, processo e atendendo as mudanças diárias da demanda;
	4. Nivelar a carga de trabalho eliminando a sobrecarga de pessoas, equipamentos e da instabilidade do programa de produção;
	5. Construir uma cultura de parar e resolver os problemas usando a autonomia como base;
	6. Tarefas padronizadas como base para melhoria contínua e capacitação de funcionários. Usar métodos estáveis, regularizar tempos e processos;
	7. Usar controle visual através de indicadores simples para ajudar as pessoas a perceberem imediatamente se há problema ou não, reduzindo papéis e relatórios;
	8. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários. Utilizar, na medida do possível, máquinas e equipamentos de fácil operação manuseio e transporte;
	Valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros
10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam filosofia da empresa para obtenção de resultados excepcionais, ensinando as pessoas a trabalharem em equipe rumo a metas em comum;	
11. Respeitar a rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e auxiliando-os a melhorar e tratando-os como extensão da empresa;	
A solução contínua de problemas na origem estimula a aprendizagem organizacional	12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação verificando os dados pessoalmente para não basear apenas nas impressões de outras pessoas;
	13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as alternativas e implementando-as com rapidez;
	14. Tomar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável e da melhoria contínua.

Fonte: Adaptado de Liker, 2006.

2.2 Manufatura de Classe Mundial

2.2.1 Conceito

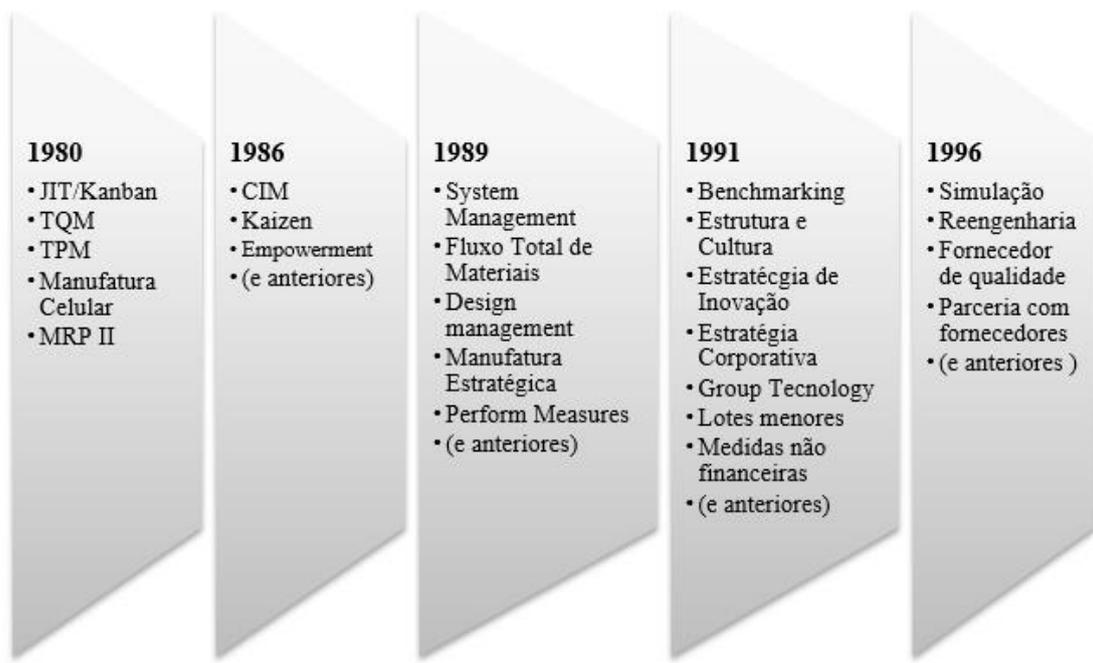
Nos anos 80 o método mais efetivo para buscar referências de boas práticas em sistemas produtivos eram os estudos de casos de empresas de sucesso, por isso muitos executivos iam ao Japão analisar o ganho de produtividade e melhorias de qualidade alcançadas pelos japoneses. É nessa época surge o conceito de *World Class Manufacturing* ou Manufatura de classe mundial (PADDOCK, 1993)

O termo apresentado por Hayes & Wheelwright (1984) descrevia as experiências adquiridas por empresas japonesas, alemãs e americanas que competiam em igualdade e que apresentavam alto desempenho no mercado mundial, posteriormente Schonberger (1986)

incrementou o termo em seu livro *World Class Manufacturing* abordando práticas adotadas por essas empresas como TQM e JIT.

A ideia do WCM abrange experiências e testemunhos de empresas que adotaram a melhoria contínua *Kaizen* para a excelência na produção, buscando estabelecer uma sistemática para as diversas práticas e metodologias desenvolvidas desde os anos 60. Assim as o conceito de "Fabricação de classe mundial" abraça grande número de técnicas que foram se somando conforme a Figura 3, podendo ser considerado, um sistema flexível de integração dessas ferramentas capaz de melhorar a competitividade de uma empresa, englobando todos os processos da planta, o ambiente de segurança, da manutenção à logística e qualidade (PADOOCK,1993; CORTES, 2010; SHANG & PHENG, 2013).

Figura 3 - Histórico de ferramentas voltadas para produção



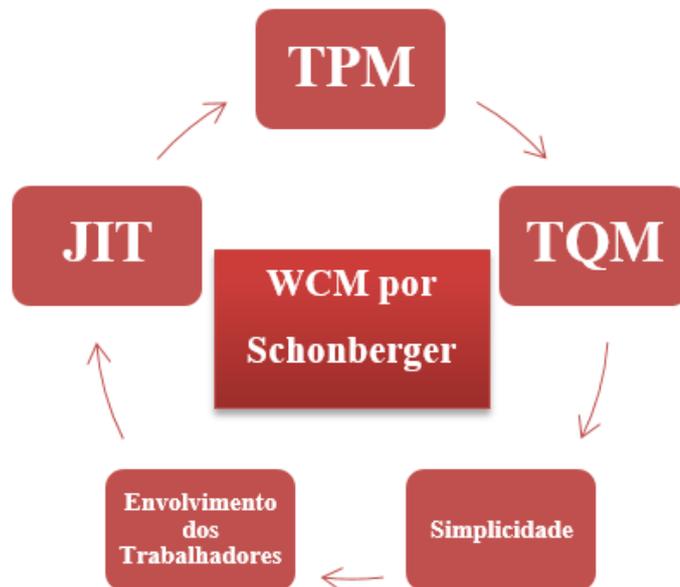
Fonte: Adaptado de De Felice et. al. 2013

Existe a percepção que uma organização considerada de classe mundial, também seria a melhor do mundo, no entanto, muitas organizações se colocam como fabricantes de classe mundial, assim, é preciso notar que fabricação de classe mundial pode se definir por diferentes processos de produção e estratégias organizacionais contanto que todos tenham a flexibilidade como a sua principal preocupação, devendo demonstrar excelente desempenho em produtividade e nas medidas de qualidade, por isso mesmo existem diferentes modelos e

estruturas pensadas por diferentes especialistas para alcançar e sustentar a competitividade através dessa excelência de fabricação (OLIVER et al. 1994; HAYNES, 1999; PRINCIPLES, 2009, FARIAS, VIEIRA, PERETTI, 2012). Alguns desses especialistas são mencionados a seguir:

- a) **Estrutura de classe mundial de Schonberger** (1986) - o objetivo é "melhoria contínua e rápida", a melhoria contínua na qualidade, custo, *lead time*, atendimento ao cliente e flexibilidade levará ao status de "classe mundial" conforme a Figura 4, podendo ser alcançado por qualquer um de dois caminhos paralelos: o da TQC (faça certo na primeira vez) e o da produção JIT (quanto menor o tamanho do lote, melhor), preceitos dominantes no WCM, podendo-se adicionar a manutenção produtiva total (TPM). Schonberger defende que o esforço de WCM deve tornar mais fácil para o marketing vender o produto, caso contrário algo está errado.

Figura 4 - Modelo WCM de Schonberger



Fonte: Adaptado de De Felice et al, 2013 (p13)

- b) **Estrutura de classe mundial de Gunn** (1987) - baseia-se em três abordagens fundamentais na fabricação que podem permitir a um fabricante obter vantagem competitiva para alcançar o status de classe mundial: o fabrico integrado de computadores (CIM), o controle de qualidade total (TQC) e os métodos de produção *just-in-time* (JIT), em que todos devem ser abordados conjuntamente e ao mesmo

tempo sem serem considerados excludentes entre si. Ele sugere uma série de critérios para avaliar o *status* do fabricante e propõe a estrutura de Arthur Young, Manufatura para vantagem competitiva, um quadro que começa com a visão estratégica de uma unidade de negócios no topo, incorporando os objetivos gerais de negócios da unidade, baseada em dois quadros de referência diferentes – um referente aos mercados globais em que o fabricante compete, e o outro é o de seus concorrentes globais e segue para um nível de fabricação integrada principalmente pela função de distribuição.

- c) **Modelo Maskell de Fabricação de Classe Mundial (1991)** – reconhece o termo como muito amplo mas destaca que a fabricação de classe mundial geralmente inclui uma nova abordagem à qualidade do produto, técnicas de produção *just-in-time* (JIT), mudança na forma como a força de trabalho é gerenciada, e uma abordagem flexível às necessidades dos clientes. A finalidade da fabricação de JIT é mudar a produção de modo que o inventário não exigido imediatamente para a produção seja eliminado por mudança do layout, redução dos tempos de preparação da produção, sincronização do processo de fabricação e criação relações mutuamente benéficas com fornecedores, buscando sempre a flexibilidade de produção e de design.
- d) **Modelo Kinni de Fabricação de Classe Mundial (1996)** - caracteriza a fabricação de classe mundial por três estratégias centrais de foco no cliente, qualidade e agilidade, (a capacidade de responder rápida, eficiente e efetivamente à mudança) e seis competências de apoio: envolvimento dos funcionários, gerenciamento de suprimentos, tecnologia e desenvolvimento de produtos, responsabilidade ambiental e segurança dos funcionários e cidadania corporativa.

Atualmente cada organização que procura desenvolver o WCM é certificada por especialistas externos, ocorrendo um sistema de auditoria que consiste em uma avaliação semestral na empresa pela Associação Mundial do WCM (Uma Associação que engloba empresas que aplicam o programa WCM), havendo pontuação para a fábrica, de zero a cem, em que o mais alto nível é o "nível de classe mundial". Cada pilar técnico e gerencial é avaliado em uma escala de 0 a 5 (CORTEZ, 2010).

No entanto até alcançar a estrutura atual, baseada em dez pilares técnicos gerenciais o WCM passou por diversas mudanças promovidas pela Associação Mundial do WCM, assim o termo *World Class Manufacturing* tem adquirido força nos últimos devido a sua importância como arma estratégica (PADDOCK 1993, CORTEZ,2010).

De modo a compreender os fatores que fortalecem e impulsionam a sua aplicação vários autores elaboraram estudos: Svensson E B. Klefsjo (2000), Sohal e Terziowski (2000), Oakland (2001), Sinclair e Zairi (2001), Escrig-Tena (2004), McAdam e Henderson (2004), M., Salaheldin e Eid (2007), Sharma e Ko-dali (2008), assinalam para a necessidade de identificação de fatores críticos que afetam o processo de implementação, analisando suas ferramentas para resolvê-las efetivamente

Conforme De Felice et al (2012) a adoção do WCM parte da intenção das empresas em desenvolver uma filosofia corporativa ou missão para relacionar os objetivos operacionais intimamente entre si. Assim é possível compreender que o termo *World Class Manufacturing* (WCM) direciona para a utilização das melhores práticas de fabricação em termos mundiais.

2.4.2 Aplicação

A base para o WCM, segundo Yamashina (2010) é identificar qual é o problema, identificar qual o tipo de perda recorrente do problema, o método que será adotado e depois controlar os resultados. A abordagem parte de uma "área modelo" da manufatura para então se estender a toda a empresa.

O programa WCM nos moldes atuais foi desenvolvido a partir de 2005 pelo professor Hajime Yamashina da Universidade de Kyoto (também membro da Real Academia Sueca e, em particular, Membro da RSA de Ciências da Engenharia) para o *Fiat Group Automobiles*, reformulando e implementando o modelo através de duas linhas de ação: 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais conforme a Figura 5. Os pilares gerenciais indicam o comprometimento que as pessoas e a organização devem demonstrar durante a aplicação do modelo para auxiliar a alcançar os objetivos dos pilares operativos, enquanto os pilares operativos representam os aspectos relacionados à produção sobre os quais se estruturam uma Manufatura de Classe Mundial (CORTEZ, 2010).

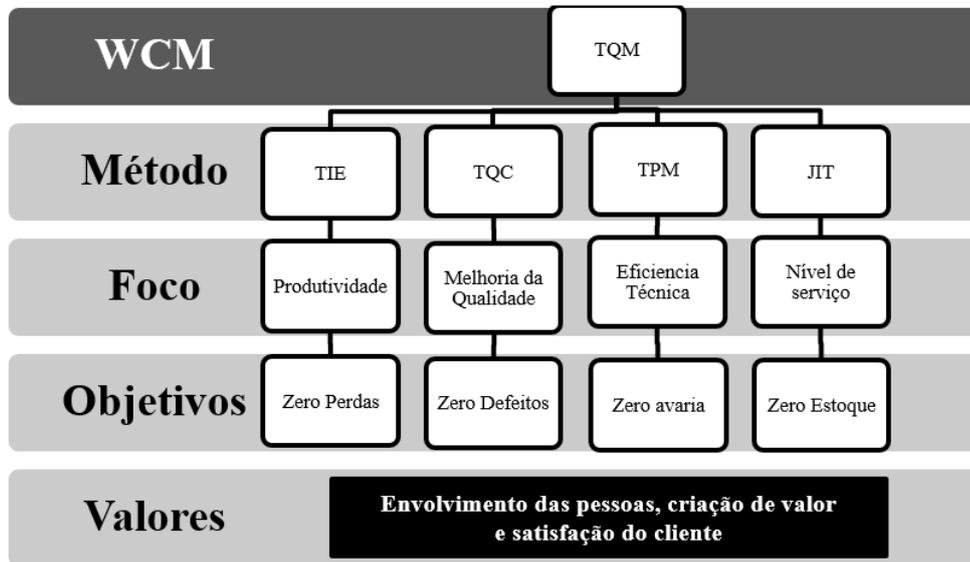
Figura 5 - Pilares do WCM



Fonte: Adaptado de Garberding , 2009

Cada pilar concentra-se numa área específica do sistema de produção e possui seus próprios objetivos a serem implementados pela organização para o desenvolvimento do sistema e utilizando das ferramentas apropriadas para alcançar a excelência global. Conforme a Figura 6, os pilares servem como apoio para a obtenção de padrões de classe mundial e as colunas representam as áreas de atuação necessárias para atingir e manter o objetivo.

Figura 6 - Conceitos do WCM



Fonte: Adaptado de DeFelice et al 2013

Assim os dez pilares que sustentam a manufatura de classe mundial, conforme Yamashina (2010) são: Segurança, desdobramento de custo, melhoria focada, atividades autônomas, manutenção profissional, controle de qualidade, logística e atendimento ao consumidor, gestão preventiva do equipamento, desenvolvimento de pessoas e meio ambiente.

O pilar Segurança ou *Safety* refere-se a melhorar constantemente o ambiente de trabalho e eliminação de atos e condições inseguras que podem causar acidentes, trabalhando com a integridade física e psíquica do operador reduzindo os atos e condições inseguras, analisando e eliminando as causas, desenvolvendo uma atitude preventiva, evitando assim os acidentes, ou quase acidentes. Para tal, é necessário atuar por meio de procedimentos sistêmicos, da observação, análise detalhada e eliminação de todas as causas que geraram ou poderiam ter gerado um acidente dentro da empresa incluindo aqueles de pequena gravidade e os “quase acidentes (YAMASHINA, 2010).

O Desdobramento de Custo ou *Cost Deployment* é o pilar que enfatiza redução de desperdícios e perdas ao converter as perdas (horas de retrabalho, KWh de energia, peças refugadas, falta de material, etc.) dos processos de fabricação em unidade financeira, ou seja, R\$ (reais) por meio de uma comparação das perdas com as suas causas e origens (CHIARINI; VAGNONI, 2015). Para Yamashina (2010), esse pilar é a bússola do WCM, pois norteia todos os outros pilares, sendo responsável em converter todas as perdas com retrabalho,

refugo, falta de material, hora parada de máquina em unidade financeira identificando qual o tipo de perda será atacado. Depois de toda implementação de melhoria esse pilar avalia a economia obtida.

O pilar de Melhoria Focada (*Focused Improvement*) tem como objetivo a redução de grandes perdas apontadas no pilar desdobramentos de custos, com o objetivo de alcançar um resultado em um curto prazo, com grandes vantagens no que tange à redução de custos pelas perdas e desperdícios, assim o pilar elabora um ciclo PDCA para encontrar as causas dos desperdícios e eliminá-las, restaurando ou instaurando um padrão (BAMBER; SHARP; HIDES, 2000; BIASOTTO, 2006).

Atividades Autônomas ou *Autonomous Activities* é o pilar que trata da realização de atividades autônomas dentro da fábrica pelos próprios operadores de modo a colaborar com a manutenção e conservação das máquinas bem como melhorias no próprio processo produtivo de modo que os colaboradores acabam por desenvolver competências (Yamashina, 2010; MURINO et al., 2012). Pode ser dividido em manutenção autônoma e organização dos postos de trabalho: No primeiro o objetivo é prevenir os problemas dos equipamentos e evitar pequenas paradas devido as condições dos equipamentos; No outro busca-se a melhoria da eficiência e da produtividade do setor eliminando atividade que não geram valor, de modo que toda ferramenta fique em uma posição confortável para o operador.

O pilar de Manutenção Profissional (*Professional Maintenance*) abrange atividades para construir um sistema capaz de reduzir a zero as quebras, danos e microparas das máquinas e equipamentos, aumentando o ciclo de vida das máquinas, junto ao pilar de Manutenção Autônoma, restaurando as condições básicas do equipamento e planejando a manutenção preventiva (YAMASHINA, 2010).

O pilar de Controle de Qualidade ou *Quality Control* propõe-se a fabricar produtos sem quaisquer defeitos, através da pesquisa aprimorada da capacidade e controle do processo, diminuindo assim, as reclamações dos clientes e o tempo entre a ocorrência do defeito, detecção e sua correção. Para isso realiza mudanças na lógica de controle de qualidade, atuando não somente nos controles, mas também no processo produtivo, analisando as causas da má qualidade.

Logística e atendimento ao consumidor ou *Logistic and Customer Services* é o pilar que visa produzir um fluxo eficiente, alinhar as variáveis envolvidas no processo e reduzir o estoque e a possibilidade de danos aos produtos; satisfazer de forma completa o cliente final, assegurando que os produtos corretos, na hora certa e na quantidade apropriada (YAMASHINA, 2000). Para que isto aconteça, há uma interdependência grande entre os

pilares devido à necessidade de gerir o fluxo produtivo em conjunto com o sistema de produção, diminuindo estoque e também a possibilidade de danos aos produtos.

O pilar de Gestão Preventiva de Equipamento (*Early Equipment Managment*) garante que, ao adquirir um equipamento novo, a empresa compre uma máquina que seja igual ou superior à que já está instalada na fábrica, assim aumenta o ciclo de vida dos equipamentos e desenvolver projetos em conjunto com os pilares de manutenção autônoma e profissional. Nesse pilar é necessária a participação das pessoas envolvidas no gerenciamento como mecânicos e a integração com fornecedores para o desenvolvimento de melhores equipamentos. Assim é possível criar uma lista de verificação (*check-list*) das fases dos projetos, fornecendo como resultado máquinas capazes de garantir: zero defeito; zero acidente, custo mínimo do equipamento, tempo de construção do equipamento reduzido, mais flexibilidade (atender vários modelos e vários clientes diferentes), mínima movimentação de material, facilidade das operações; zero poluente ao meio ambiente, confiabilidade e facilidade de manutenção.

Desenvolvimento de Pessoas ou *People Development* é o pilar que atua na eliminação dos erros humanos, identificando quais são os motivos que estão levando as pessoas a cometerem estes erros (Yamashina 2010). Assim esse pilar identifica e organiza treinamento das ferramentas necessárias para os grupos de projetos para desenvolvimento de melhorias bem como para desenvolver o conhecimento (pensar) e as habilidades (fazer) que possibilitem a redução das perdas no processo e também desenvolvendo o potencial do capital intelectual da empresa (BIASOTTO, 2006).

Traduzido como Pilar de Meio Ambiente o *Enviroment* é o pilar que assegura o atendimento às legislações de meio ambiente, se empenhando na redução dos riscos de impacto ambiental rumo ao ambiente classe mundial de zero emissão e fortificando a imagem da empresa perante seus colaboradores. Assim trabalha para racionalizar o uso dos recursos naturais e materiais (BIASOTTO, 2006; FARIA, VIEIRA, PERETTI, 2012).

Yamashima (2010) ressalta que é justamente a integração desses pilares que contribui na redução das perdas no processo produtivo.

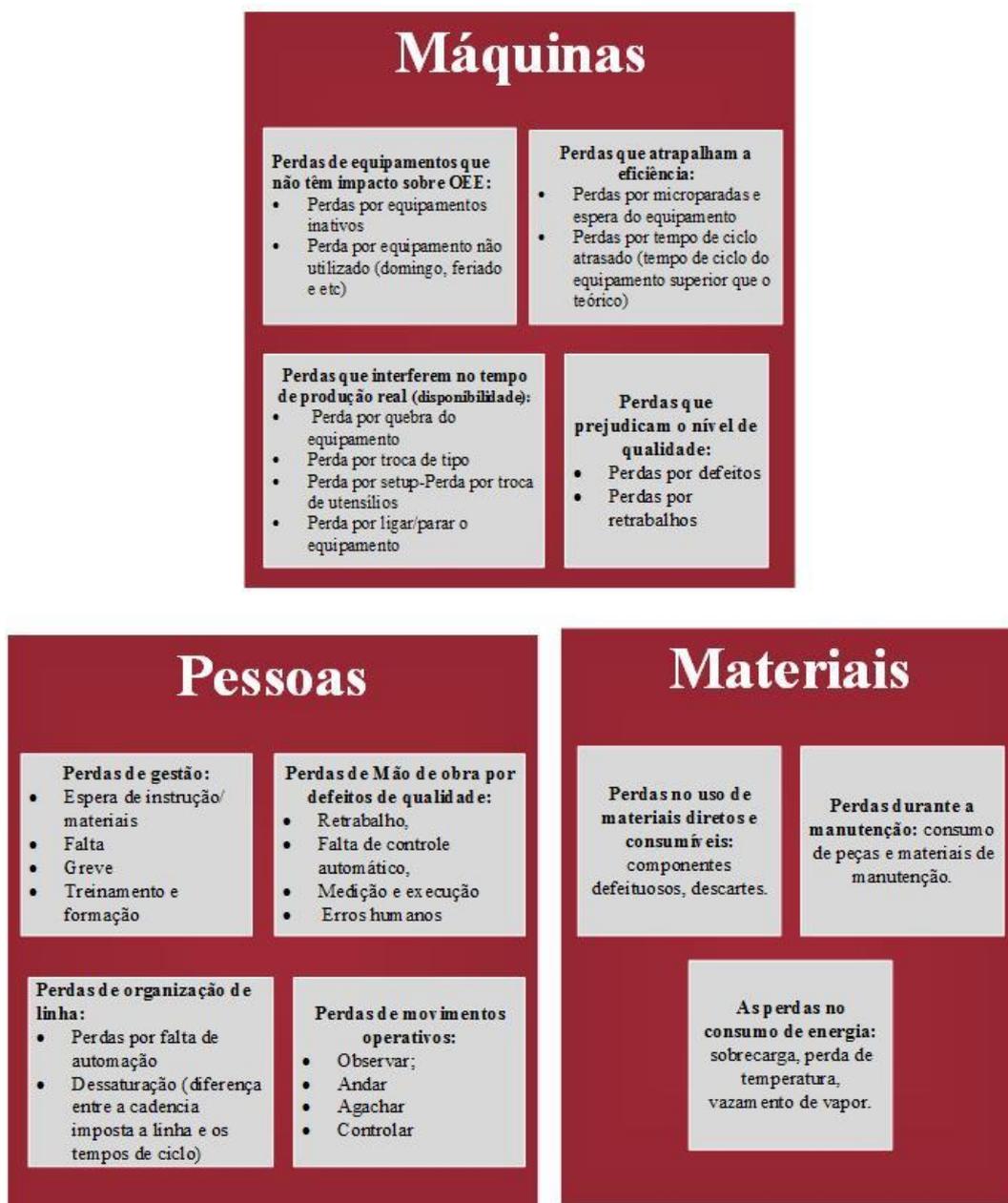
2.4 Pilar de Desdobramento de Custo

O WCM é desenvolvido em sete etapas para cada pilar e os passos são identificados em três fases: reativa, preventiva e proativa. Portanto dentro dos pilares da WCM, estabelecem-se diretrizes como normas de padronização de produtos, de relação com

fornecedores, disposição de materiais na fábrica, busca de nível zero de acidentes de trabalhos, eliminação de desperdícios, entre outras diretrizes; iniciando as atividades pelo pilar de desdobramento de custos, até chegar em qual a maior perda e como esta perda será atacada prioritariamente.

As perdas e desperdícios que ocorrem durante a execução de um processo de produção podem ser alocadas, de acordo com Yamashina (2000) em vários setores tais como máquinas, pessoas e materiais, citadas na Figura 7.

Figura 7 - Perdas



Fonte: Adaptado de Yamashina (2000)

O *Cost Deployment* determina a individualização do que é uma perda e um desperdício, e realiza sua medição e distinção em perda causal ou resultante por meio da relação das perdas e desperdícios com as suas causas de raiz e orienta para seleção do melhor método para eliminação desta, avaliando os custos da atividade da remoção e do melhoramento da *performance* (YAMASHINA, 2000; MASSONE, 2007). Essa estrutura é demonstrada na Figura 8.

Figura 8 - Pilar desdobramento de custos



Fonte: Adaptado de Fiat, 2012.

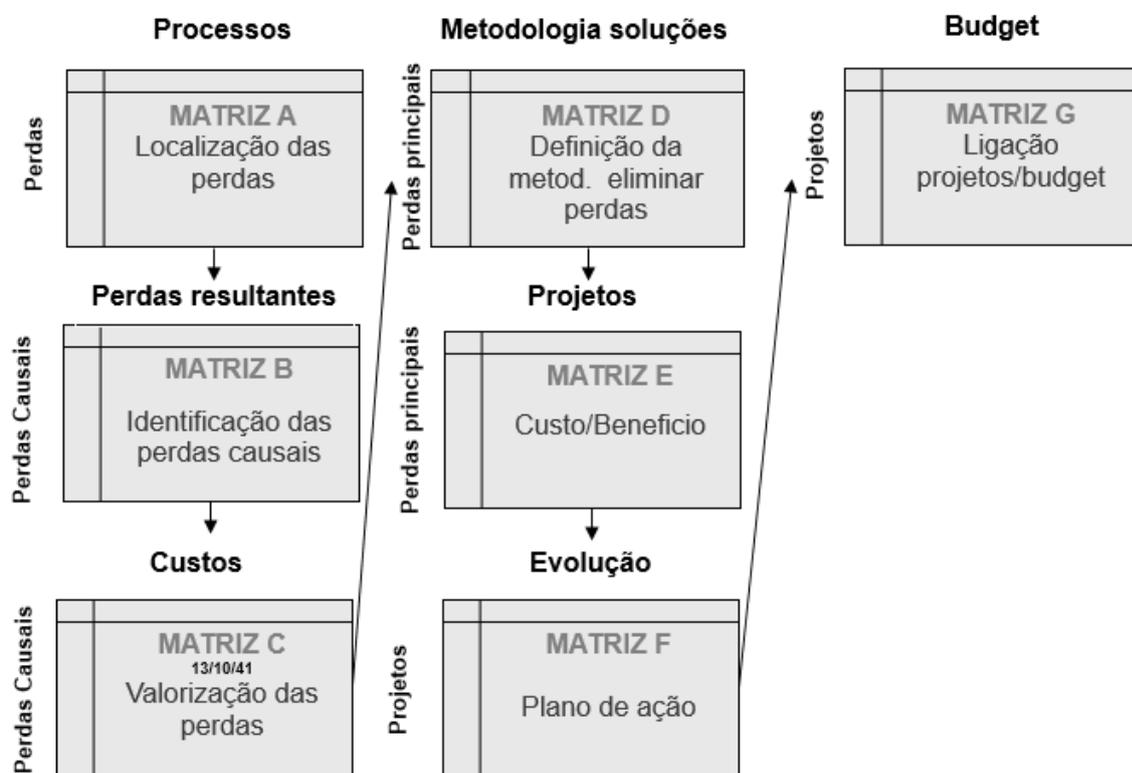
A importância do Desdobramento de Custo para o WCM consiste na ligação introduzida por este pilar entre a individualização das áreas a serem melhoradas e os resultados das melhorias de desempenho obtidos através da aplicação dos demais pilares técnicos do WCM (MASSONE, 2007). O pilar de desdobramento de custos orienta para a definição dos programas de melhorias de maior impacto de maneira sistemática, assegurando a colaboração entre a produção e o planejamento e controle (YAMASHINA, 2000) através:

- a) do estudo de reações entre os fatores de custo e os processos que geram desperdícios e perdas de vários tipos;
- b) da busca da relação entre redução de perdas e desperdícios, e redução dos custos correspondentes;

- c) da verificação da disponibilidade (ou não) de *know-how* para reduzir o desperdício e as perdas;
- d) do estabelecimento de uma priorização dos projetos seguindo as prioridades encontradas na análise de Benefícios/Custos;
- e) do monitoramento contínuo do progresso e dos resultados de melhoria verificados.

A Figura 9 demonstra a lógica de aplicação do Desdobramento de Custo em um percurso de sete etapas afirmadas por Silva et al. (2013).

Figura 9 - Percurso Lógico do Desdobramento de Custo



Fonte: Adaptado de Yamashima (2000).

As etapas 1 a 4 são atividades preparatórias que estabelecem prioridades de modo a aumentar a eficácia das atividades das etapas 5 a 7 que seriam atividades com valor agregado. Senso assim as etapas são:

Etapa 1 – Identificar Custos de Transformação: A partir dos custos totais do estabelecimento de processamento e da análise da sua estrutura e composição, são quantificados os custos totais de transformação e atribuídas as metas de redução de custos.

Etapa 2 – Individualizar Qualitativamente as Perdas: São identificados as perdas e desperdícios de forma qualitativa e baseando-se em medições prévias, colocando-os nos seus devidos processos, gera-se a Matriz A - Perda/Processo;

Etapa 3 – Separação das perdas: É feita a separação das perdas causais das resultantes através da identificação da relação entre elas, gerando-se a Matriz B - Causal/Resultante;

Essas três primeiras etapas calculam e quantificam as perdas dos dados orçamentados, dos custos implantados e dos dados operacionais.

Etapa 4 – Calcular os custos de Perdas e desperdícios: A dimensão das perdas e desperdícios individualizados são transformados em custos, traduzindo-se em valores reais produzindo-se a Matriz C - Custos/ Perdas;

Etapa 5 – Identificar Know-How necessário para redução das perdas e desperdícios: São identificadas as metodologias, isto é, pilares do WCM, a serem implementados, com a finalidade de remover as causas raiz das perdas e desperdícios e, tal como estabelecido na priorização anterior obtendo-se a Matriz D - Perdas/Métodos;

A quarta e quinta etapas definem o plano de projetos ao elaborar o programa de poupança através da sobreposição de economias em termos de custos e impactos para a melhoria em relação as metas.

Etapa 6 – Estimar Custos de Projetos de Melhoria: São estimados os custos de implementação dos projetos esperando a remoção das causas raiz e a obtenção de benefícios em termos de redução de custos (Matriz E – Benefício/Custo);

Etapa 7 – Implementação e Monitoramento dos projetos de melhoria: São implementados os planos de melhoria através da recolha dos resultados sendo estes monitorizados mensalmente para dar a entender a sua evolução ao longo do ano.

Os passos sexto e sétimo garantem a elaboração de relatórios e acompanhamento dos resultados de forma a analisar a evolução mensal do desempenho operacional e no cálculo da poupança de custos e de melhorias.

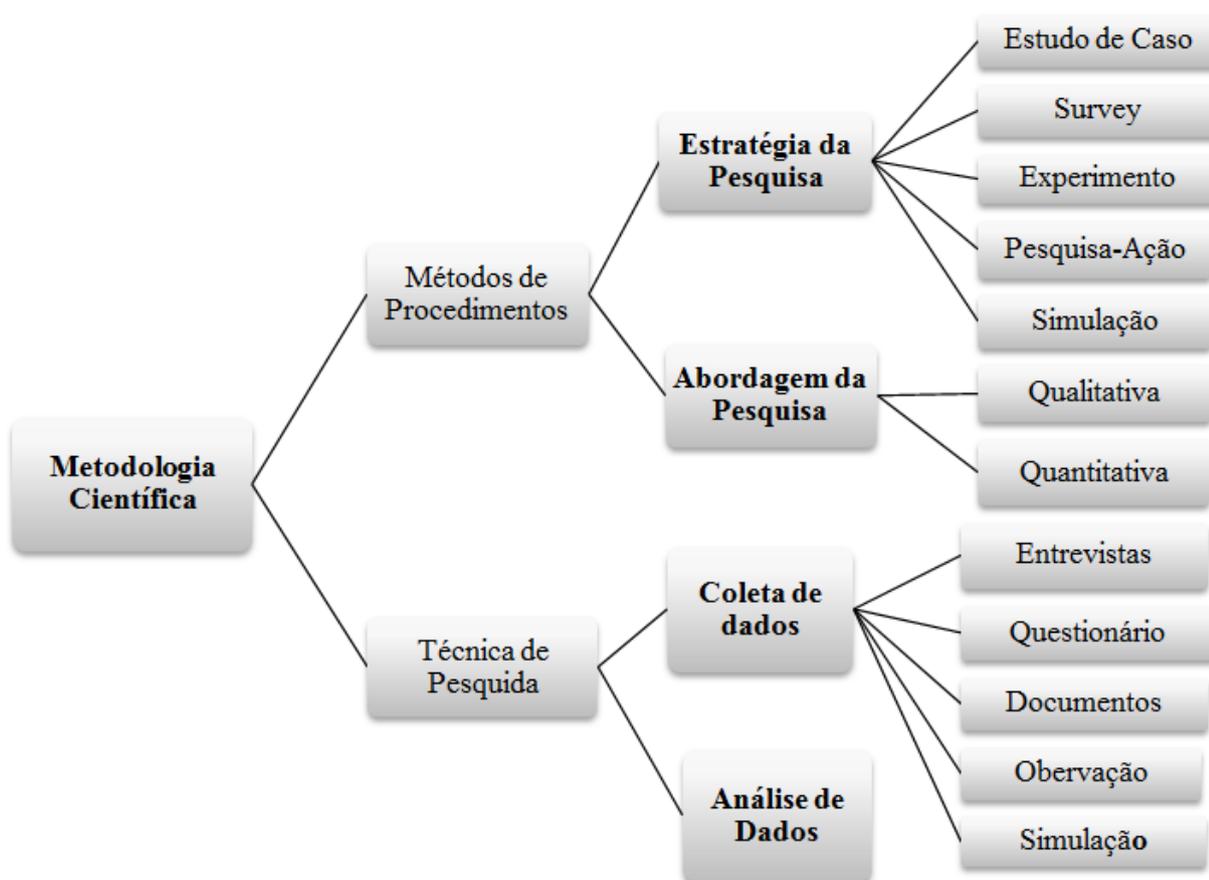
Esse processo pode levar de três meses a um ano, podendo ultrapassar a esse período de acordo com as dificuldades de implementação Yamashina (2000). Após a conclusão da etapa 7, as atividades do *Cost Deployment* devem recomeçar no passo 5, novamente levando em consideração a matriz A dos custos e das perdas, com a finalidade de selecionar outras perdas que não foram evidenciadas antes por causa da falta de recursos, má apreciação, entre outros aspetos. Este procedimento permite que essas novas perdas sejam atacadas com outros novos projetos de melhoria.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para haver ciência é necessário que haja uma metodologia científica composta de atividades sistemáticas e racionais de modo a obter de maneira confiável soluções para um determinado problema, suprimindo assim as necessidades de embasamento adequado para um estudo. (LAKATOS E MARCONI, 1995).

Dessa forma entende-se que em uma pesquisa é necessário buscar a melhor abordagem de pesquisa a ser utilizada, pois a forma com que o observador interage com o ambiente pesquisado para a detecção dos problemas ou para a proposição de soluções, a maneira como formula hipóteses, adquire e processa os dados é norteado por métodos e técnicas específicas (GAMBI, 2011; HERNANDES, 2011). A metodologia científica é uma composição de técnicas e métodos como indicado por Ruy (2002), no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Técnicas e Métodos de Pesquisa



Fonte: Adaptado de Ruy, 2002

3.1 Classificação da Pesquisa

Devido às pesquisas diferirem uma da outra existe a necessidade de previsão e provisão e recursos de acordo com a sua especificidade. Assim rotular a pesquisa torna-a capaz de conferir maior racionalidade as suas etapas de execução o que pode significar menor tempo de execução, maximização dos recursos e resultados mais satisfatórios (GIL, 2010).

De acordo com Silva e Menezes (2005), existem várias formas de classificar a pesquisa, no entanto toda pesquisa deve ser classificada de acordo com os critérios: natureza da pesquisa, forma de abordagem do problema, procedimentos técnicos e objetivos. Este estudo se caracteriza como um estudo de caso, com pesquisa aplicada, exploratória e qualitativa.

A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos a serem aplicados na prática, abrangendo estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem. Possui como característica entender, explicar e solucionar problemas por meio de teorias já formuladas envolvendo verdades e interesses locais (MAYS e POPE, 1996; MATTAR, 1996).

Segundo Belhot (2004) a pesquisa qualitativa não necessita a declaração de hipótese que guie o estudo, diferente da quantitativa, e raramente se testa hipóteses, mas prioriza-se a identificação de padrões e associações geram novas ideias, novas hipóteses indutivas. Fonseca (2002) indica a pesquisa qualitativa quando se enfoca mais na interpretação do objeto, na importância do contexto do objeto estudado e quando existe proximidade do pesquisador em relação aos fenômenos estudados, além do uso de várias fontes de dados.

A Pesquisa Exploratória busca proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, possuindo um planejamento mais flexível ao considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado (GIL 2010).

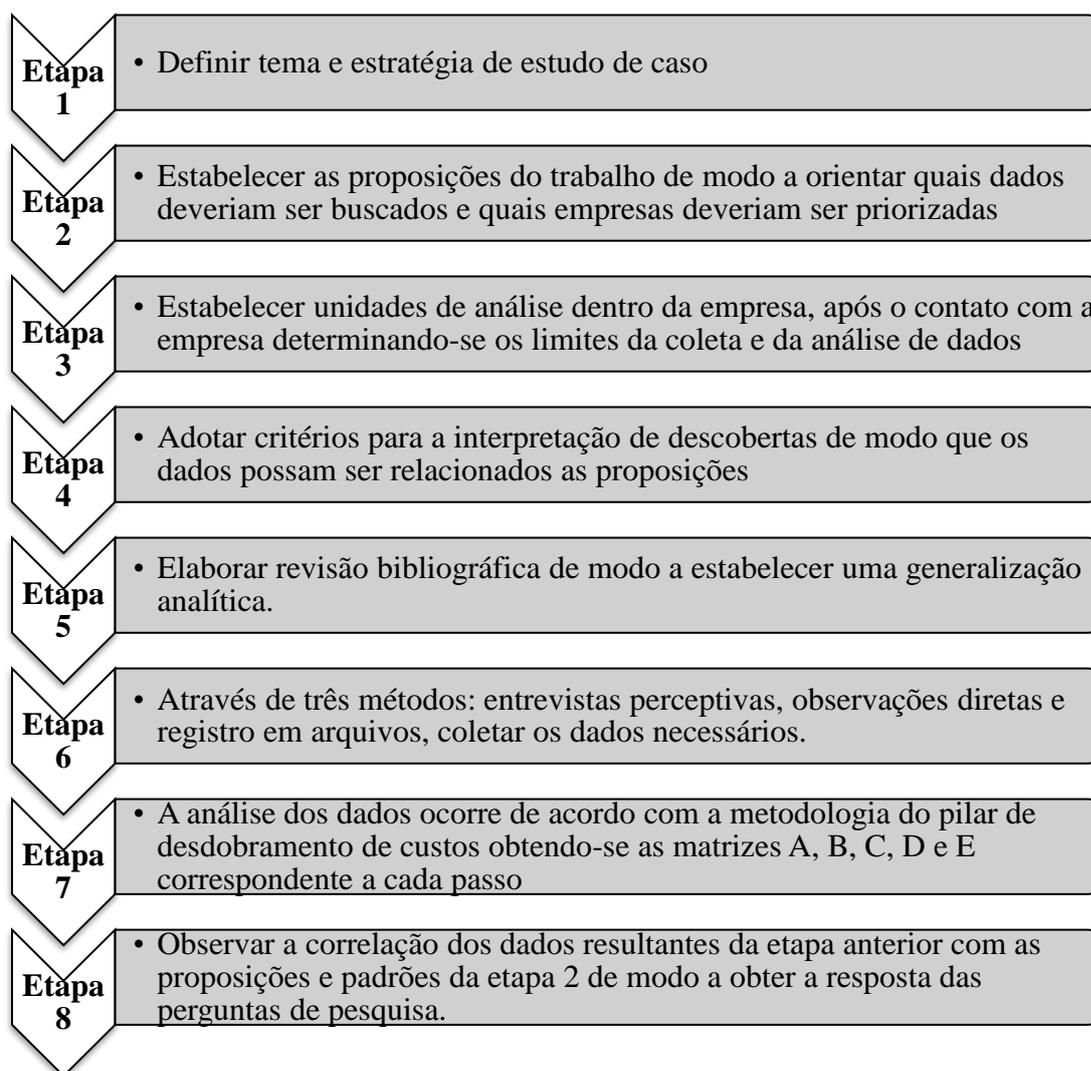
Dentre os métodos típicos de procedimentos para uma pesquisa qualitativa, segundo Nakano e Fleury (1996) são: estudo de caso, pesquisa-ação, além de observação participante. Miguel (2007) destaca o estudo de caso como um dos métodos mais utilizados nas pesquisas da área de engenharia de produção e operações. O estudo de caso único é indicado para o estudo de casos críticos, para testar uma teoria, para um caso raro ou único, ou em que o propósito é a revelação. (YIN, 2001; VOSS, TSIKRITSIS e FROHLIC, 2002).

3.2 Procedimentos

Para Bryman (1989), os métodos de procedimentos devem ser pensados como uma estrutura e orientação geral para investigação.

Assim esse trabalho buscou a generalização dos dados seguindo uma orientação de "generalização analítica", no qual se utiliza uma teoria previamente desenvolvida como modelo com o qual se deve comparar os resultados do estudo de caso. Essa teoria se refere aos princípios da produção enxuta aplicados através da metodologia WCM, cuja aplicabilidade será testada. As etapas desta pesquisa estão no Fluxograma 2.

Fluxograma 2 - Procedimentos da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.3 Método de análise dos dados

Em um estudo de caso, análise e interpretação dos dados é um processo que se dá simultaneamente a coleta de dados, conforme Gil (2010) indica uma das maneiras de conferir credibilidade a pesquisa é fazer a triangulação dos dados, que consiste em confrontar a informação obtida por uma fonte com as outras, além de se prezar pela representatividade dos participantes da pesquisa, da qualidade dos dados e a obtenção de feedback dos participantes.

Assim foram realizados os seguintes métodos nessa pesquisa:

- a) Foram realizadas inúmeras entrevistas perceptivas com os funcionários do PCP, qualidade e painel, seguida por observações diretas no processo produtivo de modo a identificar problemas;
- b) Foram elaborados fluxogramas e quadros de problemas e perdas;
- c) Através de registro de arquivos foram analisados dados de custo do período de setembro de 2016 a novembro de 2016;
- d) Foi necessária entrevista perceptiva para estabelecer a percentagem de estrutura de custo devido a imprecisão da estrutura de custeio da empresa;
- e) Os dados foram triangulados por meio da elaboração das Matrizes do desdobramento de custo e suas estratificações;
- f) As matrizes foram analisadas sequencialmente conforme a metodologia WCM.

4. COLETA DE DADOS

A utilização de três táticas para coleta de dados tem o objetivo de aumentar a validade do constructo e permitindo uma triangulação de métodos que confere maior confiabilidade ao estudo (YIN, 2001). Desse modo a coleta de dados deste trabalho foi realizada através das técnicas:

- I. Registro de arquivos: observação dos documentos da empresa, como estrutura de custos e custos do período estudado para realização do primeiro passo do desdobramento de custo, registros de quebras.
- II. Entrevistas perceptivas com os colaboradores e diretoria para compreender melhor os processos e estabelecer a correlação das perdas causais e resultantes da Matriz B.
- III. Observação direta: observação do chão-de-fábrica, do fluxo de matérias e informação e relacionamentos interpessoais, procurando identificar perdas e problemas;

Desse modo obteve-se um extenso banco de dados de informações tanto teóricas quanto numérica que foram organizados nos próximos tópicos.

4.1 Mercado de Alimentação Animal

Apesar do recuo do PIB brasileiro previsto pelo Banco central (Focul,2016) o PIB do agronegócio avançou 2,45% durante o primeiro semestre de 2016, as perspectivas para sua contribuição econômica na cadeia produtiva “do campo à mesa” resultaram na previsão de movimentação financeira não apenas por vetores básicos como milho, soja, café, leite e ovos, mas também por meio de insumos como fertilizantes, defensivos, combustíveis, medicamentos e consumo de rações que poderá alcançar mais de R\$ 167 bilhões (ZANI, 2016). O desempenho do setor de alimentação animal no primeiro semestre de 2016 é mostrado na Tabela 2, conforme se observa o mercado de rações cresceu 3,2 % em 2016, principalmente os setores para aves e suínos, que cresceram respectivamente 3,9% e 6%.

Tabela 2 - - Setor de Alimentação Animal 2016/01

(Produção de rações, milhões de tons)

SEGMENTOS	jan a jun 2015	jan a jun 2016*	%
AVES	18,7	19,4	3,9
FRANGOS CORTE	16,1	16,8	4,2
POEDEIRAS	2,58	2,63	2,0
SUÍNOS	7,5	7,9	6,0
GADO	3,8	3,6	-5,1
LEITE	2,5	2,4	-5,5
CORTE	1,24	1,18	-4,3
CÃES E GATOS	1,19	1,22	2,4
EQUINOS	0,299	0,296	-1,1
AQUACULTURA	0,52	0,55	4,9
OUTROS	0,36	0,37	0,3
TOTAL RAÇÕES	32,3	33,3	3,2

Fonte: Sindicacões.

No entanto, conforme menciona Zani (2016), o aumento nas cotações do milho, soja e conseqüentemente do farelo, reduziu a rentabilidade das indústrias do setor de alimentação animal, pois o repasse nos preços das rações compensou apenas parte do custo adicional. O setor produtor de aves e suínos reconheceu que pode haver recuo na demanda de *commodities* por causa da desaceleração na atividade produtiva das granjas e abatedouros, aliada a escassez do milho e a retração do varejo que disponibiliza proteína animal. Estes fatores demonstram a necessidade na redução de custos de produção para sobreviver a este momento de turbulência econômica.

O contexto da região da Grande Dourados ainda envolve certa particularidade para as empresas do setor de alimentação animal. Desde a criação, em 2005, do Departamento de Fiscalização de Insumos Pecuários (DFIP) pelo MAPA, a inspeção e fiscalização dos produtos de uso veterinário e destinados à alimentação animal ficou mais rígida ocasionando a interdição e até encerramento das atividades de muitas indústrias do setor na região da Grande Dourados. Essas empresas não foram capazes de atender os requisitos que devem ser observados pelos fabricantes em relação às boas práticas de fabricação, comercialização, registro e fiscalização estabelecidos respectivamente pela instrução normativa nº 04/2007

(Anexo C), pelo decreto nº 6.296/2007(Anexo D) e pelas instruções normativas nº 29/2010 (Anexo E) e nº 51/2011 (Anexo F) (SORIO, 2012).

Sório (2012) menciona que as ações do DFIP atendem a crescente preocupação da sociedade em relação ao uso prudente de antimicrobianos e à segurança de alimentos bem como a vigência da qualidade dos variados tipos de carne, importantes como produto de exportação nacional. Esses fatores permitiram que as poucas empresas de alimentação animal restantes na região da Grande Dourados angariassem maiores fatias do mercado, mas que também estivessem atentas a qualidade.

4.2 Caracterização

A empresa estudada iniciou suas atividades agropecuárias em 1997 na cidade de Dourados (MS) tendo como base e princípio o consumo da produção da propriedade agrícola dos acionistas, além de absorver a produção de terceiros, sendo transferida em 1998 para a cidade de Vicentina (MS) devido à centralização do município em uma região produtora e posicionamento em um corredor de escoamento de cereais e, gerando facilidade logística, por estes fatores a área comporta o complexo fabril, sede comercial e administrativa até hoje.

A empresa atua no ramo de fabricação de ingredientes, rações e suplementos minerais e comércio atacadista de cereais e leguminosas beneficiados. A empresa possui uma localização estratégica centralizada em uma região de alta produção agrícola com oferta de grãos em quantidade, qualidade e custo acessível, sendo capaz de atender clientes do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso, Pará, Roraima e a região centro-sul de Mato Grosso do Sul, possuindo o diferencial de um atendimento integral, desde o fornecimento à entrega a domicílio para o cliente e uma infraestrutura completa em um mesmo complexo que compreende a recepção, o beneficiamento e o armazenamento de cereais, a movimentação e monitoramento do processo de fabricação das matérias primas.

A missão da empresa é ser reconhecida pela solidez e credibilidade, contribuindo para a evolução do agronegócio, atendendo as expectativas do mercado, a rentabilidade de todos os envolvidos e a sustentabilidade socioambiental. A visão da empresa consiste em produzir alimentos de qualidade, atuando com responsabilidade na busca da satisfação das necessidades presentes e futuras da sociedade, gerando resultados eficientes que promovam com segurança o crescimento econômico e social de todos os envolvidos respeitando o meio ambiente e valorizando o ser humano.

A alta administração é familiar e conta com um diretor-presidente, representante da direção/comercial e diretor de produção, sendo os demais funcionários não familiares, contando assim com 27 funcionários, possuindo em linha em torno de noventa e quatro produtos.

Os principais clientes são lojas de suplementos agrícolas, produtores e criadores e os principais fornecedores são produtores da região que vendem principalmente milho e soja a granel, e empresas de alimentícias fornecedoras de milho quebrado (quilera), farelos de arroz, soja e trigo e casca de soja entre outros elementos. Os principais concorrentes são empresas do mesmo ramo da região da Grande Dourados, embora atualmente cada concorrente tenha se especializado em um setor da alimentação animal, por isso, o principal temor concentra-se em novos entrantes do mercado.

Embora a alimentação de animais seja contínua, a demanda é influenciada por períodos de chuva e estiagem devido a qualidade das pastagens. Para lidar com a sazonalidade da matéria prima, a empresa possui opções de fornecedores em outras regiões, além de muitas vezes aproveitar a estrutura da cerealista para armazenar maiores quantidades de grãos, ou simplesmente comprando os grãos armazenados na mesma de algum dos produtores clientes da empresa, essa possibilidade do cliente se tornar fornecedor estreita as relações com os mesmos tornando a empresa prioridade para muitos produtores da região, em último caso há a possibilidade da substituição por outra matéria prima semelhante, nesses casos existe alteração da rotulagem e informe ao cliente da substituição.

A diretoria reconhece a ocorrência de problemas em vários setores como: falta de conhecimento da capacidade da fábrica e da realidade do processo produtivo atual após todas as modificações que foram recentemente feitas em virtude das adequações exigidas pela MAPA, recorrentes problemas com lançamento de pedidos repentinos havendo falta das matérias primas necessárias ou a parada de produção de um pedido para atender um “novo entrante”, além das constantes quebras na fábrica de ração e atraso na entrega de produtos.

Em virtude de tais fatores e do interesse da empresa em crescer e conquistar estabilidade observou-se a oportunidade de apresentar a engenharia de produção (até então desconhecida pela empresa apesar de seus esforços na busca por conhecimento adequado), bem como uma metodologia que orientasse a empresa onde iniciar as melhorias, bem como entender a estrutura dessas perdas, ou seja, a correlação entre as perdas, os custos e a oportunidade de melhoria demonstrando dados que baseiem o processo de tomada de decisão da alta gerencia.

4.3 Processo Produtivo

A empresa funciona de segunda a sábado em dois turnos alternados de 8h, exceto no sábado quando há apenas um turno, comercializando em torno de 80 produtos que estão cadastrados junto ao Órgão Oficial Competente e abrangem rações para aves, suínos, caprinos, ovinos, coelhos, equinos bovinos e suplementos minerais. O gargalo do processo costuma ser o ensaque por levar de 25 a 40 minutos para o ensaque de 2 t, considerado o lote de produção.

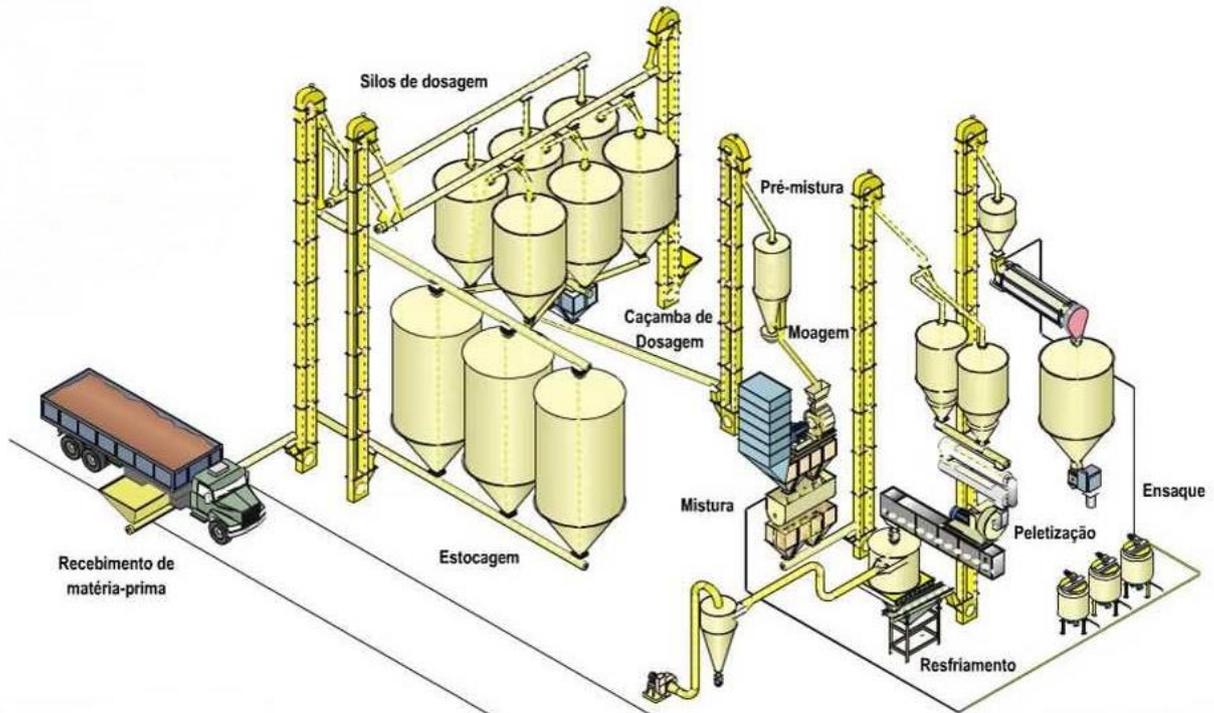
A área da empresa é subdividida e identificada em:

- Fábrica de Rações;
- Fábrica de Suplementos Minerais;
- Cerealista;
- Desativadora de Soja.
- Setor de Garantia de Qualidade e Laboratório;
- Setor de Classificação;
- Almoxarifado;
- Refeitório;
- DML - Depósito de Materiais de Limpeza;
- Setor Administrativo;
- Sanitário/vestiários dos colaboradores;
- Sanitário/vestiário de motoristas.

Mas os setores observados na pesquisa compreendem apenas Fábrica de Rações, Fábrica de Suplementos Minerais; Setor de Garantia de Qualidade (excluindo o laboratório), Setor de Classificação (relacionado as embalagens e armazéns) e o Setor Administrativo;

A produção se inicia com o responsável do PCP emitindo a Ordem de Produção dos produtos a serem fabricados, com as informações de Número da Ordem de Produção; Nome, quantidade, lote e categoria (modelo) do produto a ser produzido; Nome, lote e quantidade das matérias-primas a serem utilizadas e informando a necessidade de limpeza da linha considerando a Grade de Sensibilidade e a programação da produção/dia. A produção ocorre conforme o Figura 10 e os principais processos observados neste estudo são descritos a seguir:

Figura 10 - Produção de ração peletizada/farelada



Fonte: Ferraz, extrusão e peletização de ração, 2013.

- a) **Recebimento e pesagem:** As matérias-primas a granel são descarregadas nas moegas de abastecimento da Fábrica de Rações, sendo transferidas das Moegas, através de Elevador, para as Tulhas de Armazenagem, permanecendo até o momento de serem utilizados, ou diretamente para o Silo de Dosagem, seguindo para a Balança de Dosagem com pesagem automática, e para o Silo de Pré-Moagem, através de Elevador. Este procedimento é feito utilizando-se dos dispositivos do Quadro de Comando. Do Silo Pré-moagem as matérias-primas a granel seguem para o Moinho, onde ocorre a moagem. Do Moinho é encaminhado ao Silo Pulmão.
- b) **Preparação de Núcleos Minerais:** As matérias-primas ensacadas, utilizadas na fabricação de Sal Mineral são separadas e pesadas em Balança de Dosagem. Os micros minerais, previamente separados e pesados na Sala de Núcleos, são adicionados na Balança, seguindo, através de elevador, para o Misturador Horizontal. Após esse processo, a mistura segue para o Silo de Ensaque e em seguida, para a Balança de Ensaque, sendo embaladas por categorias de produtos e apresentação de 25 e 30 kg, passando pela Balança de Conferência da pesagem.

c) **Mistura:** na janela de inspeção do equipamento Misturador Horizontal, são adicionadas as matérias-primas ensacadas, núcleos minerais, premix e aditivos. Os premix e aditivos são separados e pesados na Sala de Núcleos, assim como núcleos minerais. Após o processo de mistura, as Rações podem seguir duas linhas distintas: Ração Farelada ou Ração Peletizada..

- Ração Farelada: segue do Misturador Horizontal para a Tulha de Ensaque.
- Ração Peletizada: segue do Silo Pulmão da Peletizadora para a Peletizadora 01 e 02. Após a peletização o produto pronto é transportado para o Resfriador. Do Resfriador, a Ração Peletizada segue para a Tulha de Ensaque ou Silo Granel.

d) **Ensaque:** As rações produzidas, tanto peletizada quanto farelada, seguem da Tulha de Ensaque para a Balança de Ensaque, sendo embaladas em embalagens por categorias de produtos e apresentação de 05, 10, 25, 30 ou 40 kg, seguindo a conferência de pesagem. As rações expedidas a granel seguem do Silo Granel direto para expedição.

e) **Rotulagem:** As rações ensacadas são identificadas com etiqueta adesiva impressa, em conformidade ao RTPI – Relatório Técnico de Produto Isento de Registro. As rações a granel são identificadas com rótulo, em conformidade ao RTPI – Relatório Técnico de Produto Isento de Registro, anexado a nota fiscal de venda.

f) **Armazenamento de Produtos Acabados:** As rações ensacadas são acondicionadas em paletes na Área de Armazenamento de Produto Acabado, sendo identificadas com o nome do produto, data e lote de fabricação e prazo de validade. As rações a granel são armazenadas no Silo Granel.

g) **Expedição:** As rações ensacadas são liberadas para expedição por ordem de carregamento, seguindo para o embarque, o qual é realizado através de carregamento do caminhão por Dala Transportadora, ou direcionado para venda direta no varejo. As rações a granel seguem o mesmo procedimento das ensacadas diferindo, apenas no

embarque, o qual é realizado através de carregamento do caminhão por fita/correia transportadora. Os veículos de transporte são submetidos à inspeção das condições de transporte, sendo verificada a limpeza e conservação, e presença de agrotóxicos, produtos químicos, proteção da carga e etc.

Por meio de observação direta de tais processos pelo período de três meses acompanhado de entrevistas perceptiva foram identificados os problemas do Quadro 5 segundo os critérios a seguir:

- Recorrência mínima semanal durante os meses observados;
- Problemas acarretando custos monetários maiores que cem reais para correção ou necessidade de hora extra;
- Problemas com mínimo ou nenhum procedimento estruturado de correção ou mitigação.

As questões abordadas nas entrevistas perceptiva estavam sempre voltadas para identificar se os problemas se encaixavam nesses critérios, foram elas:

- Esse “fato” aconteceu dentro de um período próximo (uma semana ou menos)?
- Esse tipo de problema ocorre sempre que a produção (ou demanda, ou recebimento de pedido ou carga) tem esse comportamento?
- Quem é responsável por resolver esse tipo de problema?
- Quem resolveu esse tipo de problema? Foi eficaz?
- Porque essa ação foi necessária?
- Porque esse problema ocorreu (Aplicação dos cinco porquês)

5. ANÁLISE E DISCULSSÃO DOS DADOS

5.1 Primeira Etapa – Identificação Dos Custos De Transformação

O primeiro passo para a aplicação do pilar de desdobramento de custos foi a identificação dos custos de transformação e definição da meta de redução de custos e por fim dividir os custos de transformação entre os processos para identificar as áreas chaves.

Na empresa em estudo foram apurados os custos de transformação conforme a Tabela 3, contemplando a mão de obra direta (MOD) se tratando dos funcionários do chão de fábrica,

os custos de manutenção terceirizada relacionados principalmente a mecânicos especializados, o “almoxarifado de manutenção” que se refere aos custos de aquisição de peças e componentes para a realização de manutenção pelo mecânico da própria empresa, as necessidades de operação que contemplam procedimentos que são requeridos para a operação da empresa englobando questões de boas práticas de fabricação e por fim os custos indiretos como água e energia elétrica.

Nota-se uma certa oscilação de custos entre os meses, os custos mais baixos do mês de outubro estão relacionados a uma menor aquisição de equipamentos para a produção e um certo esforço para evitar os horários de pico de energia, o período das 19h até as 21h em que se é cobrado uma taxa extra pelo uso da energia por indústrias.

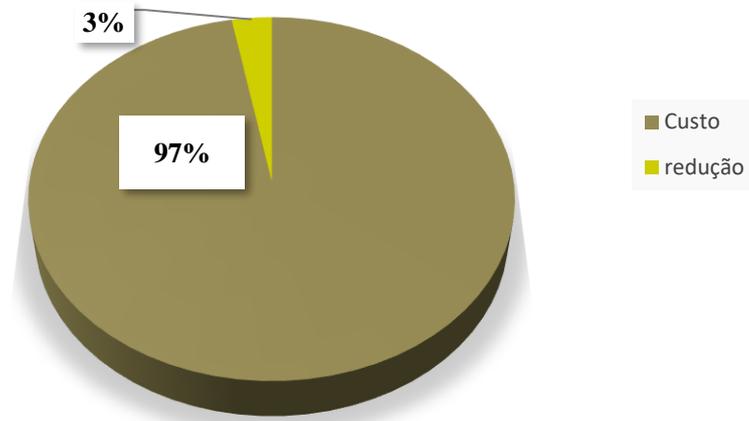
Tabela 3 - Custos de Transformação

Custos de Transformação	Set	Out	Nov	Total	Meta de redução de 3% dos custos Trimestral
Mão de obra direta	R\$ 62.176,72	R\$ 44.122,36	R\$ 37.912,24	R\$ 144.211,32	
Depreciação	R\$ 9.702,22	R\$ 9.631,25	R\$ 9.702,22	R\$ 29.035,69	
Necessidades de Operação	R\$ 6.399,70	R\$ 487,00	R\$ 44.017,70	R\$ 50.904,40	
Energia Elétrica	R\$ 64.341,65	R\$ 37.635,62	R\$ 41.886,81	R\$ 143.864,08	
Água	R\$ 2.458,59	R\$ 634,00	R\$ 148,36	R\$ 3.240,95	
Almoxarifado de Manutenção	R\$ 4.366,06	R\$ 2.582,36	R\$ 0,00	R\$ 6.948,42	
Manutenção terceirizada	R\$ 13.514,44	R\$ 7.060,04	R\$ 21.490,62	R\$ 42.065,10	
CUSTO	R\$ 162.959,38	R\$ 102.152,63	R\$ 155.157,95	R\$ 420.269,96	R\$ 12.608,10

Fonte: Dados da empresa

Indica-se a análise dos custos do período de um ano completo, no entanto devido a dificuldades com o sistema de dados da empresa será avaliado apenas o período trimestral em que o processo foi acompanhado. A meta de melhoria para o trimestre foi definida pela diretoria em 3% conforme se observa no Gráfico 1, considerando que geralmente a meta de melhoria anual fica entre 6% e 10% (Yamashima,2000). Esses 3% correspondem a uma economia de 12.608,10 R\$ no período de três meses.

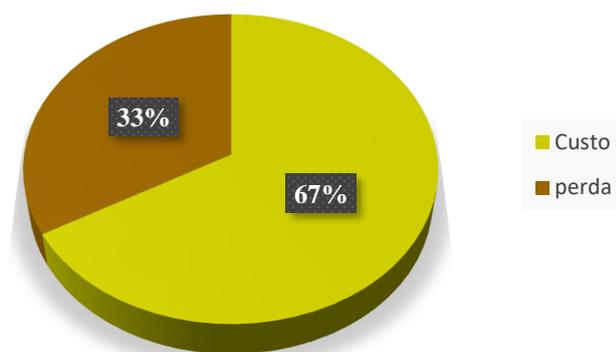
Gráfico 1 - Meta Trimestral de redução de Custos em relação ao Custo Total de Transformação.



Fonte: Dados da Pesquisa

A partir da Tabela 3 obteve-se o Gráfico 2, no qual se observa o custo das perdas em relação aos custos totais da empresa, foram considerados perdas os gastos de hora-extra, aquisição de peças para manutenção, multas e reembolsos devido a qualidade do produto que estavam contabilizados junto aos custos de transformação. Percebe-se que 33% dos custos totais estão relacionados ao custo ocasionado por perdas, ou seja, um custo desnecessário pelo qual o cliente tem que pagar ou que a empresa deixa de lucrar.

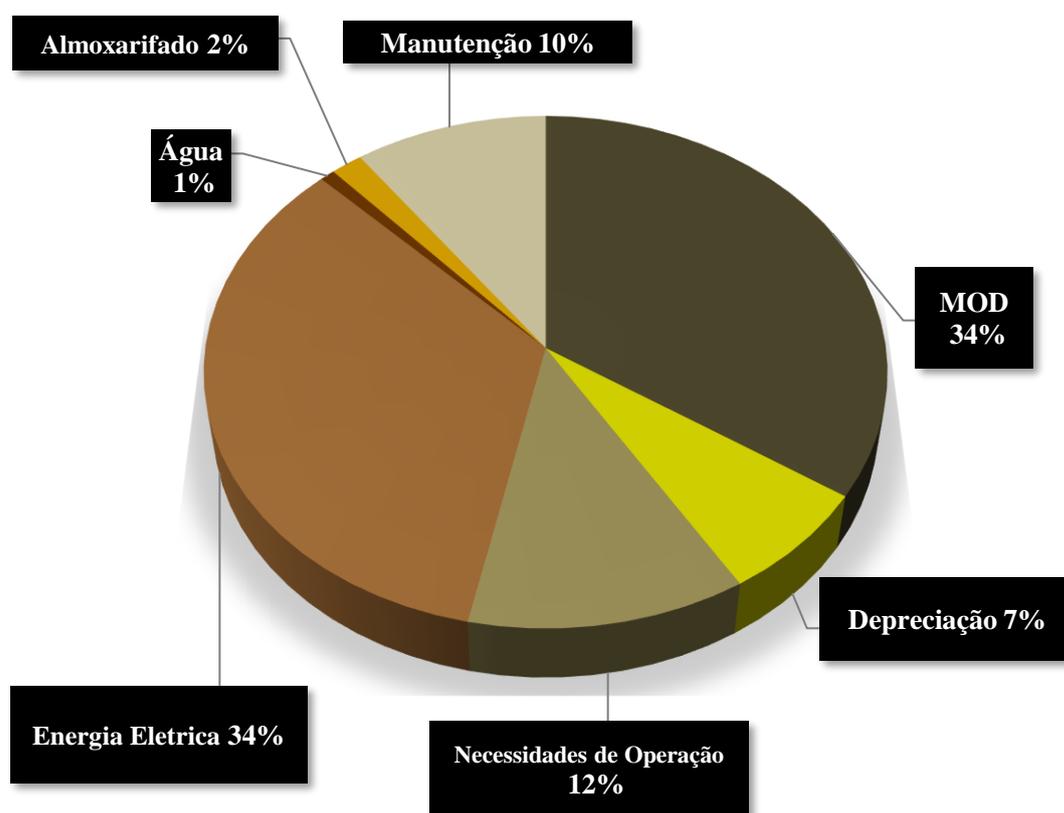
Gráfico 2 - Porcentagem dos custos relacionada as perdas



Fonte: Dados da Pesquisa

No Gráfico 3 demonstra-se a representatividade de cada um dos centros de custo, sendo possível notar que mão de obra e energia elétrica são os principais causadores de custos para a produção. Ambos os custos costumam ser justificados pelo trabalho extra que necessita ser feito quando não se consegue atingir a produção necessária ou quando se tem uma entrega urgente. No entanto a aplicação desse estudo investigou a fundo a causa de cada uma das perdas nem sempre correspondendo com o paradigma dos colaboradores.

Gráfico 3 - Estrutura de Custos da empresa em estudo

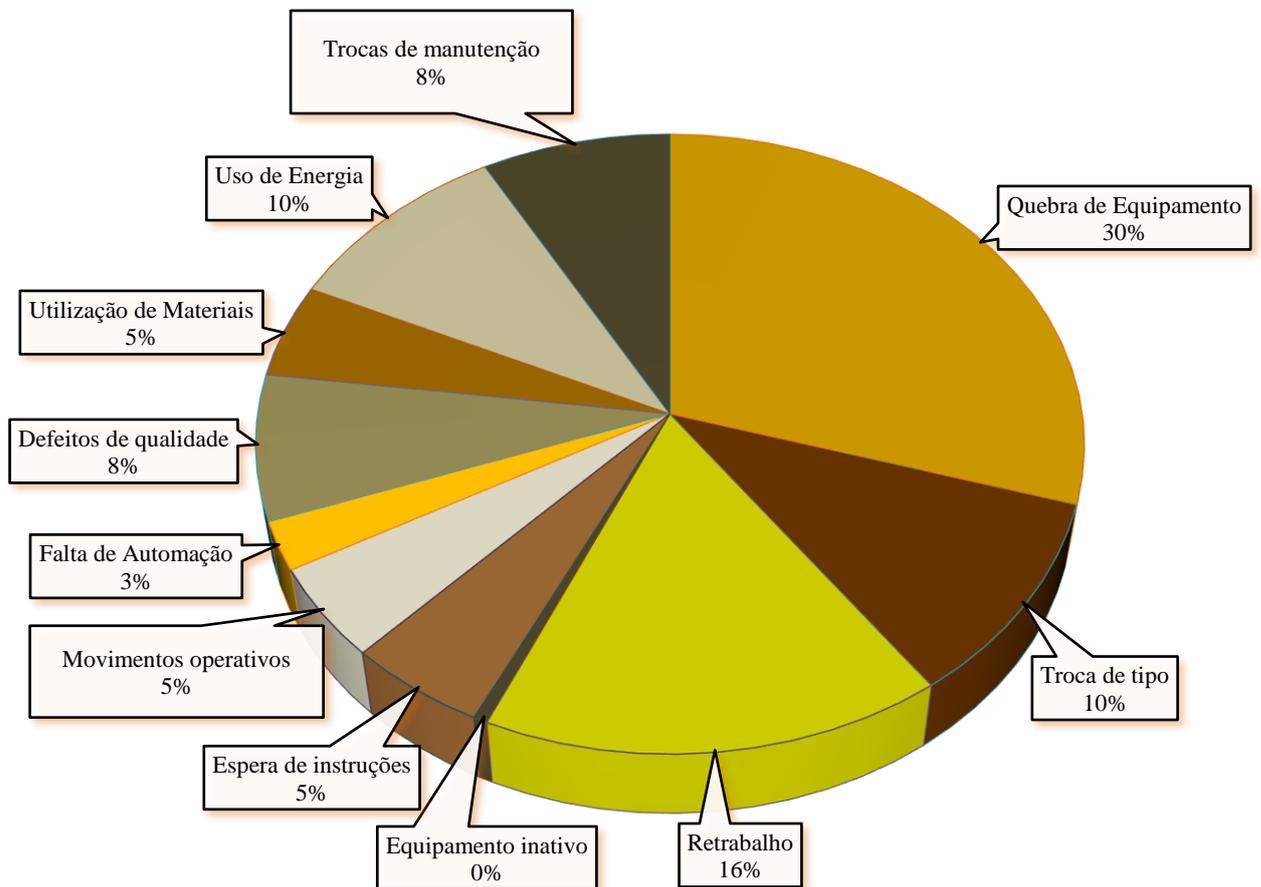


Fonte: Dados da Pesquisa

A partir dessa estrutura é possível alocar esses custos de transformação aos processos. A melhor maneira de saber o quanto desses custos são responsabilidades de cada perda é por meio de dispositivos de controle e mensuração, como essa tecnologia não está disponível na empresa foi atribuído apenas porcentagens de acordo com discussão com a diretoria e

contabilidade, conforme a primeira tabela do Anexo I, assim obteve-se os custos relacionados a cada tipo de perda conforme a segunda tabela do Anexo I que foram utilizados na construção do Gráfico 5.

Gráfico 4 - Custos Alocados



Fonte: Dados da Pesquisa

Assim foram elencados os custos das principais perdas, conforme o Gráfico 4, que ocorrem no processo de forma geral. No Gráfico 4 observa-se que quebras de equipamentos, retrabalho e troca de tipo são as perdas mais caras ao processo produtivo do ponto de vista direto, ou seja, sem atribuir as implicações indiretas como por exemplo as horas extras necessárias devido à quebra do equipamento.

5.2 Segunda Etapa – Individualizar Qualitativamente As Perdas

O segundo passo do Desdobramento de Custos trabalha com uma abordagem qualitativa, indicando onde as perdas identificadas na primeira etapa se situam nos processos e subprocessos da fábrica, classificando sua ocorrência em elevadas (vermelho), significativas (amarelo) e mínimas (verde) a partir da Matriz A, conforme o Quadro 3. Essa alocação de perdas nos processos necessita da experiência dos funcionários envolvidos e informações do gestor e com base nisso foram atribuídos pesos representativos no Quadro 3, para facilitar o manuseio da Matriz A.

Quadro 3 - Cores da Classificação

Influencia	Não presente	0
	Mínima	1
	Significativa	2
	Elevada	3

Fonte: Yamashina (2000)

Como na primeira etapa os custos foram atribuídos de maneira geral de acordo com o tipo de perda para o processo como um todo, na segunda etapa começa-se a aproximar-se mais da realidade da fábrica ao indicar mais precisamente cada perda dentro dos setores e dos processos.

Assim antes da elaboração da Matriz A foi feito um levantamento dos problemas de cada setor da empresa mediante preenchimento de questionário do Anexo D, página pelos colaboradores do chão de fábrica e observação direta do processo produtivo, assim foram inicialmente identificados os problemas do Quadro 4, identificando-se sua frequência e a causa atribuída de acordo com a opinião inicial dos colaboradores. Observou-se que em praticamente todos os casos não havia indivíduo definido para ações de correção ou mesmo procedimentos padrões estabelecido, ficando sempre a critério de quem a diretoria encarregasse, tratando-se apenas de medidas corretivas após a ocorrência do problema

Quadro 4 - Problemas identificados

Problemas Identificados	Frequência	Causa
Entrada não programada de pedidos	Diariamente	Clientes prioritários com pedidos de última hora
Atraso na entrega dos produtos	3 vezes semanais	Ração não estava ensacada ou produzida
Alteração das ordens de produção depois de impressão	Diariamente	Mudança de estratégia da diretoria
Dados do sistema pouco reais	Diariamente	Arranjos errôneos de notas de saída

Excesso de ureia em alguns tipos de ração	1 vez por semana	Mudança recorrente da formulação
Núcleos fora do padrão	Diariamente	Falta de inspeção
Utensílios danificados	3 a 4 vezes por semana	Uso intenso
Procedimentos padrões não cumpridos	Diariamente	Falta de comprometimento e instrução
Erros dos funcionários	Sempre	Falta de treinamento
Ração apodrecendo com pouco tempo de produzida	1 a 2 vezes por semana	Problemas no resfriamento
Diferenças nas pesagens	Diariamente	Balanças não aferidas
Contaminação da ração (por outro tipo de ração)	1 a 2 vezes por semana	Procedimentos errados
Quedas de energia	2 a 3 vezes por semana	Mau tempo e sobrecarga de energia
Sujeira e desorganização	Diariamente	Atividade intensa para realizar os 5S
Quebra das máquinas	3 a 4 vezes por semana	Falta de planos de manutenção
Perda de etiquetas e embalagens	3 a 4 vezes por semana	Erros e troca de produção
Vazamentos	3 a 4 vezes por semana	Problemas estruturais
Falta de comunicação do painel com o processo	Diariamente	Problemas estruturais
Paradas por linha congestionada	3 a 4 vezes por semana	Sequenciamento de produção ineficiente
Resíduos sem destinação	Diariamente	Problemas estruturais
Caixas vazias no início do processo	3 a 4 vezes por semana	Falta de funcionário
Paradas não programadas	2 a 3 vezes por semana	Quebras, queda de energia
Falta de espaço de armazenagem de produto acabado	Diariamente	Estratégia da diretoria
Ausência dos funcionários	3 a 4 vezes por semana	Desmotivação e falta de comprometimento
Sobrecarga de alguns funcionários	Diariamente	Má distribuição das funções

Fonte: Dados da pesquisa

Após o este procedimento de levantamento de problemas, cada um deles foi relacionado a uma das perdas de acordo com a literatura de Yamashima, ocorrendo que alguns problemas ocasionavam mais de um tipo de perda obtendo-se o Quadro 5. Após sua elaboração, o Quadro 5 foi revisado e corrigido pelo responsável de PCP, que melhor entende o processo de maneira global.

Quadro 5 - Preparação para Matriz A: problemas de cada setor e suas perdas

Setor	Problemas Identificados	Tipo de Perdas
PCP	Entrada não programada de pedidos	Perda por troca de tipo de ração e das matrizes
	Atraso na entrega dos produtos	Perda por tempo de ciclo atrasado
	Sequenciamento de produção pouco eficiente	Dessaturação da linha por mau planejamento
	Alteração das ordens de produção depois de impressão	Espera de instrução e materiais
	Dados do sistema pouco reais	Falta de controle automático
Qualidade	Excesso de ureia em alguns tipos de ração	Retrabalho e Defeito da ração
	Ausência de inspeção e controle dos componentes dos núcleos	Erros humanos e defeito na dosagem de núcleos
	Utensílios danificados	Micro paradas
	Procedimentos padrões não cumpridos	Setup por procedimentos padrões ignorados
	Funcionários não capacitados	Treinamento e formação
	Ração apodrecendo com pouco tempo de produzida	Defeito
	Balanças não aferidas	Setup de balanças não aferidas
Contaminação da ração (por outro tipo de ração)	Defeito	
Manutenção	Quedas de energia	Equipamento inativo por queda de energia
	Sujeira e desorganização	Micro paradas
	Quebra das máquinas	Perda por quebra e trocas
	Perda de etiquetas e embalagens	Retrabalho e Setup e uso de materiais
	Vazamentos	Tempo de ciclo e uso de materiais
Produção	Falta de comunicação do painel com o processo	Movimentos operativos
	Paradas por linha congestionada	Equipamento inativo
	Resíduos sem destinação	Uso de materiais
	Caixas vazias no início do processo	Tempo de espera do equipamento
	Necessidades de Horas-extras	Tempo de ciclo atrasado
	Paradas não programadas da linha por congestionamento	Dessaturação por linha congestionada
	Falta de espaço de armazenagem de produto acabado	Dessaturação na estocagem
RH	Alta taxa de absenteísmo	Falta
	Desmotivação dos funcionários mais especializados	Erros humanos de medição e execução
	Sobrecarga de alguns funcionários	Erros humanos

Fonte: Dados da Pesquisa

A Matriz A foi elaborado considerando os processos produtivos: Painel de Controle, Pesagem, Moagem, Mistura, Dosagem, Peletização, Fabricação de Núcleos, Armazenamento em Tulha da ensacadora ou silo, Preparação de embalagem, Ensaque e Estocagem, gerando o Quadro 6. A Matriz A teve suas cores atribuídas mediante a opinião dos funcionários chave do processo: os responsáveis pelo Painel, Ensaque, PCP, Vendas e Diretoria. Esses colaboradores preencheram o documento que consta em Anexo F, mediante o sigilo das respostas, assim a Matriz A é resultado das médias das respostas arredondadas para cima.

Quadro 6 - Matriz A- Perdas/Processos

Matriz A - Perdas/ Processos													
Cód.	PERDAS	Panel de Controle	Pesagem	Moagem	Mistura	Dosagem	Peletização	Fabricação de Núcleo	Armazenagem - Tuiha ou Silo	Preparação de embalagem	Ensaque	Estocagem	Σ
14	Equipamento inativo devido a quedas de energia	2	2	3	2	2	3	3	0	1	2	0	20,0
18	Perda por quebra das máquina	0	1	3	2	1	3	3	0	3	3	0	19,0
1	Perda por alteração na programação da produção	3	1	1	1	1	1	2	0	3	3	3	19,0
3	Dessaturação devido ao mau planejamento	3	1	1	1	1	2	3	1	0	3	3	19,0
10	Microparadas por utensílios danificados	0	2	0	0	3	2	2	2	2	3	2	18,0
11	Setup por procedimentos padrões ignorados ou inexistentes	2	1	2	0	2	2	3	0	0	3	3	18,0
16	Perda por troca de tipo de ração	3	0	1	0	1	2	3	1	3	2	0	16,0
28	Tempo de ciclo atrasado gerador de hora-extra	2	1	1	1	1	2	3	0	2	3	0	16,0
1	Tempo de ciclo atrasado devido aos desperdícios de ração	0	1	2	1	1	2	2	2	2	2	0	14,0
6	Retrabalho de Ração	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	0	14,0
32	Perdas de execução e monitoramento	2	0	0	2	3	2	2	0	0	3	0	14,0
29	Dessaturação devido a linha congestionada	3	0	3	0	0	3	0	0	0	3	2	14,0
25	Equipamento inativo devido a linha congestionada	3	1	3	1	3	3	0	0	0	0	2	14,0
24	Perdas em movimentos operativos para transmitir informação	3	0	0	0	2	0	2	0	2	2	2	13,0
26	Perda no uso de materias por gerar resíduo sem destinação	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	2	12,0
4	Espera de instrução e materiais	0	2	0	0	0	3	0	0	2	3	0	12,0
15	Microparadas devido a desorganização e sujeira	0	0	0	0	2	0	3	2	2	0	3	12,0
30	Dessaturação na estocagem	2	0	0	0	0	0	2	3	0	2	3	12,0
33	Erros humanos por sobrecarga	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	3	12,0
2	Perda por tempo de ciclo atrasado	0	3	0	0	0	0	2	0	0	3	3	11,0
27	Tempo de espera da tuiha de armazenagem (vazia)	3	2	2	0	0	2	0	0	0	2	0	11,0
23	Desperdício no uso de materiais devido a vazamentos	0	0	3	1	0	2	2	2	0	0	0	10,0
13	Setup de balanças não aferidas	0	2	0	0	0	2	3	0	0	2	0	9,0
8	Erros Humanos na dosagem de núcleos	0	0	0	0	2	3	3	0	0	1	0	9,0
5	Falta de controle automático	1	2	0	0	2	0	0	0	0	3	0	9,0
7	Defeito da Ração	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	2	8,0
12	Falta de Treinamento e formação dos colaboradores	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	3	8,0
31	Faltas dos colaboradores	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	3	8,0
20	Setup de embalagens danificadas	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	7,0
21	Perda de consumo de materiais (embalagens e rotulos)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	7,0
9	Defeito nos núcleos e minerais	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	0	6,0
17	Perda por troca de tipo de matriz	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	6,0
19	Retrabalho de rótulos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5,0
	Σ	39,00	25,00	29,00	13,00	35,00	40,00	60,00	18,00	38,00	61,00	44,00	

Fonte: Dados da Pesquisa

A partir da Matriz A é possível notar que as perdas que impactam em mais setores e com mais significância são: Equipamento inativo devido à queda de energia, Perda por quebra das máquinas, Perdas por alteração na programação da produção e Dessaturação devido ao mau planejamento. Notou-se ainda que os setores mais afetados pela maioria das perdas são a Fábrica de Núcleos e o Ensaque, seguidos pela Estocagem e Peletização. Uma vez que o ensaque é o processo considerado gargalo para as rações ensacadas e a peletização o gargalo para as rações a granel, nota-se a necessidade das melhorias para diminuir os problemas nos gargalos que tanto seguram a produção.

5.3 Terceira Etapa – Separar Perdas Resultantes e Causais

Embora a Matriz A (Quadro 6) demonstre a significância das perdas para cada setor ainda é necessário identificar se tais perdas são causais ou resultantes, pois em relação a atacabilidade uma perda resultante não é atacável se não conduzir a uma relação com uma perda causal, podendo a perda causal influenciar não apenas em uma perda resultante, sendo, portanto, mais eficiente atuar em perdas causais. Para isso a terceira etapa esquematiza cuidadosamente em três passos essa ligação entre perdas causais e resultantes.

A Matriz a ser elaborada nessa fase é a Matriz B, mas inicialmente elaboram-se a Matriz Preparatória B conforme o Quadro 7, em que apenas são classificadas em Perdas Causais ou Resultantes, e no caso de ser resultante, mas também causar outras perdas como Causal/Resultante. A definição de causa e resultante foi feita em conjunto com os colaboradores do PCP e do Painel por possuírem visão geral do processo e normalmente estarem envolvidos na solução dessas ocorrências.

Assim foram identificadas na Matriz Preparatória oito perdas causais, seis perdas causais/resultantes e dezenove perdas resultantes.

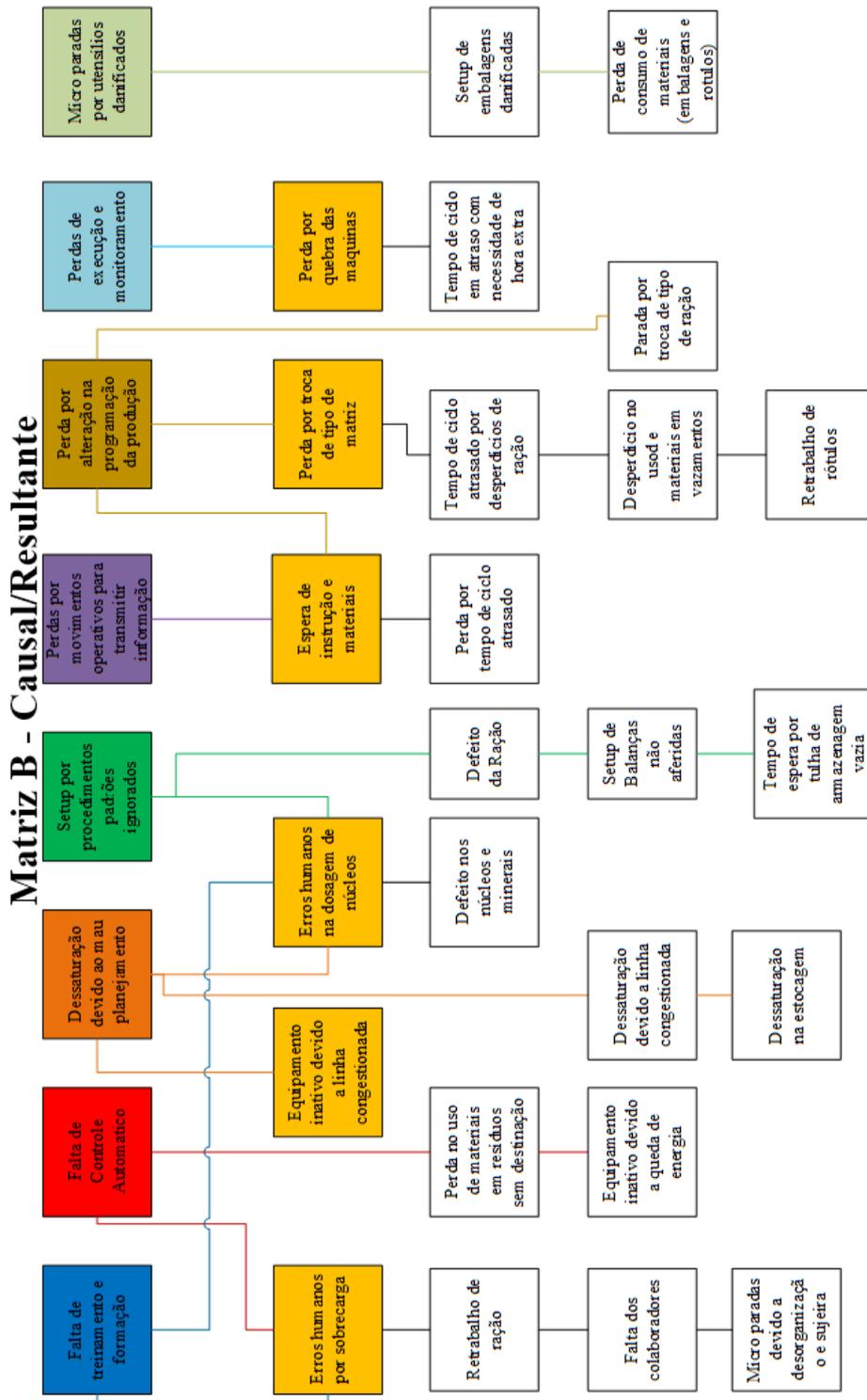
Quadro 7 - Matriz Preparatória de B

MATRIZ Preparatória de B - Tipo de perdas (Causal/Resultante)			
	PERDAS		TIPOS
PCP	1	Perda por alteração na programação da produção	Causal
	2	Perda por tempo de ciclo atrasado	Resultante
	3	Dessaturação devido ao mau planejamento	Causal
	4	Espera de instrução e materiais	Casual/Resultante
	5	Falta de controle automático	Causal
Qualidade	6	Retrabalho de Ração	Resultante
	7	Defeito da Ração	Resultante
	8	Erros Humanos na dosagem de núcleos	Casual/Resultante
	9	Defeito nos núcleos e minerais	Resultante
	10	Microparadas por utensílios danificados	Causal
	11	Setup por procedimentos padrões ignorados ou inexistentes	Causal
	12	Falta de Treinamento e formação dos colaboradores	Causal
	13	Setup de balanças não aferidas	Resultante
Manutenção	14	Equipamento inativo devido a quedas de energia	Resultante
	15	Microparadas devido a desorganização e sujeira	Resultante
	16	Perda por troca de tipo de ração	Resultante
	17	Perda por troca de tipo de matriz	Casual/Resultante
	18	Perda por quebra das máquinas	Casual/Resultante
	19	Retrabalho de rótulos	Resultante
	20	Setup de embalagens danificadas	Resultante
	21	Perda de consumo de materiais (embalagens e rótulos)	Resultante
	22	Tempo de ciclo atrasado devido aos desperdícios de ração	Resultante
	23	Desperdício no uso de materiais por vazamentos	Resultante
Produção	24	Perdas em movimentos operativos para transmitir informação	Causal
	25	Equipamento inativo devido a linha congestionada	Casual/Resultante
	26	Perda no uso de materiais por gerar resíduo sem destinação	Resultante
	27	Tempo de espera da tulha de armazenagem (vazia)	Resultante
	28	Tempo de ciclo atrasado gerador de hora-extra	Resultante
	29	Dessaturação devido a linha congestionada	Resultante
	30	Dessaturação na estocagem	Resultante
RH	31	Faltas dos colaboradores	Resultante
	32	Perdas de execução e monitoramento	Causal
	33	Erros humanos por sobrecarga	Casual/Resultante

Fonte: Dados da Pesquisa

A partir da Matriz Preparatória elabora-se a própria Matriz B, conforme o Fluxograma 3, um esquema que permite visualizar a interdependência entre as perdas lido de cima para baixo.

Fluxograma 3 - Matriz B - Causal/Resultante



Fonte: Dados da Pesquisa.

A Matriz B foi elaborada a partir da análise de qual a origem as perdas resultantes também com a colaboração dos funcionários do Painel e PCP, identificando-se assim que embora algumas perdas não apresentem grande impacto em si, geram uma perda

causal/resultante de grande impacto como percebe-se no Fluxograma 4. Também se percebe a quantidade de perdas resultantes que cada perda causal gera no Quadro 8.

Fluxograma 4 - Detalhe Matriz B



Fonte: Dados da Pesquisa

Quadro 8 - Perdas causais e quantidade de perdas resultantes geradas por cada uma

Perdas causais	Perdas geradas
Perda por alteração na programação da produção	7
Dessaturação devido ao mau planejamento	6
Falta de controle automático	6
Micro paradas por utensílios danificados	2
Setup por procedimentos padrões ignorados ou inexistentes	5
Falta de Treinamento e formação dos colaboradores	6
Perdas em movimentos operativos para transmitir informação	2
Perdas de execução e monitoramento	2

Fonte: Dado da Pesquisa

A matriz B nos levaria a eleger as perdas causais “Falta de treinamento” e “Perda por programação da produção”, pois a atacabilidade de duas perdas causais seria eficiente ao eliminar 13 perdas resultantes, no entanto também é necessário avaliar a criticidade dessas perdas através da estratificação da Matriz B.

A Matriz Estratificada de B em Anexo F, permite interpretar a ligação de uma perda ao especificar exatamente qual perda causal e em qual processo impacta em qual perda resultante e em que processo. Conforme observa-se na Tabela 4, partícula do Anexo F, as perdas foram divididas: na primeira coluna foram elencadas todas as perdas causais incluindo as que são causal/resultante e na primeira linha foram colocadas as perdas resultantes, incluindo as que são causal/resultante. Foram incluídos os setores mais afetados por cada perda de acordo com a Matriz A (Quadro 6), sendo incluídos apenas os que apresentaram classificação vermelha, tanto para as perdas causais quanto para as resultantes.

Tabela 4 - Partícula da Matriz Estratificada B

RESULTANTE CAUSAL		PCP				
		2. Perda por tempo de ciclo atrasado			5.Falta de controle automatico	
		Pesag.	Ensaq.	Estoc.	Ensaq.	
PCP	1. Perda por alteração na programação da produção	Painel		x		
		Embal.				
		Ensaq.			x	x
		Estoc.				
	3. Dessaturação devido ao mau planejamento	Painel	x	x		x
		Nucleo				
		Ensaq.	x		x	
		Estoc.			x	
	4. Espera de instrução e materiais	Dosag.				
		Ensaq.		x	x	x
5.Falta de controle automatico	Ensaq.		x	x		

Fonte: Dados da Pesquisa

A seguir foi-se analisado junto aos funcionários qual a relação de uma perda em determinado processo na coluna com outra perda em outro processo na linha, por exemplo: A perda por alteração na programação da produção ocorrida no painel ocasiona ou colabora para a geração de perda de tempo por ciclo atrasado no ensaque? Se sim marca-se essa intersecção com o símbolo “x”.

Na Matriz B estratificada nota-se quais perdas causais mais geravam perdas resultantes e em quais setores através da contagem de “x” em cada, foi elencado também o processo em que a perda causal é mais ampla. Assim obteve-se 375 relações totais entre as perdas causais e resultantes, dentre as quais pode-se seleccionar as que mais tiveram relações conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - Número de relações que cada perda causal apresenta em relação as perdas resultantes

Perdas Causais	Relações
Perda por quebra das máquina	59
Perda por alteração na programação	45
Dessaturação devido ao mau planejamento	44
Equipamento inativo devido a linha congestionada	39
Setup por procedimentos padrões ignorados ou inelistentes	37
Erros humanos por sobrecarga	33
Erros Humanos na dosagem de núcleos	21
Perdas de elecução e monitoramento	20
Falta de Treinamento e formação dos colaboradores	17
Espera de instrução e materiais	15
Falta de controle automatico	14
Perda por troca de tipo de matriz	12
Perdas em movimentos operativos para transmitir informação	12
Microparadas por utensilios danificados	7

Fonte: Elaborado pela Autora

A diretoria escolheu abordar as perdas de no mínimo 20 relações, dessa forma as perdas em branco serão desconsideradas para as próximas matrizes, o que não significa que essas perdas são pequenas, mas apenas que as outras estão níveis muito superiores e precisam ser priorizadas, caso fosse do interesse da diretoria todas poderiam ser consideradas.

Foi possível avaliar então quais processos (em que ocorrem perdas causais) existe maior número de relações, isso significa que a perda nesse processo tem grande impacto e por isso geram muitas perdas resultantes, na Tabela 5 se notou que o ensaue e o painel de controle aparecem em praticamente todas as perdas e com um número alto de relações, indicando esses processos como cruciais.

Tabela 5 - Relações entre perdas causais e resultantes em relação aos processos

Perdas Causais	Relações	Setores	Relações
Perda por quebra das máquinas	59	Ensaq.	20
		Nucleo	12
		Embal.	12
		Moag.	8
		Peletz.	7
Perda por alteração na programação	45	Painel	22
		Embal.	11
		Ensaq.	10
		Estoc.	2
Dessaturação devido ao mau planejamento	44	Painel	21
		Ensaq.	12
		Nucleo	6
		Estoc.	5
Equipamento inativo devido a linha congestionada	39	Painel	18
		Ensaq.	17
		Peletz.	11
		Moag.	10
Setup por procedimentos padrões ignorados ou inelistentes	37	Ensaq.	16
		Nucleo	15
		Estoc.	6
Erros humanos por sobrecarga	33	Nucleo	11
		Dosag.	10
Erros Humanos na dosagem de núcleos	21	Painel	13
		Nucleo	8
		Estoc.	7
		Embal.	5
, Perdas de execução e monitoramento	20	Ensaq.	13
		Dosag.	7

Fonte: Dados da Pesquisa.

É importante apontar a forte inter-relação entre essas três matrizes, sendo muito comum notar na Matriz de estratificação que uma perda inicialmente entendida como causal é na verdade resultante e vice-versa, não significando incompetência dos envolvidos, um dos objetivos dessas três matrizes nessa etapa é realmente testar as impressões sobre o processo e suas perdas, nem sempre o que parecia obvio no início é a verdade, embora seja trabalhoso, o caminho correto é corrigir, desde a Matriz A, quantas vezes o grupo de avaliadores considerar necessário até que a relação seja a mais fiel possível.

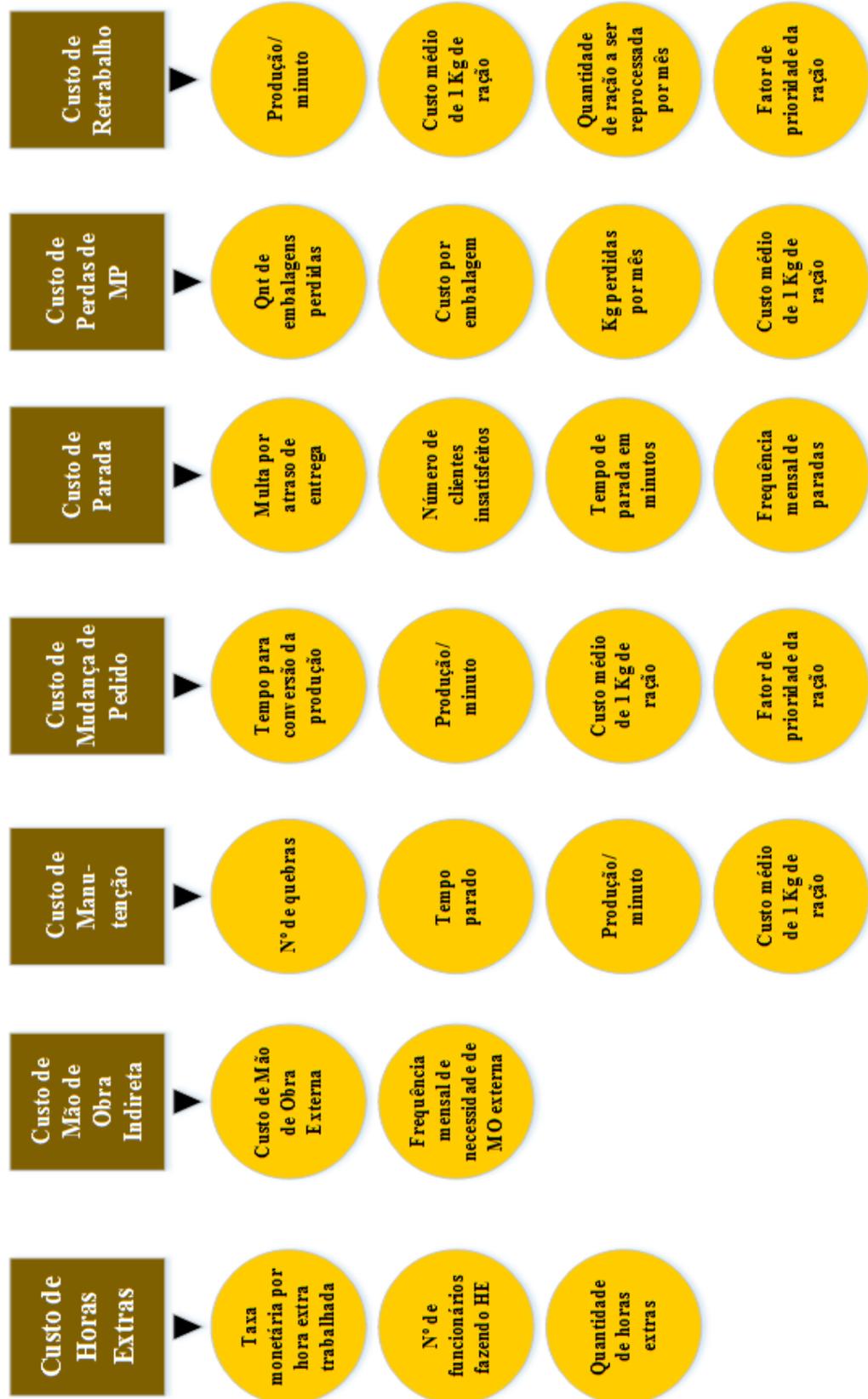
5.4 Quarta Etapa – Calcular Custos das Perdas e Desperdícios

Após esse processo de priorização das perdas inicia-se a parte de custeio, resgatando-se os dados da primeira etapa. Assim define-se a estrutura de custo das perdas e traduz-se os parâmetros físicos em custos. Para isso primeiramente foi decidido como seriam definidos os custos das perdas em conjunto com a contabilidade e a diretoria conforme o Fluxograma 5, prezou-se por informações de fácil estimação e que a empresa pudesse manter, de maneira que basicamente se multiplica os fatores entre si.

O fator de prioridade foi uma métrica desenvolvida junto a diretoria para considerar a noção da PCP de pedidos prioritários. Assim cada cliente foi classificado com um valor de 1 a 4 de acordo com seu perfil (bom pagador, fidelidade entre outros), ganhando um acréscimo de 0, 0,5 ou 1 de acordo com a particularidade do pedido (quantidade, carga ótima do caminhão ou rota ótima).

Assim obteve-se a Matriz C na Tabela 6 através dos cálculos baseados no Fluxograma 5 e nos dados de custo da primeira etapa apresentados no Anexo B na página 100.

Fluxograma 5 - Formulas de Estruturação de Custos

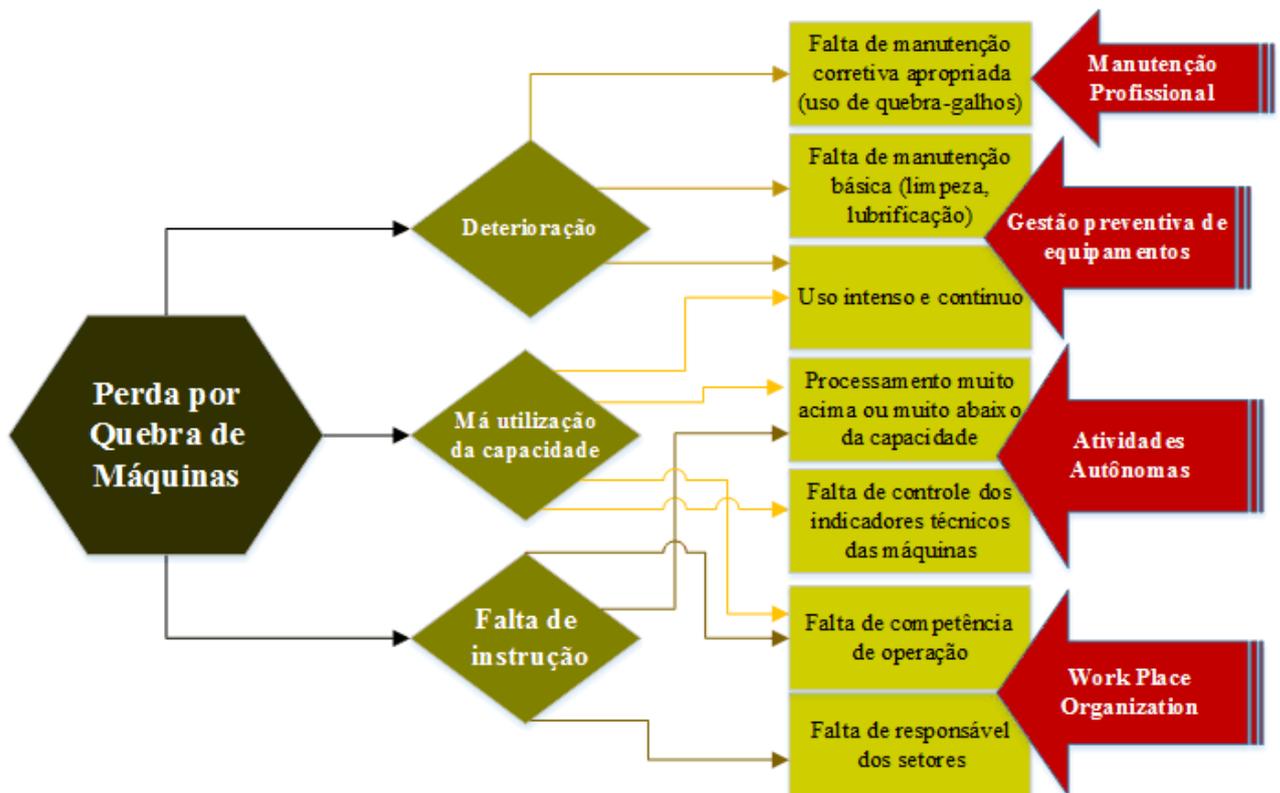


Fonte: Dados da pesquisa

5.5 Quinta Etapa – Identificar Know-How para redução de desperdícios

Finalizando a identificação das perdas de maior valor econômico inicia-se a orientação para sua eliminação. Assim organiza-se a Matriz D considerando as causas das perdas causais, conforme uma estratificação inicial da Matriz D no Fluxograma 6. Assim considerou-se as causas mais repetidas que ocasionam as quebras das máquinas e indicou-se o pilar do WCM indicado para a resolução desses problemas, o mesmo foi feito para todas as perdas da Matriz C e podem ser observadas no Anexo C, página 101.

Fluxograma 6 - Causas das Perdas Causais



Fonte: Dados da Pesquisa

A partir da informação obtida na Estratificação Inicial de D elaborou-se a Matriz D conforme o Quadro 10 de forma que os pilares do WCM foram assinalados bem como os objetivos almejados em pela empresa que a melhoria bem implantada naquele setor ocasionaria, por último foi feita a classificação pelo método ICE.

O método ICE permite examinar as perdas causais mais importantes de maneira qualitativa, avaliando os impactos da melhoria no setor (Sigla I), os custos necessários a melhoria (Sigra C) e a facilidade de ataque dos problemas do setor (Sigla E) em um ranking

de um valor mínimo (1) até um valor máximo (5). O ICE resultado de IxCxE gera um valor entre 1 e 125 que mostra o nível da atacabilidade da perda sendo esse o setor indicado a se trabalhar.

Quadro 10 - Matriz D de Perdas e Métodos

Matriz D - Perdas e Métodos																		
SETOR	Perdas em custo monetário	Impactos nos pilares do WCM								Objetivos				Método ICE				
		Segurança	Desdobramento de custos	Melhoria focada	Atividades autônomas	Manutenção Profissional	Controle da Qualidade	Logística e atendimento ao consumidor	Gestão Preventiva de equipamentos	Desenvolvimento de Pessoas	Work Place Organization	Evitar Atrasos	Qualidade	Produtividade	Confiabilidade do sistema	Impacto	Custo	Ataque
Manutenção	R\$ 2.891.439,60				X	X			X		X	X	X		5	4	3	60
PCP	R\$ 2.378.340,72			X	X			X	X	X	X		X		3	2	2	12
Produção	R\$ 1.497.660,12						X		X	X		X	X	X	5	2	1	10
Qualidade	R\$ 1.012.584,92				X	X				X		X		X	2	2	2	8
RH	R\$ 2.010.962,30	X							X			X	X		2	4	1	8

Fonte: Dados de Pesquisa

A partir da Matriz D identificou-se que o setor de manutenção não só apresenta o maior custo, mas também apresenta maior atacabilidade ao contrário do setor de PCP e Produção que embora apresentem necessidades de menores de investimento apresentam grande dificuldade de ataque justificada pela mudança de política organizacional.

Nesse ponto a metodologia ofereceu subsidio para justificar a necessidade da troca de investimentos na área de manutenção, sendo importante por considerar os fatores organizacionais através do índice ICE.

5.6 Sexta Etapa – Estimar os custos de projetos de melhoramento

Após obter a indicação de qual perda é a prioritária para melhoria identifica-se as metodologias para reduzi-la fazendo-se um balanço econômico entre sua implantação e seu atual custo através da Matriz E apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 - Matriz E para propostas de correção

Matriz E - Adaptada					
Atividade Corretiva	Descrição		Responsável	Viabilidade	
	Objetivo	Custo de Implantação (I)		Custo da Perda (B)	Benefício (B-I)
Estabelecer procedimentos de Manutenção corretiva	Corrigir as falhas e não piorá-las	R\$ 10.000,00	Supervisor e técnicos	R\$ 294.842,40	R\$ 284.842,40
Estabelecer procedimentos de manutenção corretiva	Evitar as falhas	R\$ 10.000,00	Supervisor e técnicos	R\$ 294.842,40	R\$ 284.842,40
Programa 5s	Diminuir resíduos dentro dos motores	R\$ 7.000,00	Consultoria	R\$ 675,00	-R\$ 6.325,00
Aquisição de sistema de monitoramento para pelotizadora, caldeira e moinho grande	Identificar o estado do sistema e favorecer o acompanhamento	R\$ 23.000,00	Empresa X	R\$ 93.086,40	R\$ 70.086,40
Aquisição e instalação de gerador de emergência	Evitar quedas bruscas de energia	R\$ 35.700,00	Empresa Y	R\$ 93.086,40	R\$ 57.386,40
Contratação de supervisor e técnicos	Fazer cumprir padrões e procedimentos, monitorar indicadores e orientar manutenção corretiva	R\$ 2.100,00	Gerente de produção e RH	R\$ 18.115,40	R\$ 16.015,40
Troca de prestadora de serviços	Correções eficientes e rápidas	R\$ 13.600,00	Gerente de produção	R\$ 27.000,00	R\$ 13.400,00
Treinamento de pessoal	Evitar quebras de inpenia	R\$ 1.200,00	Gerente de produção e RH	R\$ 548.544,00	R\$ 547.344,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

A Matriz E elaborada não seguiu o modelo proposto pela metodologia, sofrendo uma pequena adaptação relacionada aos objetivos e responsáveis por cada melhoria. O benefício foi estimado diferenciando o custo da implantação com as perdas tidas atualmente, o rateio desse custo seguiu a seguinte orientação.

- ✓ Estabelecer procedimentos de manutenção preventiva e corretiva foram comparados ao custo de manutenção que é referente ao custo da quebra e da demora de sua correção.
- ✓ Consultoria do programa 5S foi relacionado ao custo de horas-extras que poderiam ser usadas para fazer limpeza depois do expediente.
- ✓ Aquisição de sistema de monitoramento das máquinas foi relacionado ao custo das paradas (que inclui microparadas) devido as quebras pois o sistema poderia indicar o sintoma da parada antes que ela ocorresse.
- ✓ Aquisição de gerador de energia para emergências foi comparado ao custo das paradas também.
- ✓ Contratação de supervisor e técnicos para manutenção foi comparada ao custo das perdas pois estas estão relacionadas principalmente a falta de supervisão e de instrução dos funcionários.
- ✓ Treinamento do pessoal foi correlacionado ao custo de retrabalho pois este é referente a falta de atenção, a erros do PCP e ausência de procedimentos padrões.

O custo das atividades de “Estabelecer procedimentos de manutenção preventiva e corretiva” seria o salário do supervisor e técnicos. O custo de contratação do supervisor e técnicos se refere ao custo de documentos e burocracia inicial.

A próxima etapa seria a elaboração da Matriz F, mas essa se trata de uma matriz de acompanhamento da implantação das propostas sugeridas, no entanto ao fim deste trabalho houve apenas a proposição da Matriz E a diretoria para sua análise.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste estudo permitiu constatar que existe a possibilidade de aplicação da metodologia em uma empresa de menor porte cumprindo o objetivo proposto, desde que sejam feitas adaptações: a metodologia original faz referência apenas a um setor de aplicação isso porque empresas de classe mundial costumam possuir estruturas complexas e de grande porte, em uma empresa menor isso não é necessário bem como não é proveitoso pois os setores representam unidades muito reduzidas e as vezes muito dependentes de outro a ponto de quase somarem-se em um só, sendo intuitivo aplicar a metodologia para todos os setores embora isso exija um longo tempo de estudo e observação da unidade.

A metodologia mostrou-se bem adaptada no sentido de conseguir abranger toda a organização, assim em um mesmo projeto é possível entender a organização e planejar sua melhoria a um longo prazo mediante contínuo monitoramento. A avaliação das perdas ganhou um sentido um pouco mais abrangente sendo necessárias maiores estratificações para esgotar as causas raízes das perdas.

Dessa forma a metodologia cumpre o seu papel de priorizar as perdas mais impactantes mesmo no caso de empresas de médio porte e de mercado regional respondendo o questionamento de pesquisa quanto a necessidade de que a empresa fosse de classe mundial ou não, apresentando a vantagem de ser abrangente e focada ao mesmo tempo, conseguindo ampliar o estudo para toda a organização e enquanto direciona o olhar também para os mínimos detalhes implícitos nos desperdícios e perdas. No entanto a metodologia precisa de acuracidade de informações mesmo nos casos de pequenas empresas, pois esse fator garante sua confiabilidade, no entanto esse tipo de empresa nem sempre possui esse tipo de informação disponível ou mesmo de confiança sendo necessária constante opinião dos funcionários técnicos, administrativos e gerenciais que podem estar maculados pelo hábito ou conveniência, ou ainda a necessidade de um árduo trabalho manual de aferições e controle. Assim é preciso adotar como critério inicial para utilização da metodologia um bom nível de informação e controle do processo.

As desvantagens encontradas na utilização da metodologia é a dependência da participação de pessoas chave de toda a organização no caso de utilizá-la para a empresa como um todo e não apenas de um setor, assim existem muitas limitantes de tempo e disponibilidade na estruturação da equipe de trabalho. A correlação de uma gama muito variada de fatores também é uma grande dificuldade sendo indicado que se trabalhe com ferramentas de pesquisa operacional para uma correlação mais apurada. O processo de estudo

e compreensão da organização e do processo precisa ser profundo e detalhado exigindo um longo período de tempo.

Por fim destaca-se a pouca literatura descrevendo mais minuciosamente os procedimentos da metodologia de forma que buscou-se o maior detalhamento possível nesse estudo. Dessa forma espera-se que este trabalho colabore com futuras pesquisas sobre a teoria em torno da manufatura de classe mundial e o próprio pilar de desdobramento de custos.

REFERÊNCIAS

- BAMBER, C; SHARP, J; HIDES, M. Developing management systems towards integrated manufacturing: a case study perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, (2000).Vol.11 No.7, p. 454-461.
- BELHOT, R. V. **SEP5775 – Metodologia da Pesquisa em Engenharia de Produção**. Notas de aula. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.
- BIASOTTO, E. **Aplicação do BSC na gestão da TPM: Estudo de Caso em Indústria de Processo**. Dissertação (Mestrado) Program de pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006
- BICHENO, J. **The Lean Toolbox**. Buckinham: PISCIE Books.2000. 201p.
- BRYMAN, A. *Research Methods and Organizatin Studies*. New York: Routledge, 1989.
- SORIO, A. **Estudo de viabilidade técnica e econômica destinado à implantação do Parque produtivo nacional de aditivos da indústria de alimentação de animais de produção**. Passo Fundo: Méritos, 2012. - 300 p.
- BUCHANAN D., HUCZYNSKI, A. **Organizational Behavior** .5° ed, Prentice-Hall, Harlow, 2004.
- CHIARINI, A.; VAGNONI, E. *World-class manufacturing by Fiat: Comparison with Toyota Production System from a strategic management, management accounting, operations management and performance measurement dimension*. *International Journal of Production Research*, 2015. Vol 53, nº. 2, p. 590-606.
- CÔRREA, H.L.; GIANESI, I.G.N. **Just in time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. São Paulo, Atlas. 2007.
- CORTEZ, P. R. L. **Análise das Relações entre o Processo de Inovação na Engenharia de Produto e as Ferramentas do WCM: Estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico**. XXX ENGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo. 2010.
- CROSBY.P.B. **Qualidade é investimento**.2.ed.Rio de Janeiro: Makron books. 1986
- DE FELICE, F., PETRILLO A., MONFREDA S..**Improving operations performance with World Class Manufacturing Technique: A case in Automotive Industry**. University of Cassino, Department of Civil and Mechanical Engineering and Fiat Group Automobiles EMEA WCM.Cassino, Italy.2013.
- DEMING.W.E. **Out of crisis**. **Cambridge**. Massachusetts Institute of Technology. 1986.
- ESCRIG-TENA. *TQM as a Competitive Factor: A Theoretical and Empirical Analysis*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2004. Vol. 21 No. 6, p. 612-637.

FARIA, A. C, VIEIRA, V. S.; PERETTI, L. C. **Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresa de auto peças.** Revista Gestão Industrial. Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS. São Paulo, Brasil. 2012.

FERRAZ, Extrusão e Peletização de Ração. **Peletização Camarão** Youtube, 27 de jun de 2013. <Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=h7NHyh2HFds>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

FLEURY, A. C.; CORREA, A; VARGAS, N. **Organização do Trabalho: uma abordagem multidisciplinar.** São Paulo: Atlas, 1994

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002

GAMBI, L. N. **Recomendações para implementação de conceitos e técnicas de produção enxuta em empresas, fabricantes de produtos sob encomenda, do aglomerado industrial de Sertãozinho.** Dissertação (Mestrado) Pós graduação em Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011

GARBERDING, S. **World Class Manufacturing.** Chrysler Group LLC 2010-14 Business Plan. 2009. 16 slides

GHINATO, P. et al. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.** Ed. Universitária da UFPE, Recife, 2000.

GIL, A.C. **Como elaborar Projetos de pesquisa.** São Paulo, Atlas, 5ª ed., 2010.

HAYES R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing.** Wiley, New York, 1984.

HAYNES A. *Effect of world class manufacturing on shop floor workers.* Journal European Industrial Training. 1999. Vol.23, N.6, p. 300 - 309.

HERNANDES, A. **Comparação da implementação da melhoria contínua em duas fábricas de embalagens flexíveis.** Taubaté, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento Mecânica, Universidade de Taubaté.

HINES, P.; RICH, N. *The seven value stream mapping tools.* International Journal of Operations & Production Management. Bradford. 1997

HINES, P.; TAYLOR, D. *Going Lean. A guide to implementation.* Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK, 2000.

IBGE. **Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física - PIM-PF.** 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbr/default.shtm>>. Acesso em: 10 fev. 2016

IDEI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial) **Apreensões para 2016**. 2016. Disponível em: < http://www.iedi.org.br/artigos/top/analise/analise_iedi_20160202_industria.html >. Acesso em: 12 fev. 2016.

IMAI, M. **Kaizen**. São Paulo: IMAM,1990.

JURAM.J.M. **Planejamento para a qualidade**. São Paulo: Pioneiro, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. Ed. rev. E ampl. São Paulo: Atlas, 2000.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean**. Tradução de Lean Institute Brasil. 2ª. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 principios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LIKER, K.; ROTHER, M. **Why Lean Programs Fail**. Lean Enterprise Institute, 2011

MACDONALD, T; AKEN, E; RENTES; A.F. *Utilization of simulation model to support value stream analysis and definition of feature state scenarios in a high-technology motion control plant*. Research Paper. Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University & São Carlos Engineering School, University of São Paulo. 2000.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Editora Saraiva. 2005. 562 p.

MARTINS. P.G. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva. 1998

MASSONE, L. *Fiat Group Automobiles Production System: Manual do WCM, World Class Manufacturing: Towards Excellence Class Safety, Quality, Productivity and Delivery*. Ed. Fiat Brazil. 2007

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. Ed. Comp. São Paulo: Atlas, 1996.

MAYS, N.; POPE, C. *Qualitative research in health care*. Londres: BMJ Publishing Group, 1996.

MCADAM R., HENDERSON J. *Influencing the Future of TQM: Internal and External Driving Factors*. International Journal of Quality & Reliability Management, 2004. Vol. 21, No. 1, p. 51-71.

MIGUEL P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia de Produção: Estruturação e Recomendações para sua condução**. Revista Produção, São Paulo, 2007.Vol 17, nº.1, p.216-229, jan./abr.

MONDEN, Y. **Toyota Production System**. São Paulo: Imam. 1998

MORAES, J. A. R., SAHB, L.M. **Manufatura Enxuta. IETEC.** Jan/2004. Disponível em <<http://www.ietec.com.br>>. Acesso em: 19 mar. 2016

MOURA, R A. **Redução do tempo de setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas.** 1 ed. São Paulo: IMAN, 1996.

MURINO T., NAVIGLIO G., ROMANO E., GUERRA L., REVETRIA R., MOSCA R., CASSETTARI L. **A world class manufacturing implementation model: applied mathematics in electrical and computer engineering.** Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on computer engineering and applications. Harvard, Cambridge, USA January 25-27, 2012, p. 371-376

NAKANO, D.; FLEURY, A. **Métodos de pesquisa na engenharia de produção.** In: XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Piracicaba, SP, 1996.

NAZARENO, R. R. **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implantação de Sistemas de Produção Enxuta.** Dissertação (Mestrado) Programa de pós graduação em Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

NICHOLAS, J. **Competitive Manufacturing Management.** Chicago: Irwin/McGrawHill, 1998. 840 p.

OAKLAND, J. S. ***Total Organizational Excellence: Achieving World Class Performance.*** Elsevier, Oxford, 2001.

OAKLAND, J. S. **Total Quality Management-Text with Cases.** Butterworth-Heinemann, Oxford, 1995.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção:** além da produtividade em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVER N., DELBRIDGE R., JONES D, LOWE J. **World class manufacturing: Further evidence in the lean production debate.** British Journal of Management, 1994. p.53–S63.

PADDOCK, B. ***Top management's: Guide to world class manufacturing.*** Kansas City: Buker, Inc., 1993.

PARREIRA, P. A. **Inovação em processos e gestão da qualidade: análise da implantação da Metodologia de WCM na Case New Holland.** Pedro Leopoldo: FPL, 2014.

PRINCIPLES of world class manufacturing. **Rai Technology University** – Engineering Minds, Bangalore, 2009. India, p. 12-15.

RENTES, A.F. **TransMeth: Proposta de uma metodologia para condução de processos de transformação de empresas.** Tese de Livre-Docencia. Escola de São Carlos – USP, 2000.

RUY, M. **Aprendizagem organizacional no processo de desenvolvimento de produtos: estudo exploratório e três empresas manufatureiras.** Dissertação (Mestrado) Pós graduação em Engenharia de Produção – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2002.

SALAHELDIN S., EID R. **The Implementation of World Class Manufacturing Techniques in Egyptian Manufacturing Firms: An Empirical Study.** Journal of Industrial Management & Data System, 2007. Vol. 107, No. 4, p. 551-566.

SASHKIN, M.; KISER, K.J. **Gestão da qualidade total na prática.** Rio de Janeiro: Ed.Campus, 1994.p.23-37.

SCHONBERGER, R. J. **The Vital Elements of World Class Manufacturing.***International Management.* 1986. Vol. 41, N°. 5,p. 76-78.

SHANG G; PHENG L. S. **Understanding the application of Kaizen methods in construction firms in China.** Journal of Technology Management in China, 2013. Vol.8, n°.1, p. 18-33.

SHARMA M., KODALI R.. **Development of a Framework for Manufacturing Excellence.** Measuring Business Excellence.2008. Vol. 12, N°. 4, p. 55-60.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Ed. Bookman, Porto Alegre - RS, 1996.

SILVA, L., C., S., et al.**Cost Deployment Tooç for Techonological Innovation of World Class Manufacturing.** Journal of Transportation Technplogies 3. 2013.

SILVA, M. F. **As práticas da manufatura de classe mundial e a sua aderência ao modelo de estratégia de manufatura.** 2008. Dissertação (Mestrado) – Programa e Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA,E.L.DA; MENEZES. E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** UFSC, 4. ed. Ver. Atual. Florianópolis 2005;

SILVA. V.C.O. **Análise de casos de implementação de produção enxuta em empresas brasileiras de maquinas e implementos agrícolas.** São Carlos 2006

SINCLAIR D., ZAIRI, M. **An Empirical Study of Key Elements of Total Quality Based Measurement Systems: A Case Study Approach in the Service Industry Sector.** Total Quality Management, 2001. Vol. 12, No. 4, p. 535- 550.

SLACK, N. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2008. 2.ed. 8.reimpr. p.69-70

SOHAL S., TERZIOVSKI M. **TQM in Australian Manufacturing: Factors Critical to Success.** International Jour- nal of Quality & Reliability Management, 2000. Vol. 17, N°. 2, p. 158-168.

SVENSSON M., KLEFSJO B. *Experiences from Creating a Quality Culture for Continuous Improvements in Swedish School Sector by Using Self-Assessments*. Total Quality Management, 2000. Vol. 11, N°. 4-6, p. 800- 807.

TAJ, S.; MOROSAN,C. *The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance*. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Houston -USA, 2011. Vol. 22, n°.2 p. 223-240.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM / MTP : Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993. 322 p

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção, teoria e prática**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. **Case research in operations management**. *International Journal of operations & production Management*, 2002. vol. 22, n°.2, p 195-219,

WOMACK, J.P., JONES, D.T. **A mentalidade Enxuta nas empresas : Elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J.P; JONES, D.T; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. Campus: Rio de Janeiro, 1992.

YAMASHINA, H. Challenge to world class manufacturing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2000. Vol. 17. N° 2, p. 132–143.

YAMASHINA, H. *La filosofia World Class Manufacturing*. Entrevista concedida a IVECO. 30 - 31 Agosto de 2007.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Método**. 3ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANI, A. **Vitrine Agro. PIB: Mais Vigor Agrícola que Pecuário**. 2016. Disponível em: <<http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2016/10/edicao-9975-133c4bb2da7fe5c28a7398aa944b614b.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016, Brasil.

ANEXO A – TABELAS DE ALOCAÇÃO DOS CUSTOS

Atribuição de Porcentagem de custo a cada tipo de perda

TIPO de Custo	Depreciação	Manutenção									Indiretos	
		Elevadores	Motores	Caldeira	Compressores	Empilhadeiras	Peletizadora	Fábrica	Balança/Ensacadeira	Almoxarifado	Energia Elétrica	Água
Valor	38737,91	2002,77	5123,4	1770	2580	8799,5	13605,93	18985,8	18064,23	25743,22	185206,55	5495,05
Quebra de Equipamento	40%	40%	30%	30%	30%	40%	40%	30%	20%	30%		
Troca de tipo		10%									10%	
Retrabalho							10%				10%	
Equipamento inativo				5%				5%				
Espera de instruções												
Movimentos operativos		5%				10%			15%			
Falta de Automação					10%							
Defeitos de qualidade	10%							10%				
Utilização de Materiais				10%		5%	5%		10%			10%
Uso de Energia			10%	10%				5%			10%	
Trocas de manutenção	10%					10%		10%		40%		
Necessidades da Produção											MOD	
TIPO de Custo	Controle de incêndio	Controle de Pragas	Lenha	Materiais de expedição	Consultoria Qualidade	EPI	Laboratório	Multa qualidade de produto	Salários	Insalubridade	Responsável Técnico	Horas Extras
Valor	80	5576,01	30027,42	144	4504,54	9312,25	1959,87	3402	96018,46	9224,58	24000	31775,01
Quebra de Equipamento	10%								10%	10%		20%
Troca de tipo												10%
Retrabalho		10%			10%				10%	10%		10%
Equipamento inativo				10%								
Espera de instruções				10%					10%	10%		
Movimentos operativos						20%						20%
Falta de Automação												10%
Defeitos de qualidade		10%			40%		20%	100%			20%	
Utilização de Materiais		10%	20%									
Uso de Energia												
Trocas de manutenção												

Fonte: Dados da Pesquisa

Custos alocados em valor

TIPO de Custo	Depreciação	Manutenção									Indiretos	
		Elevadores	Motores	Caldeira	Compressores	Empilhadeiras	Peletizadora	Fábrica	Balança/Ensacadeira	Almoxarifado	Energia Elétrica	Água
Valor	38737,91	2002,77	5123,4	1770	2580	8799,5	13605,93	18985,8	18064,23	25743,22	185206,55	5495,05
Quebra de Equipamento	15495,164	801,11	1537,02	531	774	3519,8	5442,372	5695,74	3612,846	7722,966		
Troca de tipo		200,28									18520,655	
Retrabalho							1360,593				18520,655	
Equipamento inativo				88,5				949,29				
Espera de instruções												
Movimentos operativos		100,14				879,95			2709,6345			
Falta de Automação					258							
Defeitos de qualidade	3873,791						1360,593					
Utilização de Materiais				177		439,975	680,2965		1806,423			549,505
Uso de Energia			512,34	177			680,2965	949,29			18520,655	
Trocas de manutenção	3873,791					879,95		1898,58		10297,288		
Necessidades da Produção											MOD	
TIPO de Custo	Controle de incêndio	Controle de Pragas	Lenha	Materiais de expedição	Consultoria Qualidade	EPI	Laboratório	Multa qualidade de produto	Salários	Insalubridade	Responsável Técnico	Horas Extras
Valor	80	5576,01	30027,42	144	4504,54	9312,25	1959,87	3402	96018,46	9224,58	24000	31775,01
Quebra de Equipamento	8								9601,846	922,458		6355,002
Troca de tipo												3177,501
Retrabalho		557,601			450,454				9601,846	922,458		3177,501
Equipamento inativo				14,4								
Espera de instruções				14,4					9601,846	922,458		
Movimentos operativos												6355,002
Falta de Automação						1862,45						3177,501
Defeitos de qualidade		557,601			1801,816		391,974	3061,8			4800	
Utilização de Materiais		557,601	6005,484									
Uso de Energia												
Trocas de manutenção												

Fonte: Dados da Pesquisa

ANEXO B – BASE DE CALCULO PARA MATRIZ C

Para a elaboração da Matriz C foram necessários cálculos segundo a estrutura de custos. Esses cálculos consideraram os seguintes dados:

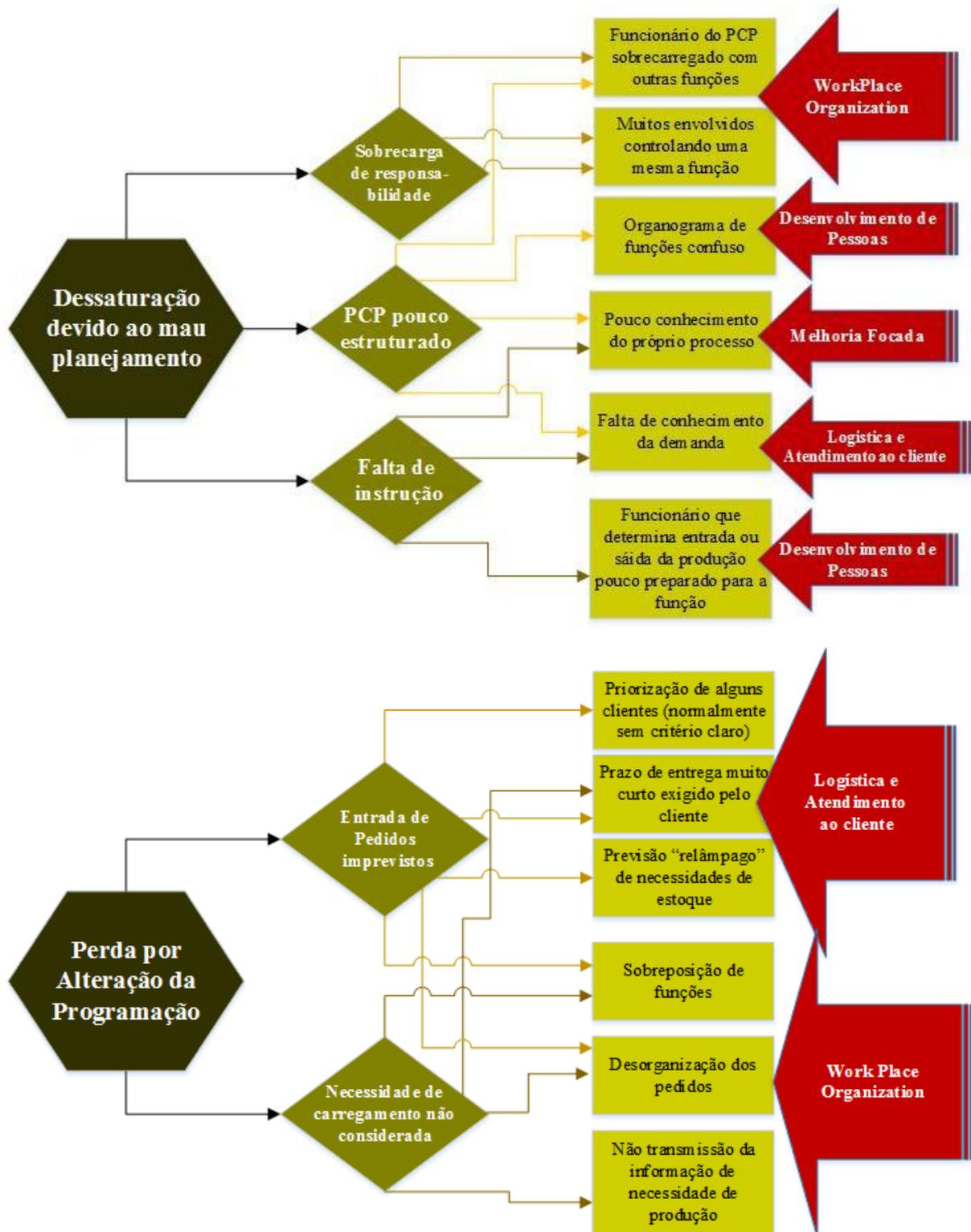
- ✓ Valor da hora extra: R\$ 4,5
- ✓ Horas paradas por quebra segundo o índice MTTR 43 minutos
- ✓ O lote de produção é de 2000 Kg e o tempo no gargalo é de 35 minutos
- ✓ A Produção por minuto é de 57,14 Kg/min
- ✓ Os descontos dados aos clientes devido ao atraso somaram em média R\$ 270,6.
- ✓ Para mudar a produção de uma ração leva-se em torno de 12 minutos

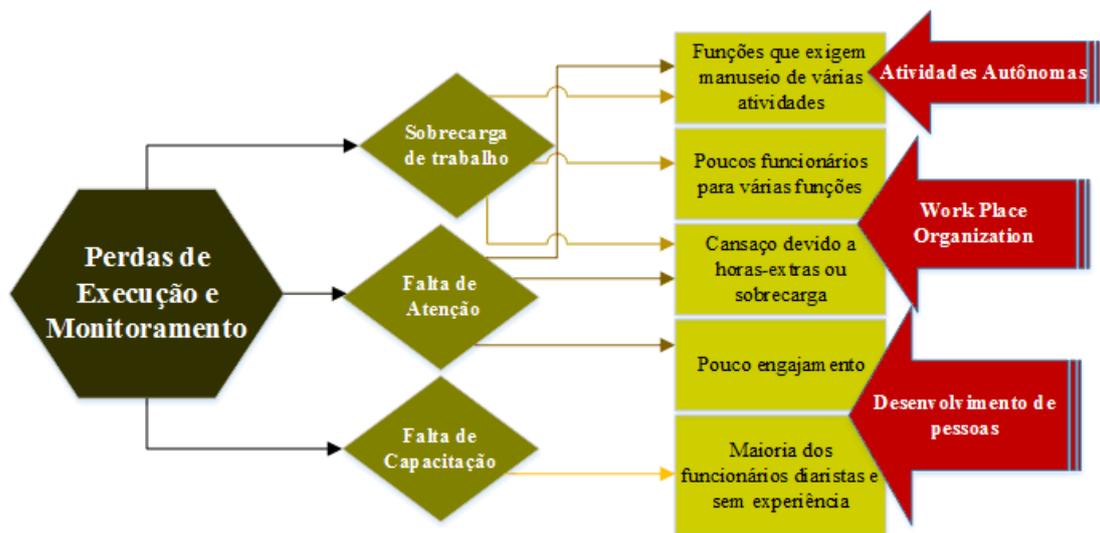
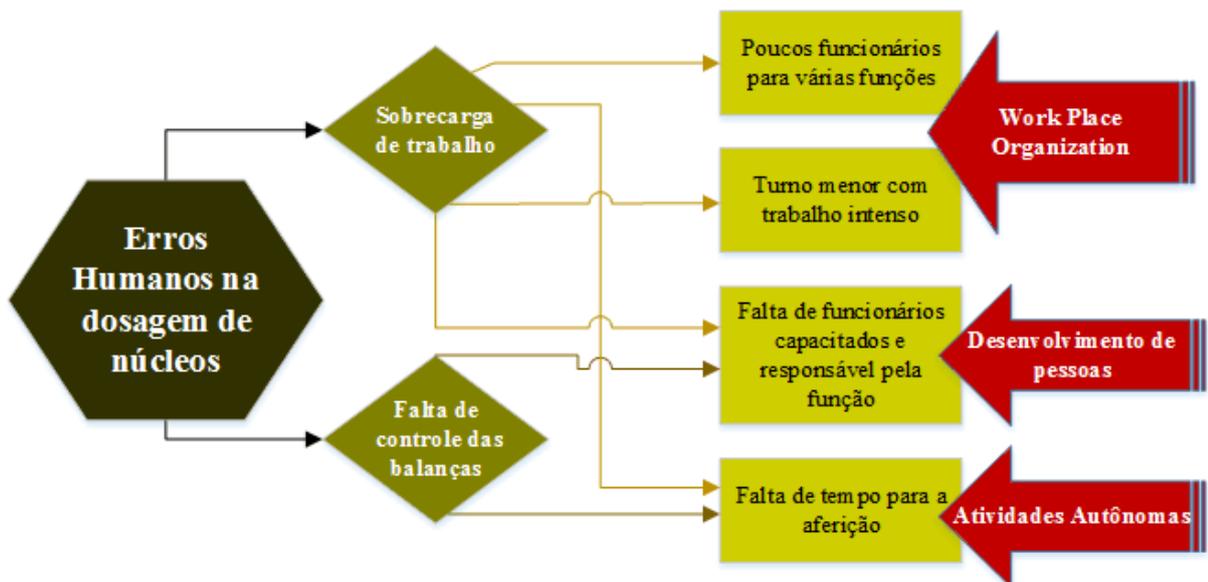
Cálculos da Matriz C

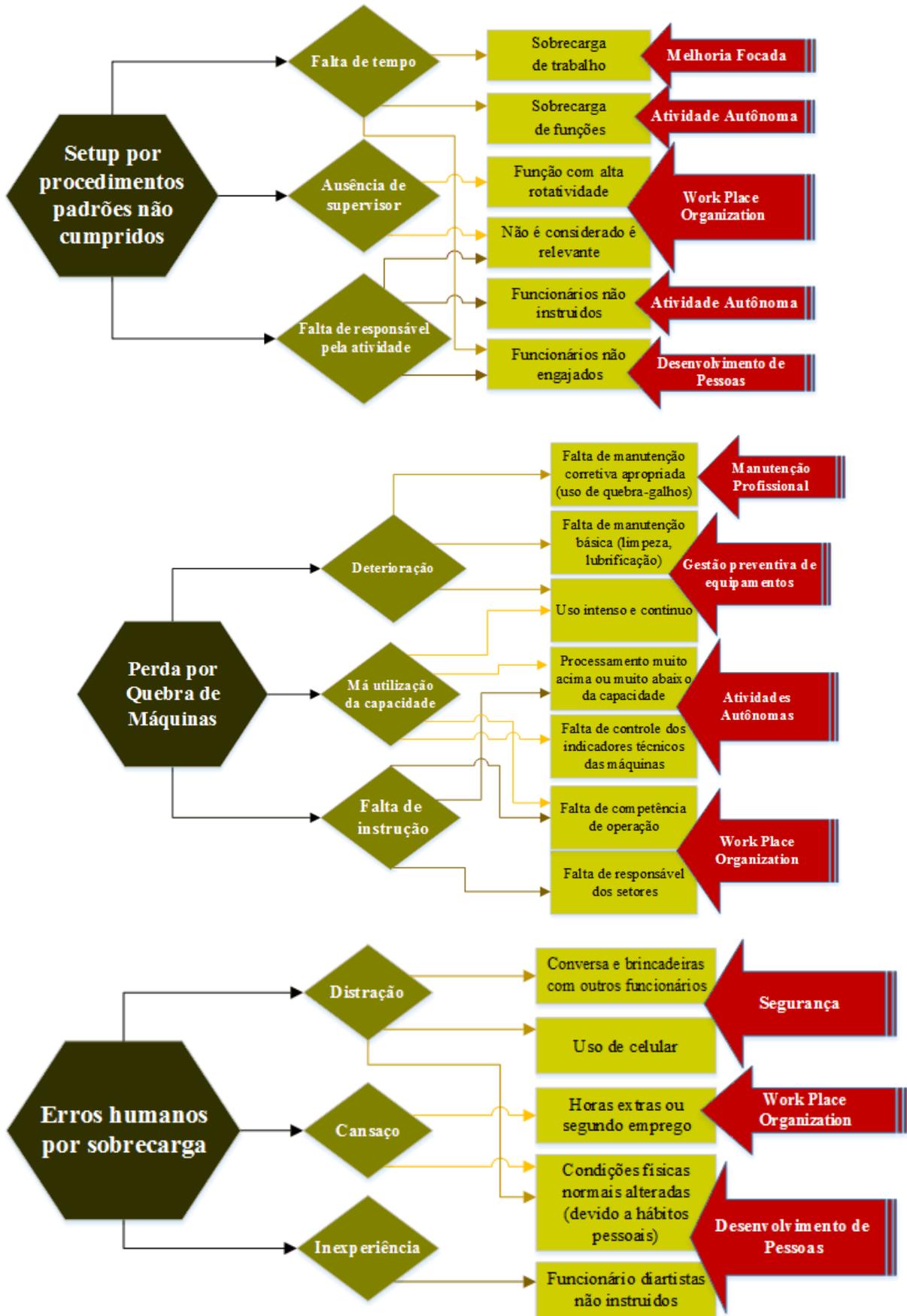
Fonte: Dados da Pesquisa

	Hora extra	MOI	Manutenção	Mudança de pedido	Parada	Perdas	Retrabalho
Perda por quebra de máquina	4,5R\$* 3 funcionários *50h/3meses	R\$ 1500 * 18 vezes/3meses	10 quebras/3 massa*43min*57,14kg/min*R\$ 36,00	12 min* 57,14kg/min* R\$ 36,00*2	R\$ 270,6*3 Clientes*3min* 8 paradas/3meses	210embalagens*0,98+ 1503,9kg/3meses*R\$,36	57,14kg/min*R\$ 36,00*800kg*1
Perda por alteração na programação	R\$ 675,00	R\$ 27.000,00	R\$ 884.527,20	R\$ 49.368,96	R\$ 279.259,20	R\$ 54.346,20	R\$ 1.645.632,00
CUSTO							R\$ 2.083.838,56
Desatuação devido ao mau planejamento	4,5R\$* 3 funcionarios *30h/3meses				R\$270,6*3 Clientes*2,3min* 13 paradas/3meses		
CUSTO	R\$ 405,00				R\$ 242.728,20		
Equipamento inativo devido a linha congestionada	4,5R\$* 3 funcionarios *20h/3meses				R\$ 270,6*3 Clientes*1,3min* 11 paradas/3meses		
CUSTO	R\$ 270,00				R\$ 116.087,40		
Setup por procedimentos padrões ignorados ou inconsistentes					R\$ 270,6*3 Clientes*5min* 27 paradas/3meses	51embalagens*0,98+ 825,9kg/3meses*36	57,14kg/min*R\$ 36,00*270kg*1,5
CUSTO					R\$ 109.593,00	R\$ 29.782,38	R\$ 833.101,20
Erros humanos na dosagem de núcleos		R\$ 1000 * 24 vezes/3meses				13 Embalagens*0,98 +447,1kg/3meses*36	
CUSTO		R\$ 24.000,00				R\$ 16.108,34	
Perdas de execução e monitoramento		R\$ 200 * 36 vezes/3meses	22 quebras/3 massa*9 min* 57,14kg/min*R\$ 36,00				57,14kg/min*R\$ 36,00*470kg*1
CUSTO		R\$ 7.200,00	R\$ 407.293,92				R\$ 966.808,80
Erros humanos por sobrecarga			9 quebras/3 massa*12 min* 57,14kg/min *R\$ 36,00				57,14kg/min*R\$ 36,00*454,8kg*2
CUSTO			R\$ 222.160,32				R\$ 1.788.801,98

ANEXO C - ESTRATIFICAÇÃO DAS CAUSAS DAS PERDAS E O PILAR WCM RECOMENDADO







ANEXO D – QUESTIONÁRIO PARA OS COLABORADORES

Classifique, segundo sua experiência, o nível da influência dos problemas listados nas áreas sugeridas nas colunas em escala de 1 a 3, quanto maior o número maior a influência do caso não saiba responder por não ter conhecimento preencha com 0 (zero).

PERDAS	Painel de Controle	Pesagem	Moagem	Mistura	Dosagem
Equipamento inativo devido a quedas de energia					
Perda por quebra das máquina					
Perda por alteração na programação da produção					
Dessaturação (Não segue uma sequencia linear) devido ao mau planejamento					
Microparadas por utensilios danificados					
Setup por procedimentos padrões ignorados ou inexistentes					
Perda por troca de tipo de ração					
Tempo de ciclo atrasado gerador de hora-extra					
Tempo de ciclo atrasado devido aos desperdícios de ração					
Retrabalho de Ração					
Perdas de execução e monitoramento					
Dessaturação devido a linha congestionada					
Equipamento inativo devido a linha congestionada					
Perdas em movimentos operativos para transmitir informação					
Perda no uso de materias por gerar residuo sem destinação					
Espera de instrução e materiais					
Microparadas devido a desorganização e sujeira					
Dessaturação na estocagem					
Erros humanos por sobrecarga					
Perda por tempo de ciclo atrasado (Demorou mais que o esperado)					
Tempo de espera da tulha de armazenagem (vazia)					
Desperdício no uso de materiais devido a vazamentos					
Setup (Ajeitar) de balanças não aferidas					
Erros Humanos na dosagem de núcleos					
Falta de controle automatico					
Defeito da Ração					
Falta de Treinamento e formação dos colaboradores					
Faltas dos colaboradores					
Setup de embalagens danificadas					
Perda de consumo de materiais (embalagens e rotulos)					
Defeito nos núcleos e minerais					
Perda por troca de tipo de matriz					
Retrabalho de rótulos					

ANEXO E - MATRIZ ESTRATIFICADA B

