

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GUILHERME ZAFRA GARCIA**

**DEMONSTRAR A UTILIZAÇÃO DO PILAR DESDOBRAMENTO DE CUSTOS DA  
METODOLOGIA WCM, PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA EM  
UMA EMPRESA AGROQUÍMICA DE LONDRINA**

**LONDRINA**

**2022**

**GUILHERME ZAFRA GARCIA**

**DEMONSTRAR A UTILIZAÇÃO DO PILAR DESDOBRAMENTO DE CUSTOS DA  
METODOLOGIA WCM, PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA EM  
UMA EMPRESA AGROQUÍMICA DE LONDRINA**

**Demonstrate the use of the WCM methodology Cost Deployment pillar  
prioritize improvement projects in an agrochemical company in Londrina**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): José Ângelo Ferreira.

**LONDRINA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**GUILHERME ZAFRA GARCIA**

**DEMONSTRAR A UTILIZAÇÃO DO PILAR DESDOBRAMENTO DE CUSTOS DA  
METODOLOGIA WCM, PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA EM  
UMA EMPRESA AGROQUÍMICA DE LONDRINA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Produção, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

**Data de aprovação: 10/Junho/2022**

---

**José Ângelo Ferreira**

**Doutor**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

---

**Rogério Tondato**

**Doutor**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

---

**Silvana Rodrigues Quintilhano**

**Doutora**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Ângelo, pelo suporte e conhecimento transmitido nesta trajetória.

À minha família, pois sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Aos meus amigos, pela parceria em todos os momentos.

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção por todos os ensinamentos.

Enfim, a todos os que por algum motivo direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

Grandes coisas têm pequenos começos.  
(DRAKE, Francis, 1596)

## RESUMO

Devido à crescente competitividade e necessidade das indústrias de serem cada vez mais eficientes em seus processos produtivos e sempre buscando a melhoria contínua como um todo, faz-se necessária a utilização de técnicas avançadas de análise de indicadores de eficiência. Para isso, é demonstrada a utilização do pilar Desdobramento de Custos como uma importante ferramenta para melhoria nas análises de impacto das perdas nas fábricas, direcionamento de investimentos e priorização de projetos de melhoria. A metodologia utilizada é a pesquisa-ação aplicada em uma empresa agroquímica de Londrina. Os dados foram estratificados e analisados passo a passo demonstrando a importância da utilização dessa técnica para o controle e monitoramento das perdas de maior impacto para priorização de atividades de melhoria.

**Palavras-chave:** KPI's. Eficiência. Perdas. Desdobramento de custos. Indústria Agroquímica.

## **ABSTRACT**

Due to the rising competitiveness and the need of the industries to be increasingly efficient at the production process and seeking continuous improvement, it is necessary the utilization of advanced techniques of Efficiency Indicators analysis. Towards this, it's demonstrated the utilization of the Cost Deployment pillar as an important tool for the improvement, losses impact analysis in each factory, directioning investments and improvement projects prioritization. The methodology used is action-research applied in an agro chemical company in Londrina. Data were stratified and analyzed step-by-step, demonstrating the importance of this technique to control and monitor the losses impact to prioritize improvement activities.

**Keywords:** KPI's. Efficiency. Losses. Cost Deployment. Agrochemical industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Abrangência do termo “Desempenho” .....	15
Figura 02 - Avaliação do Desempenho .....	16
Figura 03 – Medidas do Balanced Scorecard.....	17
Figura 04 – Pilares do WCM.....	23
Figura 05 – Percorso lógico do Desdobramento de Custos.....	24
Figura 06 – Os sete passos do Desdobramento de Custos.....	26
Figura 07 – Perdas OEE.....	29
Figura 08 – Planilha OEE.....	29
Figura 09 – Perdas RO.....	30
Figura 10 – Planilha RO.....	30
Figura 11 – Exemplo da Matriz US\$/h .....	31
Figura 12 – Exemplo Matriz de Perdas.....	32
Figura 13 – Matriz de Perdas Quantitativas.....	33
Figura 14 – Matriz de Correlação de Perdas.....	34
Figura 15 – Multiplicação de Matrizes.....	35
Figura 16 – Transformação em valores monetários parte 1.....	35
Figura 17 – Matriz financeira perda/fábrica.....	35
Figura 18 – Transformação em valores monetários parte 2.....	36
Figura 19 – Matriz C.....	36
Figura 20 – Matriz D.....	37
Figura 21 – Matriz E.....	38
Figura 22 – Matriz F.....	38
Figura 23 – Visão macro das matrizes do pilar.....	39
Figura 24 – Matriz de perdas.....	40
Figura 25 – Matriz financeira fábrica/atividade.....	42
Figura 26 – Matriz B.....	42
Figura 27 – Matriz de Correlação de Perdas .....	43
Figura 28 – Transformação em custos.....	44
Figura 29 – Matriz financeira perda/fábrica.....	45
Figura 30 – Matriz C.....	46
Figura 31 – Matriz D.....	47
Figura 32 – Matriz E.....	51



Figura 33 – Matriz F.....	51
---------------------------	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Custo de Perdas por Fábrica.....	48
Gráfico 02 - Árvore de Custos Fábrica 08.....	49
Gráfico 03 - Árvore de Custos Fábrica 09.....	50
Gráfico 04 - Árvore de Custos Fábrica 11.....	50

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b>	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
3.1 Objetivo Geral	13
3.2 Objetivos Específicos	13
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>5. DELINEAMENTO DA PESQUISA</b>	<b>27</b>
<b>6. METODOLOGIA</b>	<b>28</b>
6.1 Descrição do processo	28
6.2 Indicadores utilizados	28
6.3 Pilar Cost Deployment	30
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>42</b>
<b>8. CONCLUSÃO</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os indicadores KPIs de Produção vêm sendo muito difundidos e utilizados pelas empresas, com a finalidade principal de propor e priorizar projetos de melhoria para as perdas e gargalos que estão afetando a eficiência dos processos produtivos. Em vista desses indicadores “puros” apenas tratarem e estratificarem as perdas pelo critério de tempo, há uma falsa impressão de que a perda que deveria ser mais urgente é a que causa maior impacto em tempo nas fábricas. Conforme Yamashina (2007, *apud* QUEIROZ 2020), o pilar WCM (*World Class Manufacturing*) Desdobramento de Custos apresenta uma solução para esse problema: transformar as perdas em tempo para custo em valor monetário.

Segundo Gagnon (1999), a eficiência global da indústria é afetada diretamente pelo desempenho dos equipamentos, devido ao seu envolvimento em decisões como a tecnologia a ser utilizada, a capacidade industrial disponível, quantidade de mão-de-obra necessária, tipo de produto a ser desenvolvido e entre outros.

Nesse sentido, o seguinte trabalho apresenta como esse pilar inovador pode ser implementado de maneira simples e acessível em uma empresa agroquímica que pode ser também difundido para os demais setores da indústria.

Atualmente, há uma grande difusão dos indicadores de produção (KPI's), porém, em sua maioria, avaliam as perdas de produção somente por tempo, não levando em consideração o custo em valor monetário ocasionado pela perda, priorizando projetos e investimentos de menor impacto e retorno para a empresa causando grandes prejuízos para o lucro da empresa e eficiência de seu processo produtivo.

De que forma o pilar WCM Desdobramento de Custos auxiliará na priorização e execução de projetos de melhoria em uma indústria agroquímica em Londrina?

## 2. JUSTIFICATIVA

Os tradicionais indicadores chave de produção (KPIs) são estratificados e classificados somente pelo tempo da perda, podendo trazer uma visão distorcida para a priorização de projetos e tomada de decisão. Uma forma de as empresas as classificarem de forma fidedigna à realidade do chão de fábrica é a aplicação das técnicas do pilar WCM Desdobramento de Custos.

Nesse sentido, essa pesquisa justifica-se pela contribuição significativa para as indústrias em geral, uma vez que aumentaria a eficiência dos processos de priorização de projetos e tomada de decisão gerencial assegurando a competitividade das empresas. A empresa em questão possui grande parcela de contribuição para o desenvolvimento do agronegócio do Brasil, além de uma garantia de maior consumo populacional a alimentos com preços acessíveis. A empresa possui gerências regionais e representantes técnicos distribuídos por todo o território nacional.

Também trará contribuições para o pesquisador na sua formação acadêmica e profissional, pela aplicação na prática, e pela sua aplicação nas empresas, que buscam cada vez mais competitividade em custos e eficiência. Além disso, propiciara uma maior experiência em aplicação do World Class Manufacturing, uma das mais importantes metodologias e técnicas de melhoria produtiva decorrentes da evolução do Sistema Toyota de Produção.

De forma a exemplificar a utilização dos já difundidos KPI's de produção (OEE e R.O) de forma complementar com as técnicas mais atuais e ainda pouco difundidas no Brasil e de bibliografia escassa do pilar WCM Desdobramento de Custos com o objetivo de facilitar o entendimento gerencial dos indicadores de eficiência em valores monetários. Por demonstrar uma aplicação com a complementação de duas metodologias cruciais atualmente, o tema precisa receber maior atenção científica e com exploração aprofundada.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Demonstrar a utilização do pilar desdobramento de custos da metodologia WCM em uma empresa agroquímica de Londrina e os benefícios da sua utilização, na execução de projetos de melhoria contínua.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Levantar o referencial teórico sobre os indicadores de produção e técnicas de Desdobramento de Custos;
- Descrever e demonstrar as técnicas de Desdobramento de Custos aplicadas;
- Concluir de forma analítica sobre os resultados da aplicação.

#### 4. REFERENCIAL TEÓRICO

Em um mundo globalizado e cada vez mais competitivo, cada redução de custo tem grande impacto nos preços e eficiência na cadeia produtiva e logística, desde o fabricante até os consumidores finais (BUSSO, 2012).

Nesse sentido, Slack afirmou que dada a importância da gestão de operações e processos, o sucesso ou o fracasso de uma empresa podem ser definidos pela aplicação desses conceitos. Se gerenciados adequadamente, os processos e as operações podem contribuir para os quatro fatores agregados de impacto estratégico nos negócios: custo, receita, investimento e capacidade. Dada a grande atenção e importância das operações, ele é responsável pela maior parte dos custos da empresa e controla as finanças relacionadas. Por estar diretamente relacionado à qualidade do serviço prestado, pela forma como presta serviço e pela qualidade, tendo em vista que a operação é muitas vezes o principal foco de investimento. À medida que a competitividade entre as empresas continua a aumentar, as funções operacionais devem estar preparadas para as capacidades a serem desenvolvidas e seguir planos de longo prazo (SLACK, 2013).

De início deve-se introduzir o conceito de Indicadores de desempenho e KPI.

Segundo Francischini e Francischini (2017, p. 6) “Indicadores de desempenho: são medidas que mostram a comparação do que foi realizado pela operação em relação à expectativa ou objetivo do gestor.

Os indicadores de desempenho devem ser considerados como parte integrante do processo de planejamento e controle, fornecendo uma maneira de obter dados que podem ser usados como informações para a tomada de decisão (NEELY, 1997).

Segundo Zeltzer (2005), os principais requisitos para geração de indicadores são: importância, simplicidade, baixo custo de aquisição, representatividade e/ou abrangência, estabilidade e durabilidade, rastreabilidade e acessibilidade, confiabilidade e consistência e comparabilidade; sistema de informação (identificar fontes de dados, eliminar indicadores inviáveis), medição e análise de dados e resultados (coletar, processar e analisar dados e resultados), uso de dados e resultados (tomar decisões com base na análise), avaliação e melhoria (avaliar o uso de indicadores, melhorar o sistema de indicadores) (ZELTZER, 2005).

De acordo com Gagnon (1999), a eficiência geral da indústria é diretamente afetada pelo desempenho dos equipamentos, pois eles estão totalmente envolvidos nas decisões como a tecnologia utilizada no processo, a capacidade industrial, a quantidade de mão de obra e o tipo de produto a ser desenvolvido.

Segundo Xenos (2004, *apud* Ferrão e Toledo, 2019), as atividades básicas de manutenção existem para prevenir a degradação do equipamento causada pelo desgaste natural, seja devido à má aparência ou perda de desempenho, tempo de inatividade da produção, fabricação de produtos de qualidade inferior e poluição ambiental. Todos os tipos de desgastes mencionados acima podem causar muita perda de produtividade, apesar disso, muitas organizações ainda utilizam técnicas tradicionais de manutenção, e ainda faltam prioridades de integração entre os departamentos de produção e manutenção.

Segundo Filho (2006), para definir um plano estratégico para uma indústria, é necessário medir parâmetros e definir indicadores de desempenho na máquina.

Francischini e Francischini afirmam:

A função dos indicadores de desempenho é mostrar ocorrência ou ausência de fatos relevantes, ser capaz de chamar a atenção de um analista sobre problemas que estão ocorrendo em um sistema produtivo e, também, ser portador da informação de que o problema foi resolvido (2017, p. 26).

Figura 1 - Abrangência do termo “Desempenho”

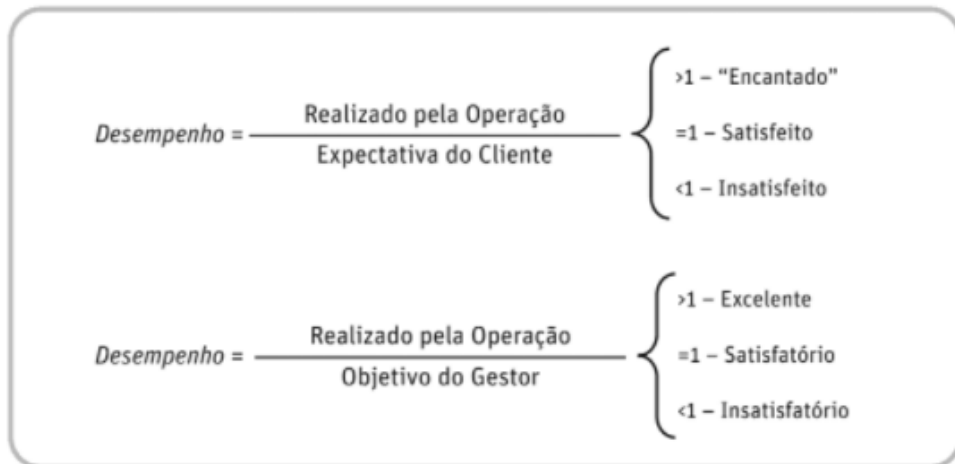


Fonte: FRANCISCHINI, A.; FRANCISCHINI, P., 2017.



Quanto à relação entre os resultados do negócio e as metas dos gestores, as metas alcançadas pelas operações de negócios podem ser menores, iguais ou maiores que essas metas. Classificando o desempenho como insatisfatório, satisfatório ou excelente, respectivamente (FRANCISCHINI, A.; FRANCISCHINI, P., 2017).

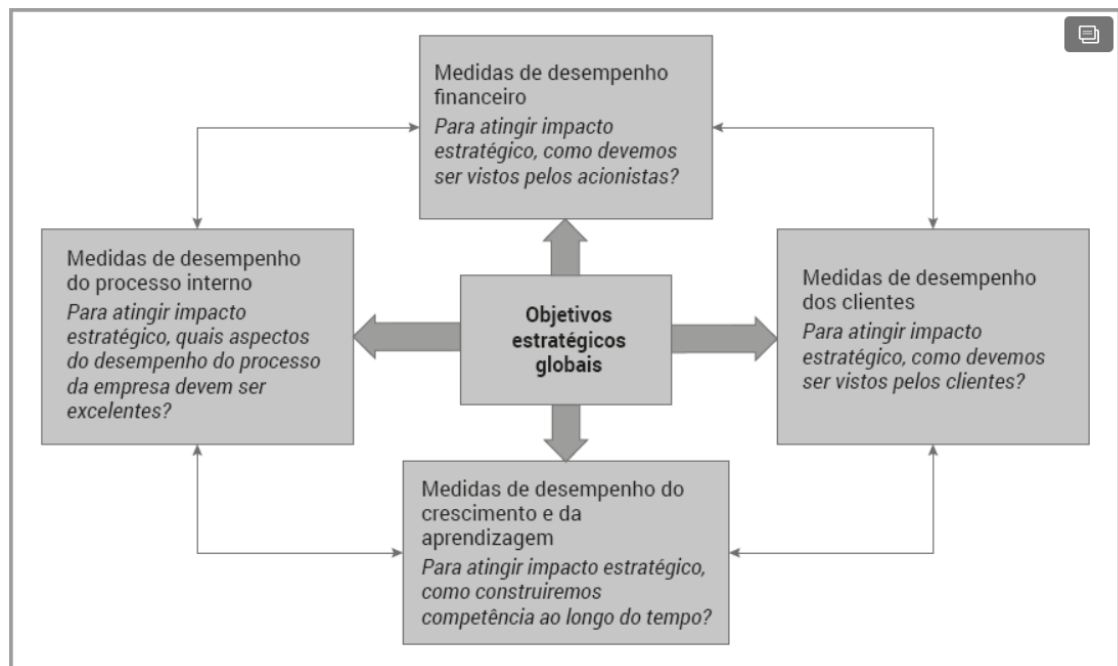
Figura 2 - Avaliação do Desempenho



Fonte: FRANCISCHINI, A.; FRANCISCHINI, P., 2017.

Segundo Slack (2018), a forma de mensuração do desempenho talvez mais conhecida e usada por muitas organizações, é a abordagem “*balanced scorecard*” criada por Kaplan e Norton. “O *balanced scorecard*” mantém os indicadores financeiros tradicionais. Mas os indicadores financeiros contam o que aconteceu no passado. Essa história se aplica a empresas na era industrial, onde investimentos em recursos materiais de longo prazo e relacionamentos com clientes não são importantes para o sucesso. No entanto, esses indicadores financeiros medidas não são suficientes para orientar e avaliar o caminho que as empresas devem seguir na era da informação para aumentar o valor futuro, investindo em clientes, fornecedores, funcionários, processos, tecnologia e inovação.”

KAPLAN E NORTON, 1997, sugerem o desenvolvimento de indicadores em quatro dimensões para o *Balanced Scorecard*: finanças, clientes, processos internos e aprendizado e crescimento conforme a figura 3:

Figura 3 - Medidas do *Balanced Scorecard*

Fonte: Slack, 2018

Já para os KPIs:

O termo KPI vem do inglês Key Performance Indicator (indicador chave de desempenho). Estes indicadores são utilizados para medir o desempenho das atividades, processos e sistemas, permitindo o acompanhamento sistemático de metas estabelecidas (2017 *apud* BRASIL; CANDIA, 2020, p. 2).

Segundo Bastos *et al.* (2020, p. 2) “se fez necessário para compreensão e entendimento da extensão do problema no que tange o aumento do KPI o aprofundamento e estudo de conceitos renomados e de comprovada eficácia do lean manufactory (produção enxuta), como o Kaizen, Kanban, JIT[...]”.

Esses indicadores possibilitam a transformação de números em conhecimento e visão global. Com esses dados é possível identificar problemas nas atividades e priorização / ajustes na estratégia definida, diagnosticando de forma precisa a atividade em questão, diminuindo a frequência de erros de planejamento (BRASIL & CANDIA, 2020).

Pode-se citar como principais indicadores KPIs de Produção o “IROG” e “OEE”.

OEE: é um indicador proposto pela metodologia TPM, conhecido como um método para a medição de desempenho de uma máquina, através de índices de disponibilidade, performance e qualidade. Esse indicador de desempenho é utilizado na linha de produção e tem por objetivo a maximização da eficiência, permitindo uma análise mais detalhada das perdas mediante cálculos. Através da análise é possível verificar a evolução do índice, o reflexo

de ações implementadas. Além disso, é utilizado para traçar e definir estratégias empresariais para tomada de decisão (GAMBERINI E SUZANO, 2020, p. 8).

A Eficiência Global de Equipamentos é considerada a evolução das métricas do processo TPM. É medida a partir da estratificação das seis maiores perdas e calculada pelo produto dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade. Visa revelar os custos ocultos da empresa, principalmente (NAKAJIMA, 1989).

As seis grandes perdas definidas por Nakajima (1989) estão descritas abaixo:

1. Perda por Quebra: caracterizada pela perda de função dos equipamentos e/ou recursos por um determinado tempo, até que seja corrigida sua perda funcional;
2. Perdas por Setup e Regulagens: são relacionadas a mudanças de produtos e regulagens até que o equipamento esteja em totais condições de produzir o novo produto;
3. Perdas por Ociosidade ou Pequenas Paradas: caracterizada por desligamentos e inicializações frequentes com intervalos curtos e tempo de manutenção não superior a cinco minutos. (SUEHIRO, 1992);
4. Perdas por Redução de Velocidade: são ocasionadas pelo funcionamento dos equipamentos em velocidade e/ou cadência inferior à teórica aumentando os tempos de ciclos dos processos;
5. Perdas por Problemas de Qualidade e Retrabalhos: estão relacionadas à produção de produtos abaixo do padrão causados por falha do equipamento;
6. Perdas por Queda de Rendimento: estão relacionadas às restrições de especificação dos equipamentos, necessitando de um período de estabilização após períodos de paradas.

Sendo o OEE o produto dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade, temos a seguinte equação:

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (1)$$

As seis grandes perdas estão relacionadas aos três índices que forma o cálculo do OEE. As perdas 1 “quebra” e 2 “Setup e regulagens” formam o índice de disponibilidade, as perdas 3 “Pequenas Paradas” e 4 “redução de velocidade” formam

o índice de Performance. Já o índice de Qualidade é composto das perdas 5 “Problemas de Qualidade e retrabalho” e 6 “Queda de Rendimento”.

O indicador de disponibilidade do equipamento mostra a porcentagem de tempo em que o equipamento esteve em operação, também indica a porcentagem de tempo que esteve inativo. O desempenho está diretamente relacionado à velocidade do motor e à taxa de inatividade nos recursos gerenciados, a qualidade representa os produtos ruins e/ou fora de especificação fabricados pelo equipamento. (MORAES, 2004).

As equações 2, 3 e 4, demonstram as fórmulas para cálculo dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade de um equipamento (MORAES, 2004).

$$Disp(\%) = \frac{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}}{\text{tempo total programado}} * 100 \quad (2)$$

O tempo total na programação dos equipamentos é dividido em duas bases de cálculo de acordo com o tempo teórico de utilização do processo produtivo, uma é utilizada para parada programada, a outra é utilizada para as paradas não planejadas (MORAES, 2004).

O desempenho operacional está relacionado ao tempo e ciclo de um determinado processo produtivo, que depende do tempo operacional que pode ser afetado por desacelerações e paradas (MORAES, 2004).

$$Perf. (\%) = \frac{\text{Tempo teórico do ciclo} \times \text{total de paradas produzidas}}{\text{tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}} * 100 \quad (3)$$

A qualidade pode ser expressa pela capacidade do produto estar em boas condições na primeira tentativa, e a porcentagem é concentrada no número de produtos residuais para reprocessamento subsequente (MORAES, 2004).

$$Qualidade (\%) = \frac{\text{total de peças produzidas} - (\text{total de refugos} + \text{retrabalhos})}{\text{total de peças produzidas}} * 100 \quad (4)$$

Segundo Shirose (1994), o valor de eficiência de um ambiente de fábrica usando ferramentas OEE para expressar sua eficiência é de 30% a 60%. Segundo Nakajima (1989), os resultados do OEE devem ser considerados excelentes, com pontuação de 85%. Porém, ao apontar um conjunto de indicadores, os resultados devem conter informações confiáveis, enfatizando que é difícil para as empresas em geral apontar corretamente os eventos.

Já o IROG, segundo ANTUNES et al:

IROG – Índice de Rendimento Operacional Global dos equipamentos consiste, a partir de uma medição simplificada, no monitoramento contínuo de fatores que mais influenciam o desempenho do equipamento em geral, indicando áreas onde podem ser feitas melhorias, através da identificação dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade (2008, apud JUNIOR et al, 2015).

Segundo Antunes et al. (2008), o indicador IROG "representa a razão entre o tempo de valor agregado em unidades de peças ou produtos e o tempo total de produção", que pode ser calculado pela Equação 5:

$$\mu_{global} = \frac{\sum_{i=1}^n tpi * qi}{T} \quad (5)$$

Onde:  $tp_i$  - tempo de ciclo;

$q_i$  - Quantidade do produto;

$T$  – Tempo total disponível;

Ainda de acordo com Antunes et al. (2008), o cálculo do IROG pode ser desenvolvido decompondo a Equação 5 de modo a facilitar a compreensão e análise das principais perdas de eficiência observadas no ambiente de trabalho. Desta forma, calcula-se o índice multiplicando o tempo operacional, desempenho operacional e indicadores de produto aprovados de acordo com a Equação 6:

$$\mu_{global} = \mu_1 * \mu_2 * \mu_3 \quad (6)$$

Onde:  $\mu_1$  = índice de tempo operacional;

$\mu_2$  = índice de performance operacional;

$\mu_3$  = índice de produtos aprovados;

Índice de tempo operacional (ITO)

Indica o tempo de operação disponível e descontos para todas as paralisações não planejadas. O ITO pode ser calculado pela Equação 7 (ANTUNES et al., 2008):

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo total} - \sum \text{Tempo paradas não programadas}}{\text{Tempo total}} \quad (7)$$

Índice de performance operacional (IPO)

No momento do IPO, a performance da máquina é avaliada e diretamente relacionada à velocidade observada do equipamento comparando com a velocidade teórica. É calculado pela Equação 8 (ANTUNES et al., 2008):

$$\mu_2 = \frac{\text{Tempo operacional} - \sum \text{queda de velocidade}}{\text{Tempo operacional}} \quad (8)$$

### Índice de performance operacional (IPA)

Relacionado à especificação dos produtos produzidos, ou seja, a quantidade de produtos dentro das especificações é comparada com a quantidade não conforme. De acordo com a Equação 9 (ANTUNES et al., 2008):

$$\mu_3 = \frac{PB - PRR}{PB} \quad (9)$$

Onde:

PB = total de peças boas produzidas

PRR = total de peças refugadas e/ou retrabalhadas

Introduzidos os conceitos de indicadores de desempenho e os principais KPIs de produção deve ser contextualizado o WCM, seu surgimento, pilares e etapas.

De acordo com Schonberger a Segunda Guerra Mundial, em 1984, Hayes e Wheelwright 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 fundamentam 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) (1986, apud SILVA 2017).

Segundo Yamashina (2007), o WCM se trata de um conjunto de metodologias aplicadas e do desempenho alcançado pelas melhores e mais competitivas organizações mundiais, baseando-se em conceitos como Total Productive Maintenance (TPM), Total Quality Control (TQC), Total Industrial Engineering (TIE) e Just In Time (JIT) (2007, apud SILVA, 2017).

Segundo Yamashina (2009), WCM é o nível de excelência para todo o ciclo logístico e produtivo, envolvendo os métodos e desempenho alcançados pelas melhores organizações do mundo. Segundo o autor, o WCM tem e segue os seguintes pilares:

a) Pilar Segurança: visa a melhoria contínua do ambiente de trabalho e a eliminação de condutas e comportamentos inseguros que podem levar a acidentes. Por isso, este método auxilia na prevenção de acidentes observando, analisando

detalhadamente e eliminando todas as causas dos acidentes que ocorrem ou podem ocorrer dentro da empresa, incluindo acidentes menores e "quase acidentes";

b) Pilar Desdobramento de Custos (CD): apoia métodos e sistemas para identificação de desperdícios e perdas em áreas que estão sendo inspecionadas, avaliadas e convertidas em valor através de metodologias de custeio. O Desdobramento de Custos orienta para personalizar o melhor método técnico para eliminar a causa e avaliar completamente o custo da atividade de eliminação e a melhoria no desempenho;

c) Pilar Melhoria Focada: é um pilar técnico desenhado para fazer face às enormes perdas resultantes dos Desdobramento de Custos, que têm um grande impacto no orçamento da empresa e nos indicadores chave de desempenho (KPI) da empresa. Espera-se que possam ser alcançadas muitas reduções de custos através suas soluções;

d) Pilar Manutenção Autônoma e Organização do posto de trabalho: atividades destinadas a prevenir problemas nos equipamentos da máquina e pequenas avarias por falta de manutenção das condições dos equipamentos. É constituída por um conjunto de normas técnicas, métodos e instrumentos que, juntos, criam um local de trabalho ideal para atingir a melhor qualidade e o máximo segurança e valor;

e) Pilar Manutenção Profissional: atividades relacionadas com a construção de um sistema de manutenção que pode reduzir a zero os danos e pequenas paradas de máquinas e equipamentos, além de economizar dinheiro porque usa práticas baseadas na manutenção para estender o ciclo de vida das máquinas por meio de práticas preventivas e corretivas;

f) Pilar Controle de Qualidade: prega que a qualidade se constrói no processo, não apenas pelo controle dos resultados, portanto, se o processo não for bem feito, é impossível obter bons resultados;

g) Pilar Logística: é um conjunto de fluxo de informações e fluxo de material físico que para atender às necessidades do cliente, enviando os componentes e objetos certos no lugar certo, na hora certa, na quantidade certa e com a qualidade certa;

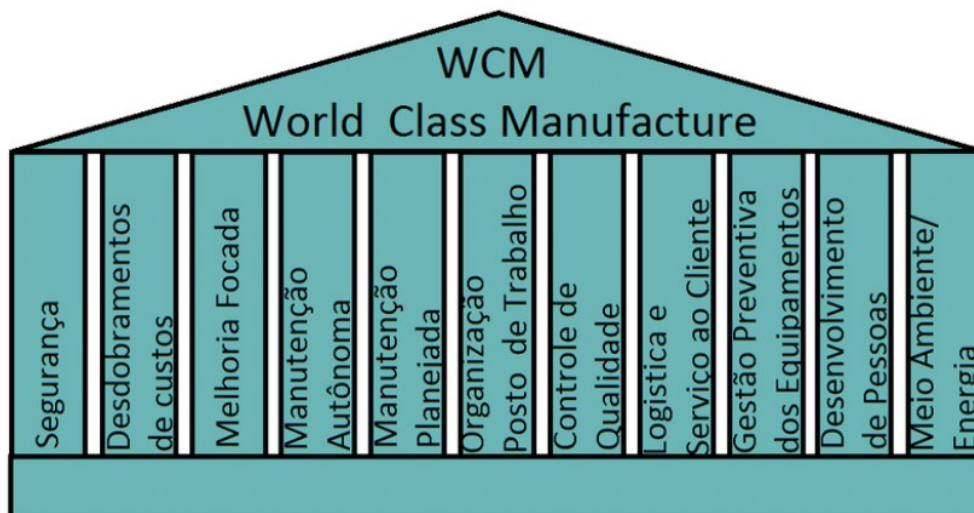
h) Pilar Gestão Preventiva de Equipamentos: prevê a cooperação estreita entre o pessoal que gerencia o projeto das máquinas (departamento técnico), o fornecedor

que projeta o produto (máquina), e o pessoal que opera a máquina na produção, especialmente o pessoal de manutenção;

i) Pilar Desenvolvimento de Pessoas: em um mercado onde o desenvolvimento de processos de produção e produtos exige conhecimentos sólidos e atualizações contínuas, alcançar a perfeição é um fator competitivo fundamental, não só para gerentes e técnicos, mas também para operadores;

j) Pilar Técnico Ambiental: refere-se a um sistema de produção completo, atentando para o conhecimento e gestão ambiental relacionados às atividades realizadas.

Figura 4 – Pilares do WCM



Fonte: Parreiras et al,2014 adaptado de Yamashina 2007

Dentre os pilares do WCM, o pilar de desdobramento de custos ou Cost Deployment (CD) é aquele que deve iniciar a aplicação do WCM, e consiste em transformar as perdas inicialmente tratadas em tempo em custos, quantificando em valor monetário, direcionando para as maiores perdas e sua resolução de forma prioritária (FARIA, VIEIRA, PERETTI, 2012; PARREIRA, 2014).

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



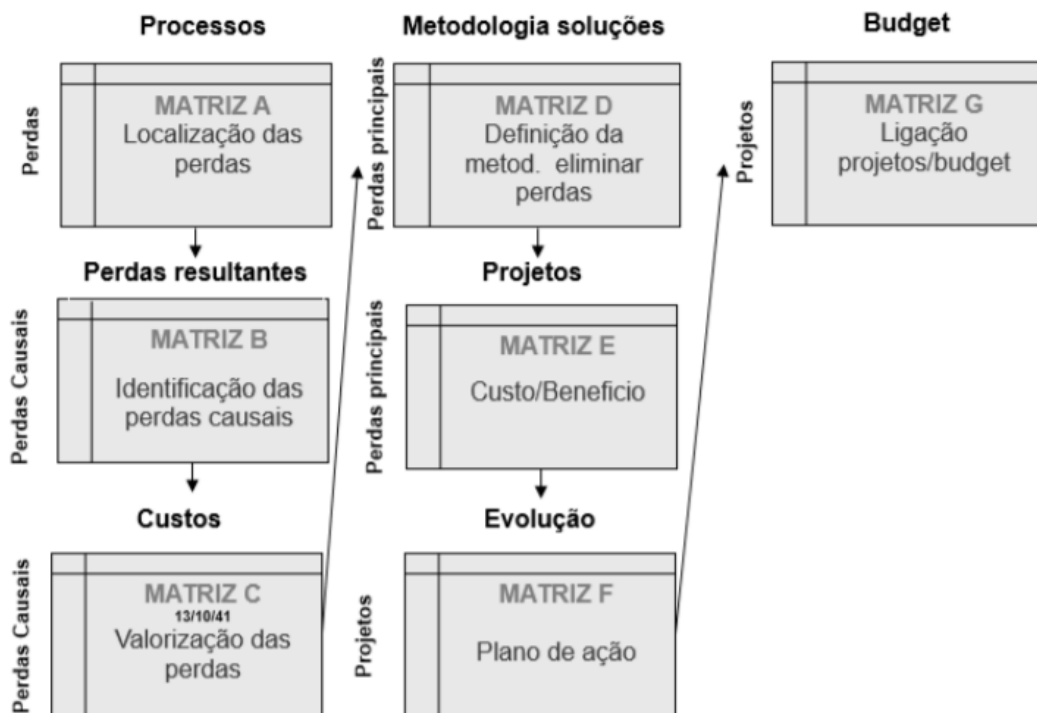
as atividades pelo pilar de desdobramento de custos, até chegar em qual a maior perda e como esta perda será atacada prioritariamente (FARIA, 2012).

O Cost Deployment determina a individualização e diferenciação do que é uma perda e um desperdício, e realiza sua quantificação e distinção em perda causal ou resultante por meio de uma matriz de correlação das perdas e desperdícios com as suas causas-raiz e orienta para um melhor planejamento para eliminação desta, avaliando os custos das perdas e do melhoramento da performance (YAMASHINA, 2000; MASSONE, 2007).

O pilar de Desdobramento de Custos é um programa sistemático de identificação de perdas e desperdícios na fabricação, por meio dele, a empresa pode apurar as causas dessas situações e implantar de forma sistemática projetos de melhoria voltados para a solução desses problemas. Além disso, também fornece uma ferramenta para priorizar projetos de melhoria de fábrica, como bússola para orientar a gestão de custos e a tomada de decisões da empresa (GIOVANDO; CROVINI; VENTURINI, 2017; HOEG; KNUTSEN, 2016; YAMASHINA, 1999).

A Figura 5 demonstra a lógica de aplicação do Desdobramento de Custo em um percurso de sete etapas afirmadas por Silva et al. (2013).

Figura 5 - Percurso Lógico do Desdobramento de Custos



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.

Segundo a Plexus (2010), existe uma estrutura bastante importante para elaboração do controle de custos, sendo ela organizada nos seguintes passos:

Passo 1:

- Identificar o custo total da unidade com o departamento de Finanças;
- Estabelecer uma meta de redução de custo;
- Separar o custo total por processos diversos;

Passo 2:

- Identificar desperdícios e perdas qualitativamente;
- Identificar desperdícios e perdas com base em dados passados ou sob medida;

Passo 3:

- Separar perdas causais e perdas resultantes;

Passo 4:

- Transformar em custos perdas e desperdícios identificados;

Passo 5:

- Identificar os métodos para recuperar desperdícios e perdas;

Passo 6:

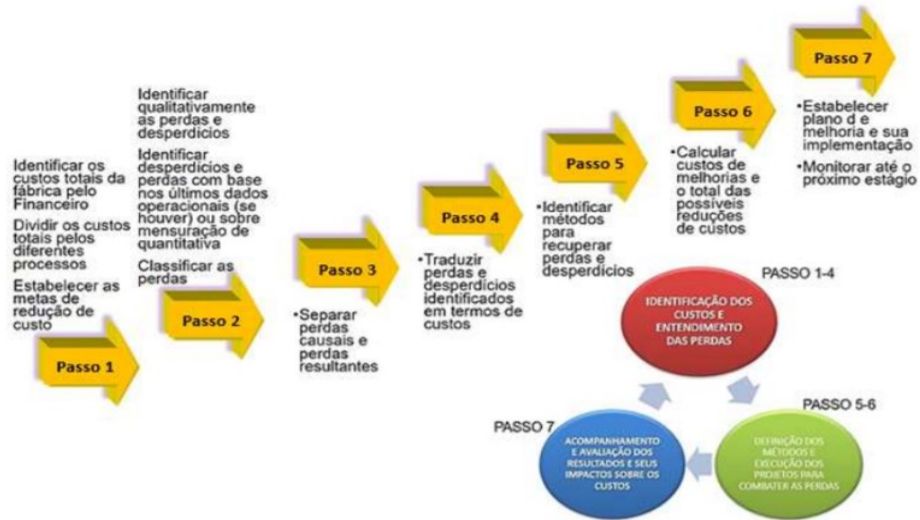
- Estimar o custo para melhoria e o montante da possível redução de custo;

Passo 7:

- Estabelecer um plano de melhoria e sua implementação;
- Monitoração Base para o Budget, ou seja, despesas do ano N+1.

Os passos podem ser resumidos e simplificados conforme a Figura abaixo:

Figura 6 - Os sete Passos do Desdobramento de Custos



Fonte: adaptado de Fiat Group (2007).

Fonte: Queiroz, 2007 adaptado de Fiat Group (2007).

## 5. DELINEAMENTO DA PESQUISA

Quanto à natureza da pesquisa é quanti-qualitativa, pois foram utilizados dados e informações dos indicadores de produção, demonstrar a sua implementação inicial e transformação em valores monetários.

De acordo com os autores Prodanov e Freitas, tem-se:

Pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.). (2013, p. 69).

E para reforçar à natureza desta pesquisa, Prodanov e Freitas dizem que:

Pesquisa qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. (2013, p. 70).

Quanto aos objetivos da pesquisa é explicativa, pois, além do registro e análise dos dados há a interpretação dos fenômenos estudados

De acordo com GIL:

Quando o pesquisador procura explicar os porquês das coisas e suas causas, por meio do registro, da análise, da classificação e da interpretação dos fenômenos observados. Visa a identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos; “aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas.” (2010, p. 28)

Quanto ao método de pesquisa adotado é o de pesquisa-ação devido ao envolvimento do pesquisador em função do resultado.

De acordo com Prodanov e Freitas temos:

Quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (2013, p. 66)

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1 Descrição do processo**

Como já introduzido anteriormente, a empresa estudada é do ramo agro químico, localizada na cidade de Londrina.

Primeiro passo foram os processos de síntese, que consiste na construção das moléculas de seus principais ativos e o de formulação, que é a preparação da solução e adição de aditivos como por exemplo anti espumantes e emulsificantes. Ambos necessitam de maiores intervenções manuais e maior atenção de operadores para aberturas de válvulas e liberação da próxima etapa para os equipamentos através de sistemas informatizados. Para este passo foi definido o R.O como mensurador de eficiência.

Após a síntese/formulação, a maioria dos produtos são direcionados para o envase em bombonas de 5, 10 ou 20 Litros. Por ser um processo muito mais automatizado, com necessidade de intervenção humana somente em caso de erros/falhas no processo. Para esse processo foi definido o OEE como KPI para sua mensuração.

### **6.2 Indicadores utilizados**

Primeiramente, para a mensuração das perdas em horas foram utilizados os indicadores tradicionais de produção OEE e RO com suas perdas apontadas em planilhas eletrônicas.

Para o KPI OEE que foi utilizado no processo de envase automatizado da empresa foram adaptados os métodos do TPM para melhoria da precisão nos apontamentos, para isso foram utilizadas 11 grandes perdas ao invés de 6 como recomendado na literatura após análise em campo das particularidades dos processos envolvidos. As planilhas foram separadas em 31 abas, sendo uma para cada dia, possuindo separação por turnos para preenchimento do operador. Segue abaixo estratificação das perdas do OEE:

Figura 7 - Perdas OEE

DISPONIBILIDADE	
1 - FALHA	
2 - SET UP	
3 - TROCA de INSUMOS	
4 - INICIO/ FIM DE PRODUÇÃO	
5 - ORGANIZAÇÃO DA LINHA	
6 - GERENCIAMENTO	

PERFORMANCE	
7 - VELOCIDADE	
8 - PEQUENAS PARADAS	
12 - LOGÍSTICA	

QUALIDADE	
7 - DEFEITOS / RETRABALHO	
13 - MEDIÇÕES / AJUSTES	

Fonte: O Autor (2022).

Ao final dos turnos foram registradas todas as perdas registradas e seus respectivos motivos na planilha, além dos dados de produtos, lote, data e horário de início e término da produção e o volume envasado. Segue abaixo planilha utilizada para registro dos apontamentos:

Figura 8 - Planilha OEE

INÍCIO	1º TURNO								OEE	#DIV/0!	
	Produto	Cap. Programada (l./h.)	Lote Envasado	Início (dd/mm/aa hh:mm)	Término (dd/mm/aa hh:mm)	Duração (min)	Volume Envasado (L)	Tempo Estimado (min)			Diferença (min)
	0					0,0		0,0	0,0	Tempo a ser Justificado (minutos) <b>720,0</b>	
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
	0					0,0		0,0	0,0		
						0		0,0	0,0	Volume Refugo / Retrabalhado / Problema de Qualidade	
										OPERADOR	
	Tempo (min)	0	Parada Programada de Equipamentos / Linhas devido manutenções periódicas planejadas, inspeções legais ou definições da empresa.								Volume (L)
	<b>PARADAS PROGRAMADAS</b>	0									
	Deslocamento de Equipe										
	Decisão Gerencial										
	Limpeza Programada										
	Manutenção Programada										
	Novos Projetos / Otimização Processos										
	Refeição										
	Reunião / Treinamento Programado										
	<b>PERDAS DISPONIBILIDADE</b>	0									
	<b>1 - FALHA</b>	0	Parada inesperada do equipamento superior a 10 minutos gerada pela perda súbita de função, com ou sem a necessidade de troca de								
	Manut. Corretiva Mecânica										
	Manut. Corretiva Elétrica										
	Manut. Corretiva Instrumentação										
	Manut. Autônoma										
	<b>2 - SET UP</b>	0	Tempo total utilizado (incluindo ajustes) para mudar de um SKU (produto) para outro SKU em velocidade/produção e qualidade nominal								
	Descontaminação Vermelha										
	Descontaminação Laranja										
	Descontaminação Amarela										
	Descontaminação Verde										
	Troca de Ferramental										
	Troca de Lote Reenvase (Ext. Poquer)										
	Troca de Lote Envasado										
	Análise Controle Qualidade										
	<b>3 - TROCA de INSUMOS</b>	0	Tempo de parada de uma linha/ equipamento durante o processo causada pela necessidade de mudança de itens/ insumos ao término de sua								
	Troca de Rótulos, Tarja, etc...										
	Troca de Filme/ Fita										
	Troca de Tinta/ Solvente										
	Troca/ Limpeza de elemento filtrante										

Fonte: O Autor (2022).

Já para o R.O foi utilizado para mensuração de eficiência das fábricas com processos mais manuais da empresa, que são o processo de síntese e formulação de ativos. As grandes perdas do R.O foram adaptadas para 8 para melhorar a visibilidade de cada perda e facilitar o apontamento pelo operador dadas as especificidades do processo. Foi criada somente uma aba para registro dos apontamentos do mês. Seguem as perdas utilizadas para o R.O:

Figura 9 - Perdas RO

GRANDES PERDAS	
PARADAS_PROGRAMADAS	Programada
FALHA	Disponibilidade
SET_UP	Disponibilidade
TROCA_DE_INSUMOS_PRODUTIVOS	Disponibilidade
INÍCIO_E_FIM_DE_PRODUÇÃO	Disponibilidade
GERENCIAMENTO	Disponibilidade
VELOCIDADE	Performance
LOGÍSTICA	Performance
DEFEITOS_E_RETRABALHOS	Qualidade

Fonte: O Autor (2022).

A cada término de lote os operadores apontaram na planilha o produto produzido, volume, número do lote, data e início de produção, tempo de perda e justificativas. Os apontamentos foram registrados em planilha do seguinte modelo:

Figura 10 - Planilha RO

DISPONIBILIDADE		107,0%		R.O.		#DIV/0!		SETUP		-0,050704225		DOWNTIME		0%					
PERFORMANCE		120,0%		R.O. (Lote)		TEMPO TOTAL (min)		TEMPO PADRÃO (min)		TEMPO A SER JUSTIFICADO (min)		SOMA TEMPO JUSTIFICADO (min)		STATUS					
QUALIDADE		#DIV/0!		INÍCIO (dd/mm/aa hh:mm)		FINAL (dd/mm/aa hh:mm)		R.O. (Lote)		TEMPO TOTAL (min)		TEMPO PADRÃO (min)		TEMPO A SER JUSTIFICADO (min)		SOMA TEMPO JUSTIFICADO (min)		STATUS	
PRODUTO	FORMULADOR	VOLUME (L)	VOLUME PERDIDO (L)	Nº LOTE	INÍCIO (dd/mm/aa hh:mm)	FINAL (dd/mm/aa hh:mm)	R.O. (Lote)	TEMPO TOTAL (min)	TEMPO PADRÃO (min)	TEMPO A SER JUSTIFICADO (min)	SOMA TEMPO JUSTIFICADO (min)	STATUS	TEMPO APONTADO (min)	SELECIONE A GRANDE PERDA	SELECIONE O MOTIVO	JUSTIFIQUE			
-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1.160	OK	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	5.195	OK	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	20	OK	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	80	OK	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	OK	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	OK	-	-	-	-			

Fonte: O Autor (2022).

### 6.3 Pilar Cost Deployment

Para a implementação do pilar foram utilizados os seguintes 7 passos usuais descritos na literatura com adaptações a realidade da empresa.

Passo 1:

### Definição do perímetro de custos abrangido pelo pilar:

O perímetro foi definido como todas as despesas da área industrial: Custos de Produção + Desperdícios de Materiais;

Custos de Produção (Classes de custo): Salário e Remunerações, Reparos e Manutenções, Serviços, outros custos e depreciação;

Desperdício de Materiais (Usos): Usos de matéria-prima e embalagem.

### Classificação dos custos:

Essa etapa deve contar sumariamente com o auxílio da equipe financeira da empresa para estratificação dos principais custos da empresa, nesse caso foram definidos os custos: Depreciação, Utilidades, Mão de obra direta/indireta, resíduos, análises laboratoriais, manutenção, salários e benefícios, tratamento de efluentes, outros e outros - fixos.

A planilha utilizada para registro das tarifas foi a seguinte:

Figura 11 - Exemplo da Matriz US\$/h

US\$/h		Factory Labour Fixed	Factory Labour Variable	Utility for production - Electricity
		US\$	US\$	US\$
Fábrica 01	Formulação			
Fábrica 02	Síntese			
Fábrica 03	Síntese			
Fábrica 04	Síntese			
Fábrica 05	Formulação			
Fábrica 06	Formulação			
Fábrica 07	Formulação			
Fábrica 08	Envase			
Fábrica 09	Envase			
Fábrica 10	Formulação			
Fábrica 11	Envase			

Fonte: O Autor (2022).

### Meta de redução:

Foi definida por padrão uma redução de 10% do perímetro (Orçamento). Porém, este valor é referência para um programa WCM já totalmente estruturado, como a empresa está em fase de desenvolvimento e estruturação do pilar essa meta foi diluída em 5 anos tendo início em 5% e aumentando 1% a cada ano decorrido até o 10%.

### Passo 2:

- Identificar desperdícios e perdas qualitativamente;

Atualmente, a empresa possui os indicadores de eficiência OEE para as linhas de envase e R.O (Rendimento Operacional) para as fábricas de síntese e formulação.



Para a criação destes indicadores foram analisadas as maiores ocorrências e adotadas perdas padrões que poderiam ocorrer nos processos, essas perdas separadas em 4 grandes categorias: Paradas Programadas, Disponibilidade, Performance e Qualidade. Dentro de cada categoria têm-se as perdas que ao todo somam 94 possíveis impactantes do processo.

Assim são estratificadas as perdas expressas de maneira Qualitativa (Matriz de Perdas). Para se obter estes dados quantitativamente foram utilizados os dados de apontamentos da produção, estes dados são imputados diariamente em planilhas disponibilizadas à produção. Análises são feitas diariamente desde dados a fim de se obter uma melhor assertividade e ao final do mês há a compilação destes inputs em uma planilha.

Segue abaixo modelo da Matriz de perdas:

Figura 12 - Exemplo Matriz de Perdas

<b>Categoria</b>	<b>Perda</b>	
Paradas Programadas	Deslocamento de Equipe	1
Paradas Programadas	Limpeza Programada	2
Paradas programadas	Manutenção Programada	3
Paradas Programadas	Novos Projetos / Otimização Processos	4
Paradas programadas	Refeição	5
Paradas Programadas	Reunião/Treinamento Programado	6
Disponibilidade	Manut. Corretiva Mecânica	7
Disponibilidade	Manut. Corretiva Elétrica	8
Disponibilidade	Manut. Corretiva Instrumentação	9
Disponibilidade	Manut. Autônoma	10
Disponibilidade	Falha Externa	11
Disponibilidade	Problema de Infraestrutura	12
Disponibilidade	Aguardando Manutenção	13
Performance	Vel. Reduzida - Equipamento	14
Performance	Vel. Reduzida - Matéria Prima	15
Performance	Vel. Reduzida - Mão de Obra	16
Performance	Tempo de Carga fora do padrão	17
Performance	Tempo de Reação fora do padrão	18
Performance	Tempo de Dispersão fora do padrão	19
Performance	Tempo de Destilação fora do padrão	20
Performance	Tempo de Formulação fora do padrão	21
Performance	Tempo de Filtração fora do padrão	22
Performance	Tempo de Moagem fora do padrão	23
Performance	Tempo de Secagem fora do padrão	24
Performance	Entupimentos/ Derramamentos	25
Performance	Falta de Espaço no Processo	26
Qualidade	Cross Contamination	27
Disponibilidade	Falta de Peças de Reposição	28
Performance	Vel. Reduzida - Produto	29
Performance	Alimentador de Tampas	30
Performance	Check Box	31
Performance	Encaixotadora	32
Performance	Envasadora	33
Performance	Esteiras	34
Performance	Fechadora de Caixas	35
Performance	Gravadora de Embalagens	36
Performance	Gravadora de Caixas	37
Performance	Magazine	38
Performance	Montadora de Caixas	39
Performance	Recravadeira	40
Performance	Rotuladora de Embalagens	41
Performance	Rotuladora de Caixas	42
Performance	Robô	43
Performance	Seladora	44
Performance	Demora / Falta de Abastecimento de Matéria Prima e	45
Performance	Demora / Falta de Retirada de Produto Acabado	46
Performance	Falta de Produto	47

Fonte: O Autor (2022).

A partir das planilhas de OEE e RO obtêm-se as perdas Quantitativamente (Matrix B) em horas por Fábrica, utilizando assim a mesma referência do OEE e R.O como as perdas para o Pilar. A Matriz B foi estruturada da seguinte forma:

Figura 13 - Matriz de perdas quantitativas (Matriz B)

Estratificação das perdas em Horas por Fábrica					Local Grupo	Fábrica 01	Fábrica 02	Fábrica 03
Categoria	Id.	Perda	Unidade	Total	Formulação	Síntese	Síntese	
Paradas Programac	1	Deslocamento de Equipe	E	Minutos	-	-	-	
Paradas Programac	2	Limpeza Programada	E	Minutos	-	-	-	
Paradas programad	3	Manutenção Programada	E/F	Minutos	-	-	-	
Paradas Programac	4	Novos Projetos / Otimização Processos	E	Minutos	-	-	-	
Paradas programad	5	Refeição	E/F	Minutos	-	-	-	
Paradas Programac	6	Reunião/ Treinamento Programado	E	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	7	Manut. Corretiva Mecânica	E/F	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	8	Manut. Corretiva Elétrica	E/F	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	9	Manut. Corretiva Instrumentação	E/F	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	10	Manut. Autônoma	E/F	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	11	Falha Externa	E/F	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	12	Problema de Infraestrutura	E/F	Minutos	-	-	-	
Disponibilidade	13	Aguardando Manutenção	E/F	Minutos	-	-	-	
Performance	14	Vel. Reduzida - Equipamento	E/F	Minutos	-	-	-	
Performance	15	Vel. Reduzida - Matéria Prima	E/F	Minutos	-	-	-	
Performance	16	Vel. Reduzida - Mão de Obra	E/F	Minutos	-	-	-	
Performance	17	Tempo de Carga fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	18	Tempo de Reação fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	19	Tempo de Dispersão fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	20	Tempo de Destilação fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	21	Tempo de Formulação fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	22	Tempo de Filtração fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	23	Tempo de Moagem fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	24	Tempo de Secagem fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	
Performance	25	Entupimentos/ Derramamentos	F	Minutos	-	-	-	

Fonte: O Autor (2022).

### Passo 3:

- Separar perdas causais e perdas resultantes;

Para transformação das perdas em horas para custo (US\$) (Passo 4) necessita-se de uma Matriz Financeira, expressa em US\$/h. A fim de se obter uma maior confiabilidade nos dados é utilizada a Matriz de Correlação a qual relaciona as perdas definidas com as respectivas atividades contábeis da Matriz Financeira que serão impactadas pela perda em questão. Desta forma consegue-se creditar corretamente as tarifas horárias de cada Atividade/fábrica para as perdas que realmente são impactadas por estas.

Atribui-se 1 para as atividades/perdas que possuam relação e nenhum valor para as que não possuem relação. Esta Matriz irá servir de suporte para o próximo passo onde foram transformadas as perdas, que antes eram expressas em horas, para custo. Conforme modelo abaixo:

Figura 14 - Matriz de correlação de perdas

Perda	Factory Labour Fixed	Factory Labour Variable	Utility for production
Deslocamento de Equipe			
Limpeza Programada			
Manutenção Programada			
Novos Projetos / Otimização Processos			
Refeição			
Aguardando Envase			
Reunião/Treinamento Programado			
Manut. Corretiva Mecânica			
Manut. Corretiva Elétrica			
Manut. Corretiva Instrumentação			
Manut. Autônoma			
Falha Externa			
Problema de Infraestrutura			
Aguardando Manutenção			
Vel. Reduzida - Equipamento			
Vel. Reduzida - Matéria Prima			
Vel. Reduzida - Mão de Obra			
Tempo de Carga fora do padrão			

Fonte: O Autor (2022).

#### Passo 4: Transformando as Perdas em horas para custo

Quando analisada a Árvore de Perdas expressa em horas tem-se uma visão da atual situação de uma linha/processo, entretanto, pode-se questionar se de fato esses impactos ali apresentados são os que mais irão impactar nas despesas e custos industriais como um todo. É sabido que tudo gira em torno de custos, despesas, e possui direta ou indiretamente um respaldo econômico, o mesmo ocorre aqui.

Quando abertas as perdas dos processos e, junto a elas, associadas as atividades contábeis, consegue-se obter uma nova visão, onde essas perdas possuirão maior representatividade nas despesas e no “bolso” da companhia (onde realmente importa).

As tarifas possuem pesos específicos para cada local/atividade, é este fato de distinguir a Matriz de custos da Matriz em horas (Matriz B), fazendo com que elas não sejam diretamente proporcionais.

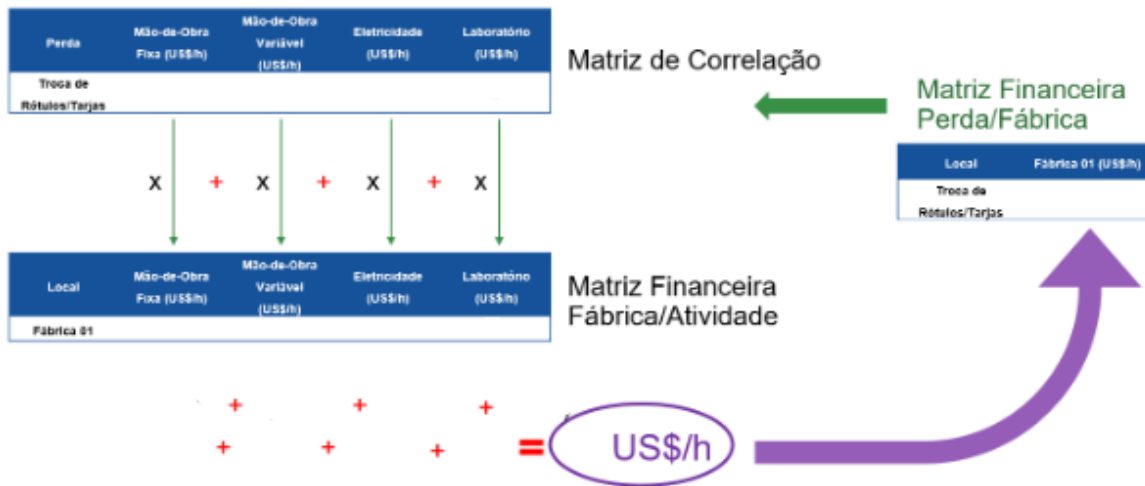
O objetivo desse passo é obter uma matriz estruturada da mesma maneira que a Matriz B, porém com os valores para cada perda expressos em Dólares. Esta Matriz será Resultado de uma série de multiplicação de matrizes (Elemento a elemento) e chamada de Matriz C, como pode-se observar nas ilustrações a seguir:

Figura 15 - Multiplicação de matrizes



Fonte: O Autor (2022).

Figura 16 - Transformação em valores monetários parte 1



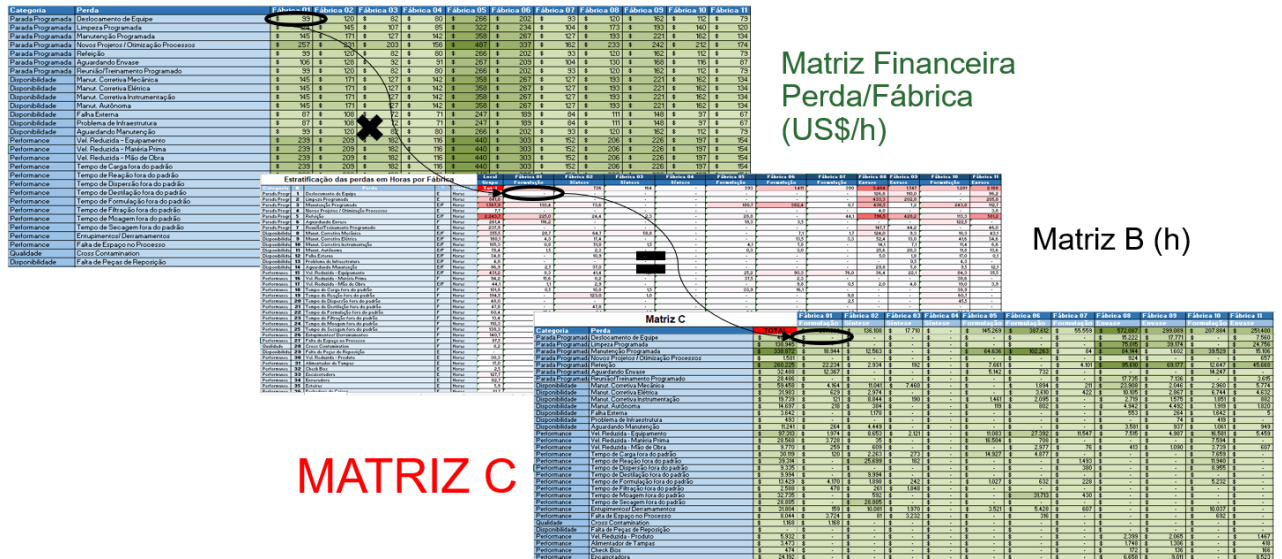
Fonte: O Autor (2022).

Figura 17 - Matriz Financeira Perda/Fábrica

Categoria	Perda	Fábrica 01	Fábrica 02	Fábrica 03	Fábrica 04	Fábrica 05
Parada Programada	Deslocamento de Equipe					
Parada Programada	Limpeza Programada					
Parada Programada	Manutenção Programada					
Parada Programada	Novos Projetos / Otimização Processos					
Parada Programada	Refeição					
Parada Programada	Aguardando Envase					
Parada Programada	Reunião/Treinamento Programado					
Disponibilidade	Manut. Corretiva Mecânica					
Disponibilidade	Manut. Corretiva Elétrica					
Disponibilidade	Manut. Corretiva Instrumentação					
Disponibilidade	Manut. Autônoma					
Disponibilidade	Falha Externa					
Disponibilidade	Problema de Infraestrutura					
Disponibilidade	Aguardando Manutenção					
Performance	Vel. Reduzida - Equipamento					
Performance	Vel. Reduzida - Matéria Prima					

Fonte: O Autor (2022).

Figura 18 - Transformação em valores monetários parte 2



Fonte: O Autor (2022).

Após as multiplicações chega-se na Matriz C que demonstra os custos total das perdas por fábrica conforme seguinte modelo:

Figura 19 - Matriz C

Cost Matrix Finance x Matriz B		Fábrica 01	Fábrica 02	Fábrica 03	Fábrica 04
Categoria	Perda	TOTAL	Formulação	Síntese	Síntese
Parada Programada	Refeição	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Descontaminação Vermelha	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Parada Programada	Limpeza Programada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Parada Programada	Manutenção Programada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Parada Programada	Novos Projetos / Otimização Processos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Parada Programada	Deslocamento de Equipe	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Troca de Rolos, Tarja, etc.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Partida da linha	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Parada Programada	Aguardando Envase	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Aguardando Envase	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Parada Programada	Reunião/Treinamento Programado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Análise Controle Qualidade	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Qualidade	Concentração fora de especificação	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Performance	Vel. Reduzida - Equipamento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Descontaminação Verde	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Derramamento de Produto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Manut. Corretiva Elétrica	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Manut. Corretiva Mecânica	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Troca de Lote Envase	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Disponibilidade	Parada da linha	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Qualidade	Embalagem fora de especificação	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Fonte: O Autor (2022).

Passo 5:

- Identificar os métodos para recuperar desperdícios e perdas.

Com a Matriz C em mãos tem início de fato os trabalhos, pois a partir dela foram criados os gráficos e levantados os dados que irão **direcionar os projetos**, como observado em alguns exemplos abaixo.

Baseado nos dados da Matriz C serão priorizadas as perdas/locais que possuam maior impacto/expressividade. Em um primeiro momento define-se a Matriz D, nesta matriz estruturou-se todos os projetos para obtenção de uma visão prévia e mais básica da situação que se dará futuramente. Para isso, tem-se nesta matriz:

- Pilar WCM responsável (MA, MP, ME, MQ, ET, CI, ESH);
- Ferramentas;
- KPI impactado;

Figura 20 - Matriz D

#	Categoria	Tipo de perda tratada	Local/Setor /Área	Perda total	Nome do Projeto	Pilar							MAIOR IMPACTO
						MA	MP	ME	MQ	ET	CI	ESH	

Fonte: O Autor (2022).

#### Passo 6:

- Estimar o custo para melhoria e o montante da possível redução de custo;

Após uma ideia prévia da atual situação, realizadas discussões acerca dos temas, e definido os pilares responsáveis, é possível partir para o acompanhamento dos Projetos na Matriz E.

Essa matriz é responsável por compilar os dados de todos os projetos em um só lugar, nos dando assim uma visão macro das informações e seja possível então administrar da melhor maneira possível o andamento de cada projeto.

A Matriz E mostrará:

- N° de identificação e Nome do Projeto;
- Área de aplicação do Projeto;
- Categoria do Saving
- Custo do Projeto;
- Saving acumulado(economia);

- Datas de início e fim;
- Status;
- ROI (Retorno sobre o investimento)

Figura 21 - Matriz E

#	Project Name	Area	Saving Category	Investment Value (kUS\$)	ROI (Years)	Accumulated Saving	Start date	Finish Date	Status
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

Fonte: O Autor (2022).

A Matriz E servirá de base para construção de mais alguns gráficos que irão auxiliar na visualização da real situação dos Savings, enxergar como está distribuição destes por pilar, entre outros dados, como por exemplo, comparações entre custo benefício geral.

Passo 7:

Monitoramento;

A Matriz F por sua vez será a principal matriz, pois esta servirá como bússola para as reuniões mensais, mostrará mês a mês os Savings planejados para cada projeto, o realizado e a situação acumulada, além da % de atingimento do projeto até o momento (soma do total planejado ÷ soma do total realizado até o momento).

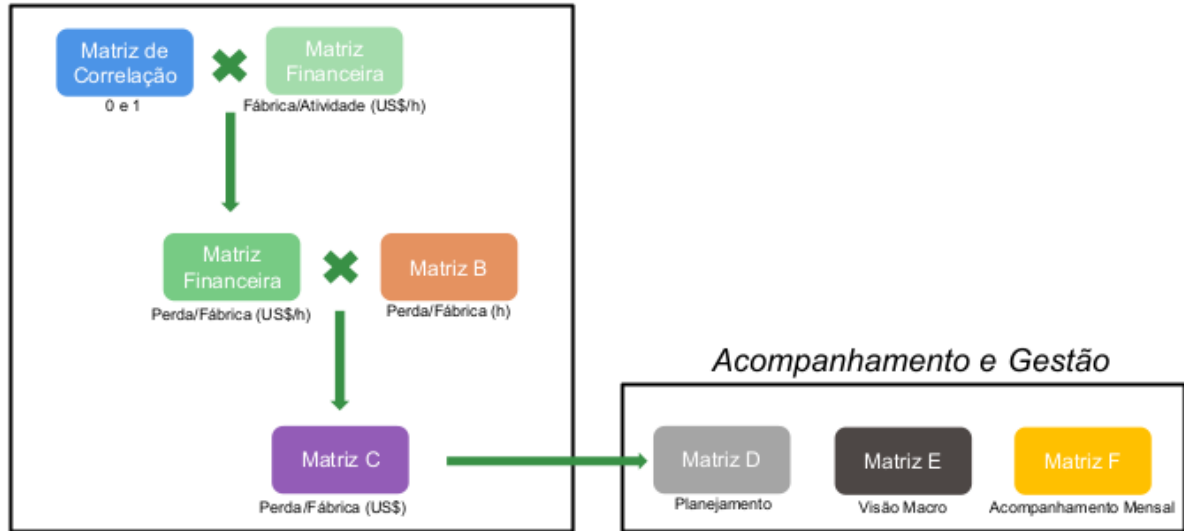
Figura 22 - Matriz F

#	Nome do Projeto	Area	Pillar	##	Economia Anual Geral	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
1		0		PLAN	-				
				REAL	-				
				ACUM	-				
2		0		PLAN	-				
				REAL	-				
				ACUM	-				
3		0		PLAN	-				
				REAL	-				
				ACUM	-				
4		0		PLAN	-				
				REAL	-				
				ACUM	-				
5		0		PLAN	-				
				REAL	-				
				ACUM	-				
6		0		PLAN	-				
				REAL	-				
				ACUM	-				

Fonte: O Autor (2022).

De forma a facilitar o entendimento de cada matriz e suas finalidades foi elaborada uma visão macro das matrizes do pilar:

Figura 23 - Visão Macro das matrizes do pilar



Fonte: O Autor (2022).



## 7.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise foram consideradas as 94 perdas presentes no OEE e RO conforme Matriz de Perdas, para as 11 fábricas da empresa de janeiro a abril.

Figura 24 - Matriz de Perdas

<b>Categoria</b>	<b>Perda</b>	
Paradas Programadas	Deslocamento de Equipe	1
Paradas Programadas	Limpeza Programada	2
Paradas programadas	Manutenção Programada	3
Paradas Programadas	Novos Projetos / Otimização Processos	4
Paradas programadas	Refeição	5
Paradas Programadas	Reunião/Treinamento Programado	6
Disponibilidade	Manut. Corretiva Mecânica	7
Disponibilidade	Manut. Corretiva Elétrica	8
Disponibilidade	Manut. Corretiva Instrumentação	9
Disponibilidade	Manut. Autônoma	10
Disponibilidade	Falha Externa	11
Disponibilidade	Problema de Infraestrutura	12
Disponibilidade	Aguardando Manutenção	13
Performance	Vel. Reduzida - Equipamento	14
Performance	Vel. Reduzida - Matéria Prima	15
Performance	Vel. Reduzida - Mão de Obra	16
Performance	Tempo de Carga fora do padrão	17
Performance	Tempo de Reação fora do padrão	18
Performance	Tempo de Dispersão fora do padrão	19
Performance	Tempo de Destilação fora do padrão	20
Performance	Tempo de Formulação fora do padrão	21
Performance	Tempo de Filtração fora do padrão	22
Performance	Tempo de Moagem fora do padrão	23
Performance	Tempo de Secagem fora do padrão	24
Performance	Entupimentos/ Derramamentos	25
Performance	Falta de Espaço no Processo	26
Qualidade	Cross Contamination	27
Disponibilidade	Falta de Peças de Reposição	28
Performance	Vel. Reduzida - Produto	29
Performance	Alimentador de Tampas	30
Performance	Check Box	31
Performance	Encaixotadora	32
Performance	Envasadora	33
Performance	Esteiras	34
Performance	Fechadora de Caixas	35
Performance	Gravadora de Embalagens	36
Performance	Gravadora de Caixas	37
Performance	Magazine	38
Performance	Montadora de Caixas	39
Performance	Recravadeira	40
Performance	Rotuladora de Embalagens	41
Performance	Rotuladora de Caixas	42
Performance	Robô	43
Performance	Seladora	44
Performance	Demora / Falta de Abastecimento de Matéria Prima e	45
Performance	Demora / Falta de Retirada de Produto Acabado	46
Performance	Falta de Produto	47
Qualidade	Caixas fora de Especificação	48

Qualidade	Embalagem fora de Especificação	49
Qualidade	Rótulos fora de Especificação	50
Qualidade	Pallet fora de especificação	51
Qualidade	Ajustes no Alimentador de Tampas	52
Qualidade	Ajustes nas Balanças	53
Qualidade	Ajustes nos Bicos	54
Qualidade	Ajustes na Célula de Paletização	55
Qualidade	Ajustes na Check Box	56
Qualidade	Ajustes na Fechadora de Caixas	57
Qualidade	Ajustes na Gravadora de Caixas	58
Qualidade	Ajustes na Gravadora de Embalagens	59
Qualidade	Ajustes na Montadora de Caixas	60
Qualidade	Ajustes na Recravadeira	61
Qualidade	Ajustes no Robô	62
Qualidade	Ajustes na Rotuladora de Caixas	63
Qualidade	Ajustes na Rotuladora de Embalagens	64
Qualidade	Ajustes na Seladora	65
Disponibilidade	Troca/Limpeza de elemento filtrante	66
Disponibilidade	Partida da linha	67
Disponibilidade	Parada da linha	68
Disponibilidade	Troca de Turno	69
Disponibilidade	Limpeza/ Organização da Área	70
Disponibilidade	Acidente/ Incidente/ Risco de Segurança	71
Qualidade	Concentração fora de especificação	72
Qualidade	Recuperação de Produto	73
Disponibilidade	Descontaminação Vermelha	74
Disponibilidade	Descontaminação Laranja	75
Disponibilidade	Descontaminação Amarela	76
Disponibilidade	Descontaminação Verde	77
Disponibilidade	Troca de Ferramental	78
Disponibilidade	Troca de Lote Reenvase (Ex: Poquer)	79
Disponibilidade	Troca de Lote Envase	80
Disponibilidade	Análise Controle Qualidade	81
Disponibilidade	Troca de Rótulos, Tarja, etc..	82
Disponibilidade	Troca de Filme/ Fita	83
Disponibilidade	Troca de Tinta/ Solvente	84
Disponibilidade	Derramamento de Produto	85
Disponibilidade	Organização do Setor	86
Disponibilidade	Treinamento/Reunião Não Programada	87
Disponibilidade	Erro Operacional	88
Qualidade	Retrabalho	89
Disponibilidade	Intervenção de Engenharia	90
Disponibilidade	Falta de Utilidades	91
Paradas programadas	Aguardando Envase	92
Paradas programadas	Decisão Gerencial	93
Disponibilidade	Engenharia/Projetos	94

Fonte: O Autor (2022).

Com o auxílio da equipe financeira da empresa foram levantadas as seguintes tarifas US\$/h de acordo com as atividades contábeis para cada uma das 11 fábricas:



Qualidade	63	Ajustes na Rotuladora de Caixas	E	Minutos	102,0	-	-	-	-	-	-	-	15	62	-	-	25
Performance	35	Fechadora de Caixas	E	Minutos	87,0	-	-	-	-	-	-	-	37	20	-	-	30
Qualidade	50	Rótulos fora de Especificação	E	Minutos	75,0	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-
Qualidade	57	Ajustes na Fechadora de Caixas	E	Minutos	70,0	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	60
Disponibilidade	91	Falta de Utilidades	E/F	Minutos	65,0	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-
Performance	36	Magazine	E	Minutos	51,0	-	-	-	-	-	-	-	51	-	-	-	-
Performance	46	Demora / Falta de Retirada de Produto Acabado	E/F	Minutos	50,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
Performance	31	Check Box	E	Minutos	45,0	-	-	-	-	-	-	-	10	35	-	-	-
Qualidade	58	Ajustes na Gravadora de Caixas	E	Minutos	45,0	-	-	-	-	-	-	-	25	10	-	-	10
Disponibilidade	66	Troca/Limpeza de elemento filtrante	E	Minutos	45,0	-	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-
Disponibilidade	84	Troca de Tinta/ Solvente	E	Minutos	39,0	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	10
Qualidade	56	Ajustes na Check Box	E	Minutos	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-
Performance	37	Gravadora de Caixas	E	Minutos	20,0	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	10
Qualidade	52	Ajustes no Alimentador de Tampas	E	Minutos	10,0	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Disponibilidade	87	Treinamento/Reuniao Não Programada	E	Minutos	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Disponibilidade	12	Problema de Infraestrutura	E/F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Performance	19	Tempo de Dispersão fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Performance	20	Tempo de Destilação fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Performance	22	Tempo de Filtração fora do padrão	F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disponibilidade	28	Falta de Peças de Reposição	E	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualidade	55	Ajustes na Célula de Paletização	E	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualidade	65	Ajustes na Seladora	E	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disponibilidade	70	Limpeza/ Organização da Área	F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disponibilidade	71	Acidente/ Incidente/ Risco de Segurança	E/F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disponibilidade	75	Descontaminação Laranja	E/F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disponibilidade	90	Intervenção de Engenharia	E/F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disponibilidade	94	Engenharia/Projetos	E/F	Minutos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: O Autor (2022).

Através da Matriz B pôde-se verificar que as maiores perdas acumuladas são: decisão gerencial, refeição, descontaminação vermelha (SET UP), limpeza programada e manutenção programada.

Em seguida, para o passo 3 foi preenchida a Matriz de Correlação das perdas para identificação das perdas relacionadas com as atividades contábeis definidas na Matriz financeira:

Figura 27 - Matriz de Correlação das perdas

Perda	Factory Labour Fixed	Factory Labour Var	Utility for production	Utility for production - Elec	Utility for production - Gas	Utility for production - W	Labour Depreciat	RSM for Production Fixed	RSM (Variabl) Others	Consumption Mat	Basic Leas	RM Mat	PM Mat
Deslocamento de Equipe	1							1					
Limpeza Programada	1							1					
Manutenção Programada	1							1					
Novos Projetos / Clientes / Processos	1							1					
Refeição	1							1					
Aguardando Envase	1							1					
Manut./ Treinamento Programado	1							1					
Manut. Corrente Mecânica	1							1					
Manut. Corrente Elétrica	1							1					
Manut. Corrente Instrumentação	1							1					
Manut. Autônoma	1							1					
Falha Externa	1							1					
Problema de Infraestrutura	1							1					
Aguardando Manutenção	1							1					
Vel. Reduzida - Equipamento	1							1					
Vel. Reduzida - Matéria Prima	1							1					
Vel. Reduzida - Mão de Obra	1							1					
Tempo de Cura fora do padrão	1							1					
Tempo de Resação fora do padrão	1							1					
Tempo de Dispersão fora do padrão	1							1					
Tempo de Destilação fora do padrão	1							1					
Tempo de Formulação fora do padrão	1							1					
Tempo de Filtração fora do padrão	1							1					
Tempo de Mergulho fora do padrão	1							1					
Tempo de Secagem fora do padrão	1							1					
Equipamento/ Utensílios	1							1					
Falta de Espaço no Processo	1							1					
Classe Contaminação	1							1					
Falta de Peças de Reposição	1							1					
Vel. Reduzida - Produto	1							1					
Manutenção de Tampas	1							1					
Check Box	1							1					
Encaixotadora	1							1					
Envasadora	1							1					
Estreles	1							1					
Fechadora de Caixas	1							1					
Gravadora de Embalagens	1							1					
Gravadora de Caixas	1							1					
Magazine	1							1					
Montadora de Caixas	1							1					
Recarbobeta	1							1					
Rotuladora de Embalagens	1							1					
Rotuladora de Caixas	1							1					
Rótulo	1							1					
Seladora	1							1					
Demora / Falta de Abastecimento de Matéria Prima e Insumos	1							1					
Demora / Falta de Retirada do Produto Acabado	1							1					
Falta de Produto	1							1					
Caixa fora de Especificação	1							1					
Embalagem fora de Especificação	1							1					
Rótulos fora de Especificação	1							1					







Figura 31 - Matriz D

Categoria	Tipo de perda tratada	Perda total	Nome do Projeto	Pilar						MAIOR IMPACTO	
				M/A	M/P	ME	M/G	ET	ES		
Parada Programada	Refeição	28.859.696								Não será priorizado	
Parada Programada	Limpeza Programada	12.906.557								Não será priorizado	
Disponibilidade	Descontaminação Vermelha	8.374.550	Projeto 1			X				Maior valor na Fábrica 01	
Parada Programada	Deslocamento de Equipe	4.923.930								Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Partida da linha	4.221.901	Projeto 2			X				Maior valor na Fábrica 11	
Parada Programada	Manutenção Programada	4.162.376								Maior valor na Fábrica 09	
Disponibilidade	Troca de Rótulos, Tarja, etc.	3.838.391	Projeto 3			X				Maior valor na Fábrica 08	
Parada Programada	Reunião/Treinamento Programado	2.889.666								Não será priorizado	
Disponibilidade	Análise Controle Qualidade	2.693.228	Projeto 4			X				Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Manut. Corretiva Elétrica	2.370.303								Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Manut. Corretiva Mecânica	2.354.607								Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Descontaminação Verde	2.183.018	Projeto 5 / Projeto 10			X				Maior valor na Fábrica 06	
Qualidade	Concentração fora de especificação	2.136.479	Projeto 6 / Projeto 9			X				Maior oportunidade está na Fábrica 01	
Disponibilidade	Troca de Lote Envase	1.937.871	Projeto 7			X				Maior oportunidade está na Fábrica 08	
Disponibilidade	Troca de Ferramental	1.918.719	Projeto 8			X				Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Derramamento de Produto	1.815.974								Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Descontaminação Amarela	1.813.609								Maior valor na Fábrica 08	
Performance	Encaixotadora	1.664.044								Maior valor na Fábrica 08	
Disponibilidade	Manut. Corretiva Instrumentação	1.520.361								Maior valor na Fábrica 08	
Qualidade	Embalagem fora de Especificação	1.504.581								Maior valor na Fábrica 08	
		<b>\$ 94.089.861,35</b>				0	0	8	0	0	0

Fonte: O Autor (2022).

Além da análise da priorização das 20 perdas mais custosas, foram adotadas as premissas de não priorização de projetos das perdas relacionadas às “Paradas Programadas” e Manutenção devido ao foco na área de Produção e às questões legais envolvidas e dificuldade de executar projetos ligados à essas questões como, tempos de refeição, limpezas e manutenções programadas, treinamentos programados.

Para as demais perdas, através de Brainstorming e discussões a respeito das particularidades de cada uma foram sugeridos projetos e aproveitados e continuados projetos já em andamento. Foram priorizados 10 projetos para o atual ciclo do pilar:

Projeto 1: relacionado à Perda de Descontaminação Vermelha (SET-UP) e será executado na Fábrica 1, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 2: relacionado à Partida da Linha e será executado na Fábrica 11, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 3: relacionado à Troca de Rótulos e será executado na Fábrica 8, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;



Projeto 4: relacionado à Análise de Controle de Qualidade e será executado na Fábrica 8, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 5: relacionado à Perda de Descontaminação Verde (SET-UP) e será executado na Fábrica 6, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 6: relacionado à Perda de Concentração fora de especificação e será executado na Fábrica 1, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 7: relacionado à Troca de Lote no Envase e será executado na Fábrica 8, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

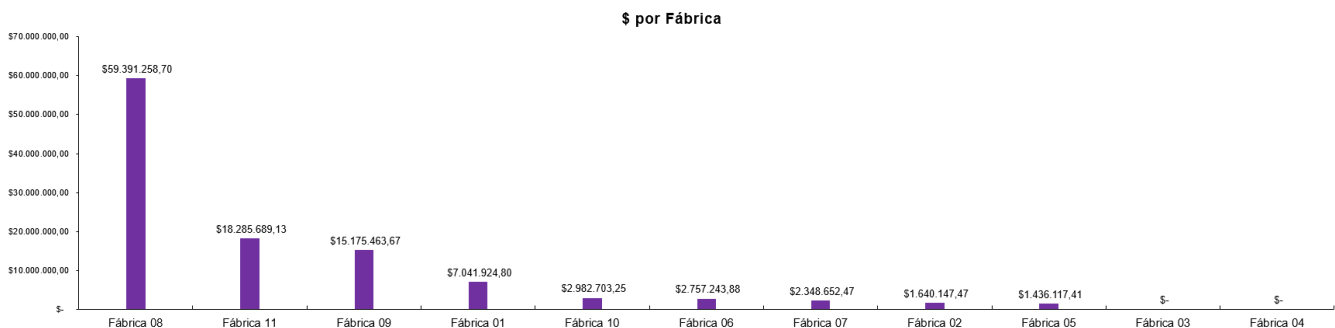
Projeto 8: relacionado à Troca de Ferramental e será executado na Fábrica 8, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 9: relacionado à Perda de Concentração fora de especificação e será executado na Fábrica 1, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica;

Projeto 10: relacionado à Perda de Descontaminação Verde (SET-UP) e será executado na Fábrica 6, local em que apresentou maior impacto de custo e será direcionado à equipe do Pilar de Melhoria Específica.

Para uma melhor visualização do impacto em todas as Fábricas da planta segue o gráfico abaixo:

Gráfico 1 - Custo de Perdas por Fábrica

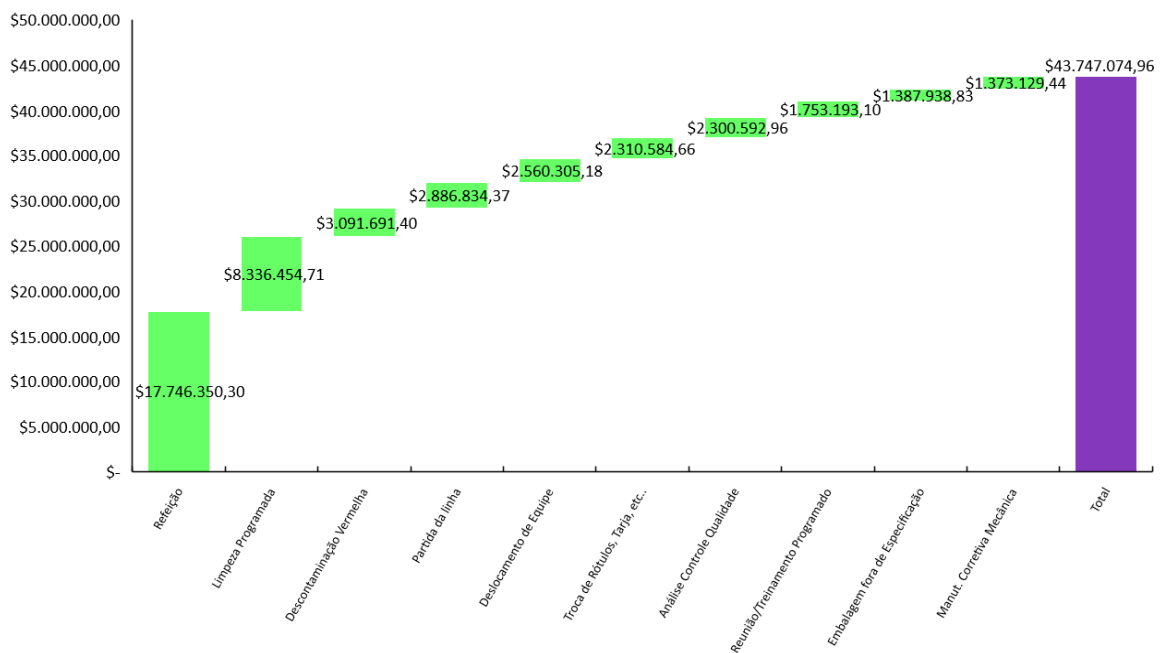


Fonte: O Autor (2022).

Pôde-se verificar um grande custo das perdas na Fábrica 8 principalmente, em seguida da Fábrica 11 e 09, todas essas fábricas de envase que utilizam o OEE com medidor de eficiência, indicando uma grande necessidade de priorização e monitoramento de projetos nessas fábricas com processos mais automatizados.

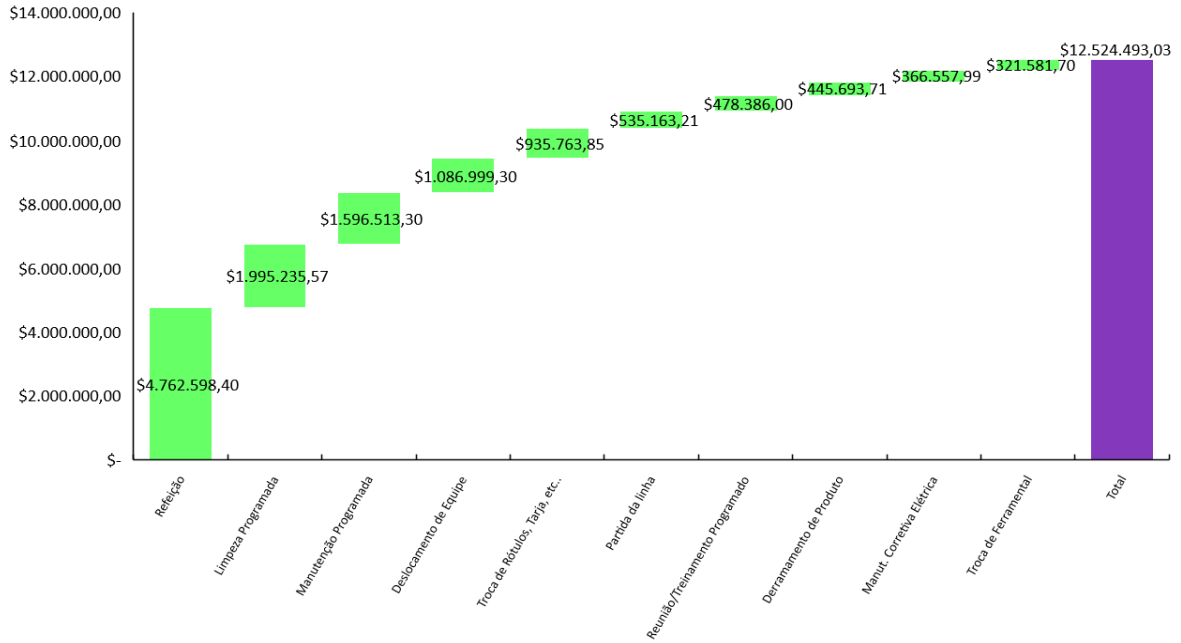
Para uma visão mais aprofundada para priorização e ideias de projetos de melhoria dessas fábricas foi observada a árvore de custos de cada uma contendo as 10 maiores perdas e seus impactos em custo:

Gráfico 2 - Árvore de Custos Fábrica 08



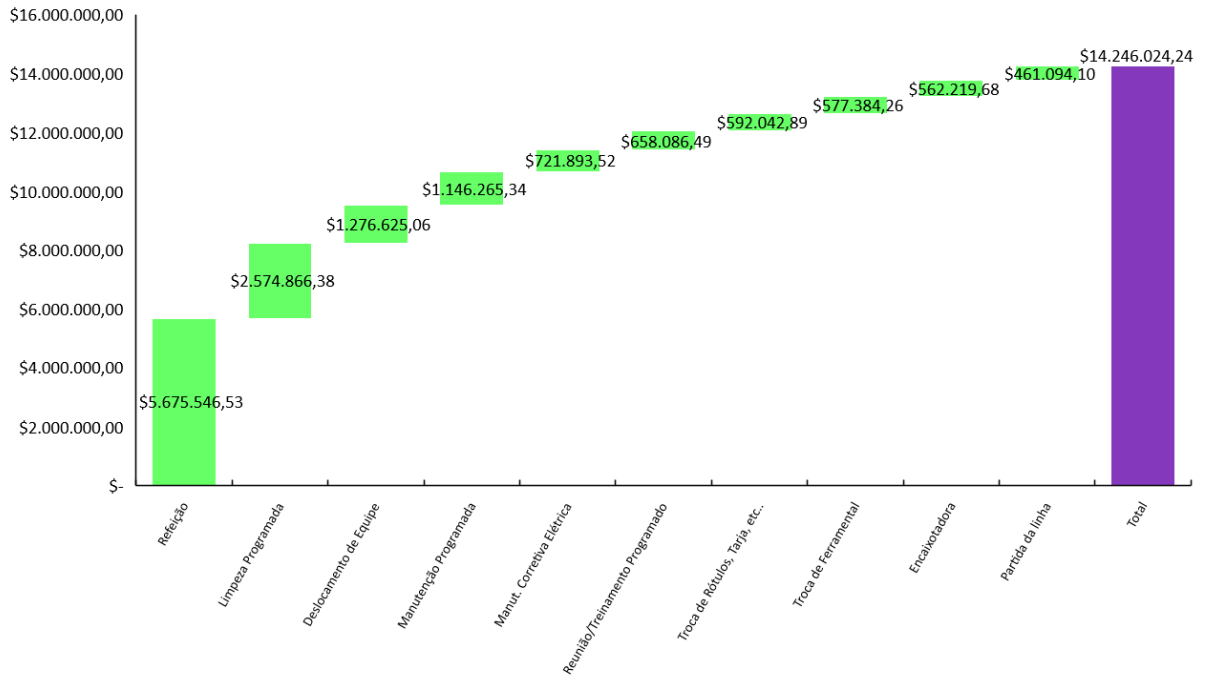
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 3 - Árvore de Custos Fábrica 09



Fonte: O autor (2022).

Gráfico 4 - Árvore de Custos Fábrica 11



Fonte: O autor (2022).

A árvore de perdas demonstra os custos de cada perda de forma a auxiliar na tomada de decisão de criação de projetos e priorização de investimentos podendo ser utilizada pelos engenheiros e gestores das empresas.

Após a definição das priorizações e criações dos projetos devem ser monitorados seus resultados e economias de custos geradas em reuniões mensais através das Matrizes E e F.

Figura 32 - Matriz E

#	Project Name	Area	Saving Category	Investment Value (kUS\$)	ROI (Years)	Accumulated Saving	Start date	Finish Date	Status
1	Projeto 1	Plant 8	Yield improvement	60	0,75	0,0	01/10/2019	31/04/2022	On Going
2	Projeto 2	Plant 3	Yield improvement	0	0,00	0,0	01/01/2019	31/04/2022	On Going
3	Projeto 3	Plant 8	Yield improvement	30	2,50	0,0	01/10/2019	31/04/2022	On Going
4	Projeto 4	Plant 6	Yield improvement	70	1,75	12,9	01/01/2019	31/04/2022	On Going
5	Projeto 5	General	Yield improvement	80	1,38	9,7	01/01/2020	31/04/2022	On Going
6	Projeto 6	Plant 8	Yield improvement	30	0,71	4,2	01/01/2020	31/04/2022	On Going
7	Projeto 7	General	Yield improvement	0	0,00	-26,1	01/01/2021	31/04/2022	On Going
8	Projeto 8	General	Yield improvement	0	0,00	207,0	01/11/2020	31/04/2022	On Going
9	Projeto 9	Plant 8	Yield improvement	70	1,75	10,6	01/01/2020	31/04/2022	On Going
10	Projeto 10	Plant 8	Yield improvement	0	0,00	0,0	01/05/2021	31/04/2022	On Going
				<b>340</b>		<b>218</b>			

Fonte: O Autor (2022).

Figura 33 - Matriz F

#	Nome do Projeto	Area	##	Economia Anual Geral	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
1	Projeto 1	Plant 8	PLAN	80	7	7	7	7
			REAL	37.960	9.637	9.455	8.865	10.003
			ACUM	37.960	9.637	19.092	27.967	37.960
2	Projeto 2	Plant 3	PLAN	50	4	4	4	4
			REAL	53.147	53.147	-	-	-
			ACUM	53.147	53.147	53.147	53.147	53.147
3	Projeto 3	Plant 8	PLAN	12	1	1	1	1
			REAL	3.050	762	762	762	762
			ACUM	3.050	762	1.525	2.287	3.050
4	Projeto 4	Plant 6	PLAN	40	3	3	3	3
			REAL	3.124	- 285	- 7.227	636	10.000
			ACUM	3.124	- 285	- 7.512	- 6.876	3.124
5	Projeto 5	General	PLAN	22.360		2.033	2.033	2.033
			REAL	5.410		141	2.860	2.409
			ACUM	5.410		141	3.001	5.410
6	Projeto 6	Plant 8	PLAN	42	4	4	4	4
			REAL	-	-	-	-	-
			ACUM	-	-	-	-	-
7	Projeto 7	General	PLAN	150	13	13	13	13
			REAL	16.923	4.231	4.231	4.231	4.231
			ACUM	16.923	4.231	8.462	12.692	16.923
8	Projeto 8	General	PLAN	40	1	1	1	1
			REAL	3.050	762	762	762	762
			ACUM	3.050	500	1.100	8.200	3.000
9	Projeto 9	Plant 8	PLAN	40	3	3	3	3
			REAL	9.589	- 36.600	- 1.342	4.412	43.119
			ACUM	9.589	- 36.600	- 37.942	- 33.530	9.589
10	Projeto 10	Plant 8	PLAN	14	1	1	1	1
			REAL	3.000	500	600	7.100	5.200
			ACUM	3.000	500	1.100	8.200	3.000

Fonte: O Autor (2022).

## 8.CONCLUSÃO

Neste trabalho foram utilizados os dados de perdas de uma indústria agroquímica do período de janeiro a abril de 2021. Com esses dados foram utilizadas técnicas de desdobramento de custos que buscaram a transformação das perdas registradas em horas para transformação em custos para otimização da priorização de execução e investimentos em projetos de melhoria contínua, além do posterior monitoramento e controle do andamento e economias geradas pelos projetos.

Pôde-se verificar um maior aprofundamento no impacto das perdas em cada Fábrica da empresa através das matrizes e árvores de custos como auxílio das tomadas de decisões quanto aos projetos de melhoria e discussão em reuniões do pilar e monitoramento de projetos.

Espera-se que esta pesquisa forneça aos gestores e engenheiros da empresa mais conhecimento e profundidade para entender as técnicas mais modernas de medição de impacto das perdas através de métricas de custo ao invés de tempo, aplicar métricas para medir a eficiência e impacto das perdas no processo produtivo e importância de priorizar projetos de melhoria nas áreas e plantas mais afetadas por perdas para reduzir custos e aumentar a produtividade das Fábricas.

Como resultado desta pesquisa, espera-se que os alunos de engenharia de produção conheçam as ferramentas que as empresas podem utilizar para monitorar perdas além das métricas tradicionais e medidas de tempo para melhorar o processo produtivo geral e sua importância na organização, bem como as possíveis consequências financeiras de perdas e os impactos no desempenho da organização.

Sugere-se que em pesquisas futuras sejam utilizadas mais ferramentas de priorização de projetos como o “ICE” (Impact, Cost, Ease), além do aprofundamento nas técnicas de determinação de causa raiz para planos de ação em projetos como Ishikawa e 5W2H.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BASTOS, R. M. et al. A comunicação como nova ferramenta da produção enxuta para aumento de um KPI principal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35223–35245, 2020.

BUSSO, C.M., **Aplicação do indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção**. 2012. 135 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo.

CARTAXO, S. Aplicação Do Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) Em Uma Indústria Fornecedora De Cabos Umbilicais. p. 18, 2016.

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.

FERRÃO, A. V.; TOLEDO, B. P.; **Análise do Overall Equipment Effectiveness (OEE) para o equipamento convertedor em uma empresa de siderurgia**. 2019. Número de 56fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória

FILHO, G.B. **Indicadores e índices de manutenção**. 1. Ed – Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006

FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, G. P. **Indicadores de Desempenho: dos objetivos à ação – métodos para elaborar KPIs e obter resultados**. Rio de Janeiro: Alta Books. 2017. 448 p.

GAGNON, S. Resource-based competition and the new operations strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, n.2, p. 125-138, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas 2010.

GIOVANDO, G.; CROVINI, C.; VENTURINI, S.; Cost Deployment Implementation: A Case Study. **10th Annual Conference of the EuroMed Academy of Business**, 2017.

HOEG, P.C.H.; KNUTSEN, D.H. **Roadmap for Manufacturing Cost Deployment**. NTNU, Trondheim. Copycat, 2016.

JUNIOR, R. J. A. DA S.; NUNES, F. DE L. O Índice De Rendimento Operacional Global E a Troca Rápida De Ferramentas Aliadas À Eficiência De Uma Aplicadora De Adesivos. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, p. 18, 2015.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.; 1997. **A estratégia em Ação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

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

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM Total Productive Maintenance**. 1. Ed. – São Paulo: IMC, 1989.

NEELY, A.; 1997. Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operation Production Management**. Bradford, v.17, n.11.

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.

FARIA, A. C. Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresa de autopeças. **Revista Gestão Industrial**, pgs. 186-208. Ponta Grossa, 2012.

PARREIRAS, P. et al. Inovação em Processos e Gestão da Qualidade: Análise da Implantação da Metodologia de WCM na Case New Holland. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, v. 2, n. 1, p. 17–27, 2014.

PLEXUS, Interaction; AUTOMÓVEIS S/A, Fiat. Guia de Consulta - **Metodologias WCM FIAT: CPI - Percurso Formativo - Formação de CPI**. 02. ed. Betim - MG, Brasil: [s.n.], 2010.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, M. F. **Proposta de melhoria nas matrizes de desdobramento de custos logísticos**. 2020. Número de 136fls. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

SHIROSE, K. TPM para mandos intermédios de fábrica. **Madrid: Productivity Press**. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SILVA, L. S. **Priorização de perdas através do pilar desdobramento de custos em uma indústria de ração da grande Dourados**. 2017. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Grande Dourados, Grande Dourados.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, 8ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2018. 9788597015386. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/>. Acesso em: 2021 ago. 07.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Porto Alegre Grupo A, 2013. 9788565837934. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837934/>. Acesso em: 2021 ago. 07.

SUEHIRO, K. Eliminating Minor Stoppages on Automated Lines, **Portland: Productivity Press**, OR, 1992.

SUZANO, M. A. A utilização do indicador de eficiência OEE (overall equipment effectiveness): estudo de caso em uma indústria farmacêutica. **ScientiaTec**, v. 7, n. 2, 2020.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 2004.

YAMASHINA, H. Challenge to World Class Manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, p. 132-143. 2000.

YAMASHINA, H. **World Class Manufacturing: Métodos e instrumentos**. Material interno de aplicação WCM da empresa em estudo, 2009.



ZELTZER, R., 2005. Indicadores de Desempenho Coleta e análise de dados, estabelecer indicadores e promover melhoria contínua. **NewsLab**. Edição 71.