

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JOÃO PAULO SOUZA PEREZ

**PROPOSTA PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO ATRAVÉS DO
CICLO PDCA E METODOLOGIA 8D EM UMA UNIDADE CERVEJEIRA
NA CIDADE DE PONTA GROSSA - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2016

JOÃO PAULO SOUZA PEREZ

**PROPOSTA PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO ATRAVÉS DO
CICLO PDCA E METODOLOGIA 8D EM UMA UNIDADE CERVEJEIRA
NA CIDADE DE PONTA GROSSA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joseane Pontes

PONTA GROSSA

2016

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

PROPOSTA PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO ATRAVÉS DO CICLO PDCA E
METODOLOGIA 8D EM UMA UNIDADE CERVEJEIRA NA CIDADE DE PONTA
GROSSA - PR

por
João Paulo Souza Perez

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 28 de março de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a *Joseane Pontes*
Prof. Orientador

Prof. Msc. *Ana Maria Bueno*
Membro titular

Prof. Dr. *Evandro Eduardo Broday*
Membro titular

RESUMO

PEREZ, João. Proposta para a redução do desperdício através do ciclo PDCA e metodologia 8D em uma unidade cervejeira na cidade de Ponta Grossa. 2016. 87 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

A qualidade total e a excelência são princípios que promovem a criação de valor. O cenário do mercado globalizado, caracterizado pela alta competitividade exige cada vez mais métodos e técnicas que garantam a qualidade de seus produtos que levam a redução dos custos. O projeto de pesquisa tem por objetivo a implementação da metodologia 8D para reduzir o desperdício e otimizar o processo em uma cervejaria na cidade de Ponta Grossa – Paraná. A metodologia proposta na pesquisa foi classificada como exploratória, dedutiva e será utilizada documentação indireta para o referencial teórico e documental direta por se tratar de uma pesquisa de campo. O presente trabalho teve aplicação no sistema de bombeamento de água da área de Utilidades, o qual o objetivo proposto foi a redução de energia elétrica do sistema. A aplicação da metodologia 8D durante as fases do Kaizen, seguindo o conceito de melhoria contínua PDCA mostrou-se eficaz resultando em uma redução de 25% sobre o *benchmarking* da cervejaria que era de 0,14 kW/Hl.

Palavras-chave: Qualidade, 8D (oito disciplinas), Engenharia da Qualidade, Desperdício, Indicadores da Qualidade.

ABSTRACT

PEREZ, João. Proposal to reduce waste through the PDCA cycle and 8D methodology in a brewing unit in the city of Ponta Grossa. 2016. 87 pages. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

The total quality and excellence are principles that promote value creation. The scenario of the global market, characterized by high competitiveness increasingly requires methods and techniques that ensure the quality of its products that lead to cost reduction. The research project aims to implement the method 8D to reduce waste and optimize the process in a brewery in the city of Ponta Grossa - Paraná. The methodology proposed in the study was classified as exploratory, deductive and indirect documentation will be used for the theoretical framework and direct documentary because it is a field research. This research was application in water pumping system of the Utilities area, which the proposed objective was the reduction of the electricity system. The application of 8D methodology during phases of Kaizen, following the concept of continuous improvement PDCA was effective resulting in a reduction of 25% on the benchmarking of the brewery which was 0.14 kW / HI.

Keywords: Quality, 8D (eight disciplines), Quality of engineering, Waste, Indicators of Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– input-transformação-outputs.	18
Figura 2 – Matriz volume-variedade-processos.....	20
Figura 3 – Fluxo (a) tradicional e fluxo (b) JIT entre estágios.....	22
Figura 4 – Os 8 pilares do TPM.....	24
Figura 5 – “Gestão de Resíduos. A perspectiva do sistema. ”	28
Figura 6 – Administração da qualidade.	35
Figura 7 – Ferramenta 8D	40
Figura 8 – Fluxograma da Metodologia 8D.	42
Figura 9 – Diagrama causa-efeito.	46
Figura 10 – Diagrama de Dispersão.....	47
Figura 11 – Ilustração do Gráfico de controle.....	47
Figura 12 – Ciclo PDCA,	48
Figura 13 – Plano de Ação 5W2H.....	50
Figura 14 – Metodologia, etapas do trabalho a serem realizadas	54
Figura 15 – Esboço do princípio de funcionamento.	65
Figura 16 – Diagrama de Ishikawa.....	69
Figura 17 – Antes e depois, tubulações da ETA.	72
Figura 18 – Antes e depois, estrela-triângulo e inversor de frequência.....	72
Figura 19 – Antes e depois, corrente de partida das bombas.	73
Figura 20 – Comparação histórico do acionamento das Bombas	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Eras da Qualidade.....	33
Quadro 2 – Classificação dos Custos da Qualidade	33
Quadro 3 – Folha de verificação	43
Quadro 4 – Tema da melhoria.....	58
Quadro 5 – Área de Atuação.....	59
Quadro 6 – Categoria do desperdício	59
Quadro 7 – Integrantes da equipe.....	60
Quadro 8 – Objetivo	60
Quadro 9 – Cronograma de atividades	61
Quadro 10 – Parâmetros de acionamento das bombas de abastecimento.....	64
Quadro 11 – Descrição do problema 5W2H.....	66
Quadro 12 – Ações corretivas imediatas.....	68
Quadro 13 – Ferramenta 5 porquês.	70
Quadro 14 – Ações corretivas programadas	71
Quadro 15 – Parâmetros para o acionamento das bombas.....	75
Quadro 16 – Botoeira automática de parametrização	79
Quadro 17 – Encerramento da equipe	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histograma	44
Gráfico 2 – Gráfico de Pareto.....	45
Gráfico 3 – Gráfico do consumo de energia elétrica da cervejaria	62
Gráfico 4 – Gráfico do consumo de energia elétrica da ETA.....	63
Gráfico 5 – Set-ups para os níveis de cada caixa da cervejaria.....	74
Gráfico 6 – Resultado da equipe, acompanhamento.	77

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

8D	8 Disciplinas
PDCA	<i>Plan-do-check-act</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
EE	Energia Elétrica
UBM	<i>Utilities Benchmarking Model</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CEP	Controle Estatístico de Processo
TQM	Gestão da Qualidade Total
TQC	Controle Total da Qualidade

sumário

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	17
2.2 FUNÇÕES DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	17
2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	18
2.3.1 Grau de padronização dos produtos.....	19
2.3.2 Tipo de Operação.....	19
2.3.3 Natureza do Produto.....	20
2.4 JUST IN TIME.....	20
2.5 TPM.....	22
2.6 INDICADORES DA QUALIDADE.....	26
2.6.1 Classificação dos Indicadores.....	27
2.7 DESPERDÍCIOS.....	28
2.8 TIPOS DE DESPERDÍCIOS.....	29
2.8.1 Desperdício da Superprodução.....	29
2.8.2 Desperdício de Espera.....	30
2.8.3 Desperdício de Transporte.....	30
2.8.4 Desperdício do Processamento.....	30
2.8.5 Desperdício de Movimentação.....	31
2.8.6 Desperdício por Defeitos.....	31
2.8.7 Desperdício de Estoque.....	31
2.9 GESTÃO DA QUALIDADE.....	32
2.9.1 Engenharia da qualidade para o processo.....	34
2.9.2 Garantia da qualidade e melhoria contínua.....	35
2.9.3 Kaizen.....	36
2.9.3.1 Fase 1 – planejamento e preparação.....	37
Nessa fase os passos básicos e fundamentais para o sucesso do <i>Kaizen</i> são:.....	37
2.9.3.2 Fase 2 – implementação.....	38
2.9.3.3 Fase 3 – apresentação dos resultados, reconhecimento, acompanhamento dos dados.....	38
2.10 METODOLOGIA 8D (OITO DISCIPLINAS).....	39
2.10.1 Disciplina 1 – Definição da equipe.....	40
2.10.2 Disciplina 2 – Descrição do problema.....	40
2.10.3 Disciplina 3 – Ações corretivas imediatas.....	41
2.10.4 Disciplina 4 – Análise da causa raiz (modo de falha).....	41
2.10.5 Disciplina 5 – Ações corretivas.....	41
2.10.6 Disciplina 6 – Comprovação da eficácia das ações.....	41
2.10.7 Disciplina 7 – Ações preventivas.....	42
2.10.8 Disciplina 8 – Análise de encerramento.....	42
2.11 FERRAMENTAS DE CONTROLE DA QUALIDADE.....	43
2.11.1 Folha de Verificação.....	43
2.11.2 Histograma.....	44
2.11.3 Diagrama de Pareto.....	44
2.11.4 Diagrama causa-efeito (Ishikawa).....	45

2.11.5 Diagrama de Dispersão	46
2.11.6 Controle Estatístico de Processo (CEP)	47
2.11.7 Estratificação	48
2.12 FERRAMENTAS DE GESTÃO	48
2.12.1 Ciclo PDCA	48
2.12.2 Ferramenta 5W2H	49
2.12.3 Ferramenta dos 5 Porquês	50
3 METODOLOGIA.....	52
3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM	52
3.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTOS	52
3.3 TÉCNICAS DE PESQUISA.....	52
3.3.1 Documentação indireta	52
3.3.2 Documentação direta.....	53
3.3.3 Forma de abordagem	53
3.4 OBJETO DE ESTUDO.....	53
3.5 ETAPAS A SEREM DESENVOLVIDAS.....	54
4 RESULTADOS	56
4.1 PLANEJAMENTO – D1 E D2.....	57
4.1.1 Tema da melhoria	58
4.1.2 Área de atuação da equipe	58
4.1.3 Categoria do desperdício	59
4.1.4 Integrantes da equipe	59
4.1.5 Objetivo.....	60
4.1.6 Cronograma de atividades	60
4.1.7 Descrição do problema	61
4.2 EXECUÇÃO – D3, D4 E D5.....	66
4.2.1 Ações corretivas imediatas	68
4.2.2 Análise das causas raízes	68
4.2.3 Ações corretivas programadas	70
4.3 VERIFICAÇÃO – D6	71
4.4 AGIR – D7.....	77
4.5 ENCERRAMENTO – D8	80
5 CONCLUSÃO.....	82
REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os negócios inseridos no cenário do mercado globalizado atual caracterizam-se pela alta competitividade que necessita cada vez mais a busca pela eficiência, eficácia e efetividade para se manter consolidada nesse mercado. Eficiência essa, determinada por indicadores que ajudam na tomada de decisão do gestor, evitando gastos com processos despreparados e pouco seguros.

Dentre tais negócios, o setor de bebidas é um dos principais segmentos que movimentam a economia do Brasil, sendo ele o terceiro maior produtor e consumidor de cervejas do mundo de acordo com o BNDES. Visto que o Brasil possui uma das mais amplas, diversificadas e extensas redes fluviais do mundo, fator determinante, já que é um dos principais insumos para a produção de bebidas. A produção de refrigerante destaca-se como principal produto do setor de bebidas, aparecendo em seguida a de cervejas. Esses ramos respondem por uma fração significativa do valor adicionado a indústria de transformação. Além disso, o mercado de bebidas é responsável pela geração de milhares frentes de trabalho no país. De acordo com o IBGE (2011), o setor de fabricação de bebidas corresponde a 4% do valor adicionado a indústria brasileira empregando 144 mil pessoas no mercado formal.

Segundo o instituto, o mercado de bebidas ainda vem apresentando dinamismo. O crescimento acumulado da produção física de bebidas no Brasil chegou a 50 % no período de 2004-2013, o que corresponde a uma taxa de crescimento do volume em 4,4% ao ano.

Dentro do mercado de bebidas é importante salientar o setor cervejeiro. O volume de produção coloca o Brasil em terceiro lugar entre os maiores produtores e consumidores de cerveja do mundo, ficando atrás somente da China e Estados Unidos.

A produção de cerveja é um processo que há séculos vem sendo produzida a partir de quatro ingredientes: o lúpulo, o malte derivado da cevada, a levedura que é responsável pela fermentação e a água.

Durante sua produção, a cerveja passa por diversas etapas até sua expedição e é neste período que podem vir acontecer falhas comprometendo o

processo e conseqüentemente a qualidade da cerveja final, afetando sua produtividade e seus indicadores.

A utilização de ferramentas da qualidade ajuda definir bons indicadores que moldam comportamentos e portanto apontam melhores caminhos a serem seguidos, alinhando pensamento, planejamento e execução. Metodologias, conceitos e ferramentas qualitativas e quantitativas garantem a melhoria contínua do processo, além de propor um ambiente de trabalho organizado e robusto.

Entre essa gama de conceitos e métodos da qualidade, está a prática da utilização da metodologia 8D (8 disciplinas), que é uma forma sistemática de aplicação de várias ferramentas da qualidade, com o objetivo de gerenciar e envolver uma equipe para solucionar problemas. Essa metodologia alinhada ao ciclo PDCA (plan-do-check-act) como base de planejamento, tem como propósito a melhoria contínua de cada etapa do processo, identificando causas dos problemas bem como a implementação de soluções para os mesmos em um ciclo de melhoria e controle.

Neste sentido, há diversos fatores que afetam a qualidade do processo e o presente trabalho pretende fazer um estudo da implementação das ferramentas qualitativas o 8D e o ciclo PDCA em uma indústria cervejeira.

Baseado nesse cenário, este trabalho comporta a seguinte pergunta de partida: Como reduzir o desperdício através do ciclo PDCA e metodologia 8D?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar uma proposta para reduzir o desperdício através do ciclo PDCA e metodologia 8D em uma unidade cervejeira na cidade de Ponta Grossa – Paraná

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Mapear a situação atual da cervejaria;
2. Identificar os principais tipos e causas de desperdícios que impactam no processo;

3. Analisar as causas dos principais desperdícios;
4. Elaborar um plano de ação de melhoria para otimizar o processo.

1.3 JUSTIFICATIVA

O Brasil é um país que por sua geografia detém de recursos hídricos, o qual é um dos principais insumos para a produção de cerveja.

A produção nacional segundo a CervBrasil (Associação Brasileira da Indústria da Cerveja) é de cerca de 13 bilhões de litros por ano, movimentando cerca de 55 bilhões, além disso, o mercado brasileiro conquistou em anos recentes a terceira posição na lista dos maiores consumidores de cerveja do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China.

O mercado de bebidas apresentou um acumulado de 50% no período de 2004-2013, apresentando uma taxa de crescimento no volume de 4,2% ao ano, segundo o IBGE.

O cenário competitivo atual exige alternativas e métodos qualitativos para alavancar a produtividade e reduzir a variabilidade do processo. Métodos esses, que ajudam a identificar a causa raiz das falhas, além de ajudar na tomada de decisão do gestor, consolidando e otimizando o processo produtivo, diminuindo desperdícios, consequentemente aumentando os custos.

Segundo Alvarez (1996), dentre esses métodos de soluções de problemas está a metodologia 8D que é um recurso econômico e flexível com potencial de retorno favorável na mesmas condições de aplicação, comparado a outras ferramentas com o mesmo modelo e objetivo, por exemplo, o 6 sigma.

E ainda, de acordo com Raupp (2014), a metodologia 8D, ajuda a mapear causas raízes de problemas a modo de falha, tomando ações corretivas e preventivas em um ciclo de melhoria contínua, reduzindo consequentemente os desperdícios e aumentando, assim, a produtividade com a garantia da qualidade.

De acordo com a área de Gestão a Engenharia da Qualidade é um dos pilares da Engenharia de Produção. A área de Qualidade tem relevância tanto no âmbito organizacional, como na governança de cadeias produtivas e, por vezes, como mecanismo que regula o comércio na forma de barreiras técnicas. Além disso, a competição em nível global exige excelência operacional e gerencial e para tal a

Qualidade é um aspecto fundamental para que as companhias se mantenham no mercado de trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO

A forma como as empresas administram seus recursos financeiros, tecnológicos e de gestão, é o fator determinante para a “sobrevivência” da mesma diante ao cenário global competitivo atual.

No Brasil, conforme Simonetti (2013), os dados publicados das “Melhores e Maiores” da Revista Exame, a lista das 500 maiores empresas privadas, publicada em 1974, apenas 230 continuam em atividade. Das companhias sobreviventes, apenas 87 aparecem no ranking das 500 maiores. Isto significa que, da primeira lista publicada há 40 anos, apenas 17% das companhias permanecem na elite empresarial do país.

“A perda do poder de competitividade das empresas nacionais deve-se em grande parte a obsolescência das práticas gerenciais e tecnológicas aplicadas aos seus sistemas produtivos, tendo sua origem atribuída a cinco pontos básicos, quais sejam: deficiência nas medidas de desempenho; negligência com considerações tecnológicas; especialização excessiva das funções de produção sem a devida integração, perda de foco dos negócios; resistência e demora em assumir novas posturas produtivas”. (CORRÊA,1993).

Segundo Moreira (1993), um sistema de produção é um conjunto de elementos (máquinas, mão-de-obra, ferramentas etc) planejados que visam à transformação de um insumo em produto.

Um sistema de produção definido corretamente em uma empresa, desde que seja adequado ao tipo de empresa, produto, e campo de atuação, é uma forma de manter a companhia “viva” diante desse cenário competitivo.

2.2 FUNÇÕES DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A função de um sistema produtivo tem como objetivo produzir um bem ou um serviço. O sistema de produção é a maneira como a empresa organiza e realiza essas operações, onde todos os insumos serão submetidos a um determinado processo agregando valor ao produto. Esses insumos são considerados como *inputs* ou entradas e os bens e serviços como *outputs*, conforme a Figura 1.

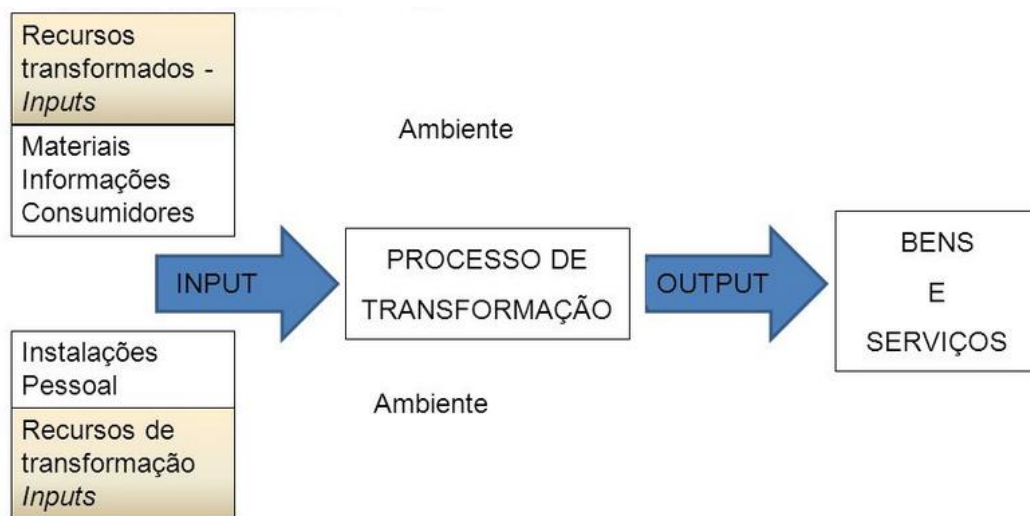


Figura 1– *input-transformação-outputs*.
Fonte: Slack, 2009.

Para Slack (2009), esses *inputs* podem ser classificados como recursos transformados que são aqueles tratados ou convertidos de alguma forma. Agem sobre os recursos de transformação. Os *outputs* e os processos de transformação são bens e serviços.

A seguir será apresentada a classificação dos sistemas de produção, que é de grande importância para a consolidação dos objetivos propostos para o trabalho.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Os tipos e classificações podem ser abordados de uma maneira diferente em relação aos sistemas de produção. De uma forma geral eles podem ser classificados como:

- Pelo grau de padronização dos produtos;
- Pelo tipo de operação;
- Pela natureza do produto.

2.3.1 Grau de padronização dos produtos

De acordo com Tubino (1999), os sistemas que produzem produtos padronizados são aqueles em que bens ou serviços apresentam alto grau de conformidade e são produzidos em grande escala. Outro tipo de sistema é aquele que produz produtos sob medida, que são diretamente desenvolvidos para um cliente específico.

2.3.2 Tipo de Operação

Os tipos de operações compõem subgrupos de processos, um deles é o processo contínuo, que envolve a produção de bens e serviços que não podem ser identificados individualmente. Slack (2006) situa o processo contínuo como um passo além dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volumes maiores e terem a variedade mais baixa. Para Moreira (1998), o processo contínuo apresenta sequência linear de fluxo e trabalha com produtos padronizados.

Outro subgrupo são os processos discretos onde envolve a produção de bens e serviços que não podem ser isolados. Tubino (1999) e Slack (2009) subdividem os processos discretos em:

- Processos repetitivos ou em massa: que são aqueles produtos em grande escala e altamente padronizados.
- Processos repetitivos em lote: produção em lotes de um volume médio de produtos ou serviços padronizados.
- Processos por projeto: tem a finalidade de atendimento de necessidades específicas dos clientes, com uma data de término estipulado para serem concluídas.
- Processos de *Jobbing*: processos que apresentam características de alta variedade, porém de baixo volume.

Slack (2009), procurou retratar de uma forma genérica os tipos de processo em relação a volumes e quantidades de acordo com a Figura 2.

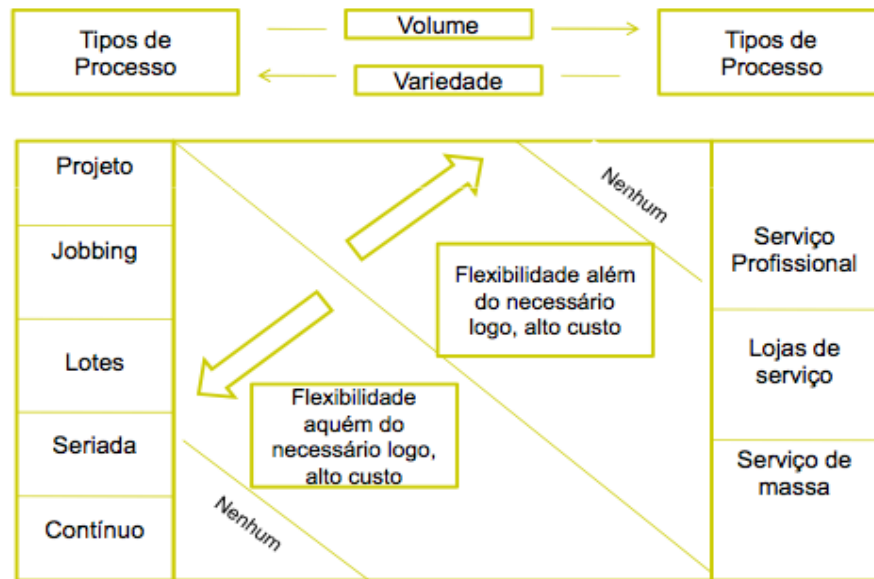


Figura 2 – Matriz volume-variedade-processos
 Fonte: Slack, 2009

2.3.3 Natureza do Produto

Existem dois subconjuntos que podem ser considerados como de natureza do produto, são eles:

- Tangível: onde o produto pode ser tocado e visto, ou seja, uma manufatura de bens.
- Intangível: ao contrário da definição anterior o produto intangível é um tipo de sistema prestador de serviços.

A seguir, será retratada a filosofia *Just In Time*, a qual será necessária para a compreensão de sistemas produtivos, bem como alguns tipos e classificações de desperdícios.

2.4 JUST IN TIME

Just In Time (JIT) é uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas pelos japoneses. Essa expressão surgiu na década de 60, sendo aplicada inicialmente na indústria automobilística em particular na *Toyota Motors Company*.

Segundo Slack (2009), *Just In Time* em seu aspecto básico significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários, não antes para que se transformem em estoque e nem depois, para que seus clientes tenham que esperar. Para Bicheno (1991), uma possível definição para o JIT pode ser a seguinte: “O JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios”.

Ohno (1997) concebe uma abordagem acerca do *Sistema Toyota de Produção*, o qual retrata em um processo de fluxo, as partes corretas imprescindíveis para que a montagem chegue até a linha de produção no momento e na quantidade em que são necessários, chegando assim ao objetivo de estoque zero. Do ponto de vista da gestão da produção esse é um estado ideal, porém não funcionam bem em sistemas convencionais de gestão.

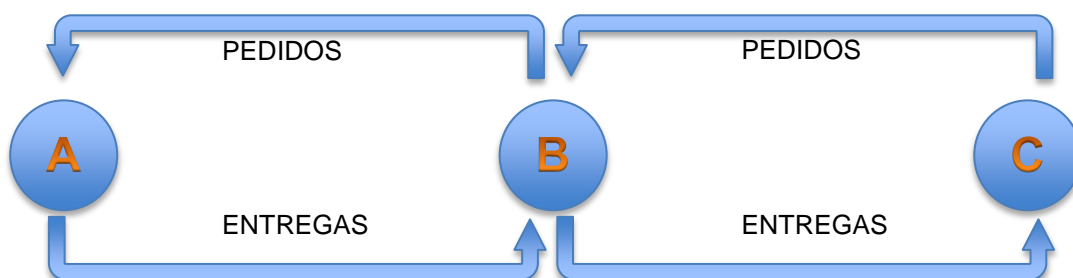
Slack (2009) se refere a uma abordagem de sistemas tradicionais, aquele que assume em que cada estágio no processo de manufatura envia os componentes que produz para um estoque, o qual “isola” aquele determinado estágio para o próximo processo, visando o consumo desse estoque, processando e encaminhando para o próximo – “estoque isolador”.

Esses estoques propositais fazem com que cada estágio seja independente, ou seja, se o estágio A interrompe suas atividades, seja ela por quebra ou outro fator, o estágio B deve continuar trabalhando ao menos por algum tempo até que seu estoque se encerre. Já em um sistema JIT os componentes são produzidos e passados para o próximo estágio exatamente no momento em que serão processados.

Por exemplo, se o estágio A interrompe suas atividades, o estágio B irá sofrer consequências, seguido de C, até o último estágio da cadeia. Com isso, a responsabilidade não se concentra em apenas um estágio isolado, e sim é compartilhado por todos eles. Assim, amplia-se a chance de que o problema seja resolvido, pelo simples fato de que ele é muito importante para que seja ignorado. Dessa maneira, reduz o estoque a zero, aumentando a eficiência da fábrica. A Figura 3 representa os fluxos tradicionais e JIT entre estágios.



a) Abordagem tradicional – estoques separam estágios.



b) Abordagem JIT - entregas são feitas contra a solicitação

Figura 3 – Fluxo (a) tradicional e fluxo (b) JIT entre estágios.
 Fonte: Adaptado de Slack, 2009

Os resultados concretizados pelo *JIT* em relação ao estoque mínimo e redução de *lead-time* são completamente compatíveis com os resultados finais em que o *TPM* busca, em relação a alta disponibilidade e rendimento dos equipamentos, além de baixo consumo de materiais, energia e zero acidentes. A diferença básica e principal é que enquanto o *TPM* é focado no equipamento, o *JIT* foca no fluxo de materiais. No tópico a seguir será abordado sobre o *TPM* (Manutenção Produtiva Total).

2.5 TPM

Total Productive Maintenance (TPM) em português: Manutenção Produtiva Total, é um modelo de gestão que tem por finalidade a redução do desperdício e se possível erradicar o problema, capacitando os colaboradores em forma de envolvimento em equipe para identificar e eliminar essas perdas.

Segundo Branco (2008), é uma filosofia japonesa para aumentar a disponibilidade total das instalações, a qualidade do produto e a utilização dos recursos.

Essa metodologia visa reduzir o tempo de resposta entre falhas das máquinas e para isso é fundamental o envolvimento de pessoas, em que os

operadores possam ser capazes de realizar pequenas manutenções, cabendo ao técnico de manutenção estar disponível para executar trabalhos específicos que necessitam de conhecimento ou experiência técnica.

Para Werkema (2006), o *TPM* é um conjunto de procedimentos que tem como finalidade garantir que os equipamentos sejam sempre capazes de executar suas funções de modo a não interromper a produção.

Perez (1997), define o *TPM* como o processo de maximização de performance dos equipamentos, disponibilidade e qualidade com total envolvimento dos operadores de produção, técnicos, engenheiros, supervisores e gerentes.

Segundo Takahashi (1993), o *TPM* compreende a empresa inteira como envolvimento de todos os colaboradores, para conseguir utilizar a máxima eficiência dos equipamentos, utilizando-se de uma filosofia orientada para o equipamento.

Podemos dizer assim que, o *TPM* é uma filosofia de trabalho, onde o envolvimento de pessoas é o ponto chave para o sucesso, sendo capaz de gerar o senso de propriedade sobre os equipamentos, além do processo e o produto.

Segundo Nakajima (1998), podemos observar três características fundamentais sobre o *TPM*. São elas:

- Busca da economicidade: tornar a manutenção uma atividade geradora de ganhos financeiros para a empresa.
- Integração e otimização de todas as políticas de manutenção disponíveis: promovendo a melhoria da eficiência global dos equipamentos.
- Participação voluntária de operadores de produção nas atividades de manutenção.

Segundo Souza (2007), a implementação do *TPM* tem os seguintes objetivos:

- Aumentar a eficiência do sistema produtivo, em que os operadores serão agentes de conservação de seus equipamentos.
- Planejamento, programação e controle das atividades de manutenção.
- Crescimento dos profissionais em função de novos aprendizados, responsabilidade e conscientização.

- Ganhos em relação ao gerenciamento de qualidade, confiabilidade e produtividade.
- Aumentar a eficiência dos profissionais de manutenção e dos departamentos administrativos.
- Gestão da segurança, saúde e meio ambiente.

Embora o *TPM* seja flexível em função da cultura da empresa em que ela está inserida, buscando a adaptação conforme sua rotina, existem princípios fundamentais que são básicos para todas elas, os quais são denominados como pilares do *TPM* que dão sustentação para toda sua implementação e manutenção. Segundo os autores Souza (2007), Nakajima (1989), JIPM (2002), Palmeira (2002) a divisão das atividades é feita por 8 pilares que sustentam a metodologia. Estes pilares podem ser observados conforme a Figura 4.

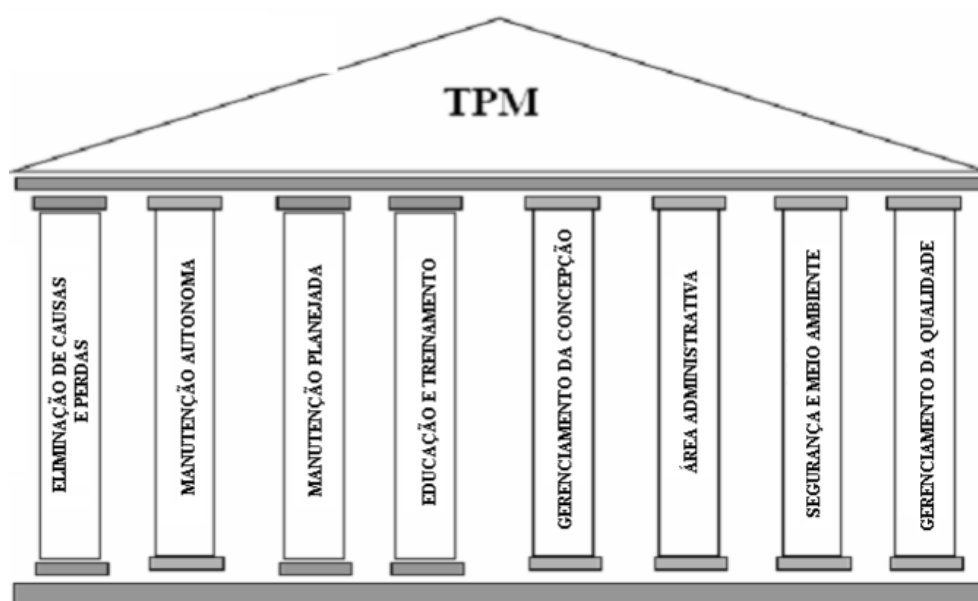


Figura 4 – Os 8 pilares do *TPM*.
Fonte: Souza, 2007

- Pilar da melhoria focada ou específica: engloba os conceitos de manutenção corretiva de melhorias para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos.
- Pilar da manutenção autônoma: se baseia nos treinamentos recebidos pelos operadores sejam eles práticos, além do espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção. Este pilar tem como objetivo prover aos operadores o conhecimento e habilidades relativos ao seu equipamento.

- Pilar da manutenção planejada: este pilar tem referência às rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou condição do equipamento, visando a melhoria contínua da disponibilidade, tendo relação direta com a redução dos custos de manutenção.
- Pilar do treinamento e educação: refere-se à aplicação de treinamento técnico e comportamental para a liderança, flexibilidade e autonomia das equipes.
- Pilar da gestão antecipada ou gerenciamento da concepção: este pilar tem como base os conceitos de prevenção da manutenção onde todo o histórico de equipamentos anteriores ou similares é utilizado desde o projeto, a fim de que se construam equipamentos com índices mais adequados em confiabilidade e manutenibilidade.
- Pilar do gerenciamento da qualidade: refere-se à interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento a demanda.
- Segurança, saúde e meio ambiente: este pilar tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho e na redução dos riscos de segurança e ambiental.
- Área administrativa: conhecido como o *TPM* de escritório, utiliza-se dos conceitos de organização e eliminação de desperdício nas rotinas administrativas, que, de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos.

Segundo Nakajima (1989), o *TPM* pode ser implementado de acordo com 4 fases:

- Fase 1: preparação que está relacionado a um ambiente propício para o início da implementação, onde a principal busca é pela conscientização e o comprometimento de toda a organização.
- Fase 2: Motivação através de um projeto piloto. Esta fase servirá como elemento motivador para toda a organização, onde se faz a introdução no lançamento do projeto.
- Fase 3: implantação, fase na qual todas as atividades relacionadas a melhoria da eficiência global dos equipamentos e sistemas são postas em marcha.

- Fase 4: consolidação, onde toda a manutenção dos resultados durante a implementação passa ser o grande desafio.

A partir desse contexto, será explanado a seguir sobre os indicadores da qualidade. O estudo tem a finalidade de identificar esses indicadores, para então fazer a avaliação dos mesmos e posteriormente realizar ações com o objetivo de buscar a melhoria contínua e reduzir custos.

2.6 INDICADORES DA QUALIDADE

Segundo Takashina (1996), os indicadores da qualidade atuam como auxiliares na tomada de decisão, definindo-os como representações quantificáveis das características de produtos e processos, os quais proporcionam evidências a serem atacadas pelos gestores. Esses indicadores são utilizados para garantir a melhoria contínua da qualidade em seus produtos e processos ao longo do tempo. Ainda de acordo com o autor, para a definição de um indicador recomenda-se observar os seguintes critérios:

- Clareza e simplicidade;
- Grau de abrangência;
- Seletividade e importância;
- Rastreabilidade e acessibilidade (controle acessível);
- Estabilidade e disponibilidade;
- Baixo custo de obtenção;
- Amplamente conhecidos e padronizados.

Camargo (2000), recomenda que esses indicadores devam ser motivadores, confiáveis, significativos e de representação universal.

Definido o indicador é necessário se atribuir a uma meta, a qual deve estar diretamente alinhada com a estratégia da organização.

2.6.1 Classificação dos Indicadores

Paladini (2008) classifica esses indicadores em relação ao ambiente, do qual foram originados:

- *In-line*: Está relacionado com produção da qualidade de um bem ou serviço, o qual relaciona-se com o processo produtivo em si. Prioridade para esforços fundamentais para a correção e prevenção de defeitos nos métodos de trabalho, dos materiais e dos equipamentos utilizados. Os indicadores *in-line* avaliam o desempenho do processo englobando procedimentos de gestão tática e operacional. Exemplos de indicadores *in-line*: desperdício com perdas no processo, capacidade produtiva dos recursos e desperdícios de energia.
- *Off-line*: Os indicadores *off-lines* tem características das atividades e funções de suporte ao processo produtivo, tendo assim sua participação indireta na produção de um bem ou serviço. É um indicador que está diretamente ligado à qualidade, devendo também ser alvos de melhoria. Esses indicadores medem as ações de suporte ao processo produtivo. Exemplos de indicadores *off-line*: aderência a treinamentos, responsabilidade compartilhada e incentivo ao desenvolvimento pessoal.
- *On-line*: Oposto do indicador *in-line* que tem ênfase no ambiente interno da organização, o ambiente *on-line* está orientado para o ambiente externo, ou macro ambiente, que gera para empresa oportunidades e ameaças definindo esta como a capacidade de reação às mudanças positivas e negativas. Neste cenário, o ambiente *on-line* mede as reações da empresa frente ao mercado. Exemplo de indicadores *on-line*: potencial de comercialização do produto, lucratividade ambiental, eficácia e planejamento das ações.

A partir da definição dos indicadores e a classificação dos mesmos, pode-se elaborar planos de ações que permitam uma melhor gestão no quesito da qualidade, os quais conduzirão ao objetivo estratégico da empresa. Um desses indicadores e tema do trabalho em estudo é o desperdício. A seguir será abordado os conceitos sobre ele.

2.7 DESPERDÍCIOS

O *Just in time* é uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de planejamento e controle, que tem como principal foco evitar desperdícios, sendo o objetivo eliminar o estoque, de modo que os problemas fiquem visíveis e possam ser abolidos.

“O desperdício é o uso de recursos disponíveis de forma descontrolada, abusiva, irracional e inconsequente”, LOPES DE ABREU (1990).

Já Susaki (1987), faz uma abordagem mais operacional sobre o conceito, o qual retrata que, quanto menos se usa equipamentos, materiais, peças, espaço e tempo de mão-de-obra, mais se agrega valor ao produto; e que do contrário, considera-se um desperdício.

Segundo Corrêa e Giansi (1993), o JIT pode ser considerado como um sistema de manufatura, cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos por meio da redução contínua de desperdícios.

Para Ghinato (2002), desperdícios são atividades completamente desnecessárias que geram custo e que não agregam valor, devendo ser diretamente eliminadas.

De acordo com Sushil (1989), uma concepção sistêmica na Figura 5, em que “desperdícios pode ser qualquer *input* desnecessário, ou qualquer *output* indesejável, em um sistema”, ainda identifica como desperdício todo tipo de recurso que é “jogado fora” considerando implicitamente os recursos gastos além do necessário. Analisa ainda, os gastos abusivos mal-empregados à qualidade do produto, bem como o uso indevido dos recursos disponíveis ou uso incorreto.

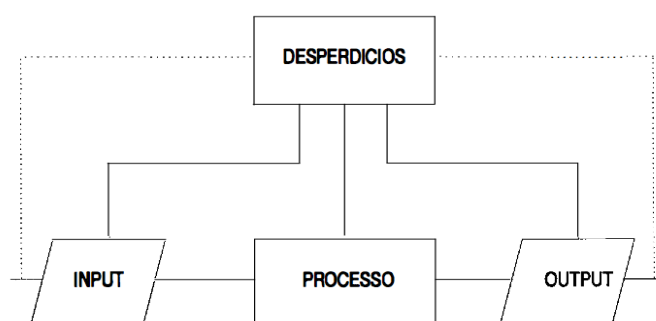


Figura 5 – “Gestão de Resíduos. A perspectiva do sistema.”
Fonte: Sushil, 1989.

Após ter sido realizada a explanação sobre o conceito de desperdício, será apresentada a seguir os tipos e a classificação sobre o tema que será importante para a consolidação do segundo objetivo específico.

2.8 TIPOS DE DESPERDÍCIOS

Ohno (1997) identificou alguns tipos de desperdícios no Sistema Toyota de Produção que ficaram sendo reconhecidos como “Os sete tipos de desperdícios da produção, em que a verdadeira melhoria de eficiência se dá quando esses desperdícios são eliminados.” São eles:

- Desperdício de Superprodução;
- Desperdício da Espera;
- Desperdício de Transporte;
- Desperdício do Processamento;
- Desperdício da Movimentação;
- Desperdício por Defeitos;
- Desperdício de Estoque.

2.8.1 Desperdício da Superprodução

É considerada a perda mais danosa, por ter propriedade de esconder as outras perdas, além de ser uma das mais difíceis de ser eliminada. Existem dois tipos de perdas por superprodução: a primeira produzida excessivamente em relação a demanda, considerada como superprodução pela quantidade. Já a outra, tipo de superprodução é por antecipação.

Kaplan (1992) atribui para a produção excessiva como a quantidade produzida de lotes superior a demanda imediata do mercado, não só formando estoques, mas camuflando as perdas com unidades defeituosas, atrasos e erros.

Corrêa e Gianesi (1993), por sua vez acreditam que os desperdícios pela superprodução deve-se ao fato da empresa tentar antecipar demandas, empurrando a produção sob a suposição de que a capacidade da fábrica está balanceada. Esses casos ocultam deficiências com relação ao *set-up*, manutenção, com o layout, com o recebimento de matérias primas e peças e com as unidades defeituosas.

O JIT como manufatura enxuta sugere que produza somente o que é necessário, reduzindo o tempo de *set-up* assim sincronizando a produção com a demanda.

2.8.2 Desperdício de Espera

Segundo Menegon (2003), este é o desperdício que resulta em filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. Para o autor existe três tipos de desperdícios por espera:

- Perda por espera no processo: Onde o lote aguarda o término da operação no lote anterior, até que máquina, dispositivos ou operador, estejam disponíveis para o início da operação.
- Perda por espera do lote: Representa o tempo de espera de cada peça componente de um lote até que todas as peças sejam processadas para passar para a próxima operação.
- Perda por espera do operador: É a ociosidade devido ao desbalanceamento de operações.

2.8.3 Desperdício de Transporte

O transporte é um processo que não agrega valor ao produto, mas tem de ser considerado como perda e ser minimizado. O layout influencia muito nesse aspecto. A eficiência está diretamente ligada com a minimização dos transportes.

“A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custo, pois, em geral, o transporte ocupa 45 % do tempo total de fabricação de um item.” (GHINATO, 2002).

De acordo com Suzaki (1987), o excesso de transportes, além de registrar desperdícios, pode gerar movimentos e etapas nos processos desnecessários.

2.8.4 Desperdício do Processamento

Algumas operações existem pela simples função de um projeto mal feito de componentes ou manutenção ruim, devendo assim serem eliminados. Metodologias

de engenharia e análise de valor contribuem para eliminar esse tipo de desperdício, já que simplifica e reduz o número de operações necessárias para produzir o produto. Qualquer atividade que gere custo e não agregue valor deve ser eliminada.

2.8.5 Desperdício de Movimentação

Esse tipo de desperdício envolve fatores em relação aos movimentos desnecessários pelos operadores para realizar uma operação.

Para Reis (1994), são fontes de perdas para as empresas, a falta de padronização e a forma empírica como o trabalho é executado, grande parte disso em decorrência de planos incipientes e mal formulados, e da absoluta ausência de noção da tarefa executável.

Esse tipo de desperdício pode ser tratado com o estudo de tempos e métodos. Menegon (2003), retrata que 10 a 20% podem ser reduzidos aplicando melhorias nos estudos de tempos e métodos.

2.8.6 Desperdício por Defeitos

Para Susaki (1987), os desperdícios por unidades defeituosas, serão considerados os custos de todos os materiais adicionados ao produto e que não possam ser recuperados no final do processo, além dos custos de fabricação. Esses desperdícios não representam apenas os custos de unidades descartadas devido a má qualidade, mas também os custos devido ao retrabalho que serão realizados nessas peças.

Segundo Feigenbaum (2002), estima-se que esses custos estão entre 25 a 40 % correspondentes às peças defeituosas dos produtos norte-americanos.

Produzir produtos defeituosos está diretamente ligado ao desperdício. Uma unidade defeituosa significa que ela desperdiçou material, tempo de máquina para ser processada, mão-de-obra, movimentação dos colaboradores, entre outros.

2.8.7 Desperdício de Estoque

Estoque pode ser o grande fator de esconder outros problemas, entre eles o desperdício. Como já mencionado, a filosofia JIT busca reduzir o estoque a zero,

assim podendo enxergar os diversos problemas que se encontravam “ocultos” diante do processo.

Para os autores Harmon e Peterson (1991), grande parte dos desperdícios se deve a estoques supérfluos, em que estão as incertezas nas entregas das compras de matérias-primas, peças e componentes pelos fornecedores.

Segundo Susaki (1987), o excesso de estoque tem relação direta com o aumento de custos do produto, além de requerer um espaço extra, mão-de-obra e custos adicionais de manutenção, peças consumidas, salários pagos para se produzir estoques supérfluos.

A seguir será explanado sobre os conceitos da qualidade, fazendo um breve histórico sobre as eras da qualidade.

2.9 GESTÃO DA QUALIDADE

Muitos autores citam sobre o tema qualidade, dentre eles Ishikawa, Crosby, Deming.

Para o guru da qualidade Ishikawa (1993), “a qualidade é uma revolução da própria filosofia administrativa, exigindo uma mudança de mentalidade de todos os integrantes da organização”. Ainda, segundo o autor, qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto mais econômico de qualidade, mais útil e satisfatório para o consumidor.

Segundo Juran (1992), a qualidade é a ausência de deficiência, ou seja, quanto menos defeito, melhor a qualidade. “Qualidade é adequação ao uso”.

Para Crosby (1986), “Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações”.

Segundo Deming (1982), qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente, associando a qualidade a impressão do cliente.

Tais autores possuem conceitos que podem se relacionar às eras da qualidade, conforme o quadro 1. Segundo Garvin (1992), elas se dividem em:

- Era da inspeção;
- Era do controle estatístico da qualidade;
- Era da garantia da qualidade;
- Era da gestão da qualidade total.

Identificação das características	Eras da Qualidade			
	Inspeção	Controle Estatístico da Qualidade	Garantia da Qualidade	Gestão Estratégica da Qualidade
Ênfase	Uniformidade do produto	Uniformidade do produto com menos inspeção	Toda a cadeia de produção, desde o projeto até o mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais	As necessidades do mercado e do consumidor
Métodos	Instrumentos de medição	Instrumentos e técnicas estatísticas	Programas e sistemas	Planejamento estratégico de objetivos e mobilização da organização
Quem é o responsável pela qualidade	O departamento de inspeção	Os departamentos de produção e engenharia	Todos os departamentos, embora a alta gerência só se envolva periféricamente	Todos na empresa, com a alta gerência exercendo forte liderança
Orientação e abordagem	"Inspecciona" a qualidade	"Controla" a qualidade	"Constrói" a qualidade	"Gerencia" a qualidade

Quadro 1 – Eras da Qualidade

Fonte: Garvin, 1992.

Dentre uma gestão da qualidade faz-se necessária à classificação dos custos da qualidade divididos em custos de prevenção e avaliação, representado no quadro 2:

Classificação dos custos da Qualidade	
Custos de Prevenção	Custo de Avaliação
Planejamento da qualidade	Inspeção de materiais
Revisão de novos produtos	Inspeção de processos
Planejamento do processo	Inspeção de produtos acabados
Formação	Laboratório de qualidade
Projetos para a melhoria	I&D
Custos de Falha Interna	Custo de Falha Externa
Desperdícios	Garantia
Refazer ou correção de defeitos	Devolução de mercadorias
Paradas não previstas	Reclamação de clientes (devolução de stocks, crédito, viagens, correios)
Acidentes de trabalho - Segurança e saúde	
Erros de programação de produção	Sobre as vendas
Tempo inútil	
Armazenagem inadequada	Multas contratuais

Quadro 2 – Classificação dos Custos da Qualidade

Fonte: Juran, 1992.

Para Tubino (1999), até os anos noventa, em economias fechadas a concorrência externa as empresas estabeleciam seus preços a partir de uma colocação de uma margem de lucro sobre seus custos, conforme a Equação 1.

$$\text{Preço} = \text{Receita} - \text{Custos.} \quad \text{Equação 1}$$

Quando se aumentava o custo referente ao produto, o preço também era ajustado para manter a margem de lucro. Com isso, as empresas não tinham estímulos para abaixar seus custos, muito menos melhorar a qualidade de seus produtos.

Atualmente, com a globalização econômica em relação a concorrências entre as empresas, não é mais possível administrar seus preços, agora ele é estabelecido conforme a lei da oferta e procura. Dessa forma, apesar das mesmas variáveis a equação de formação de preços passa a transformar-se na equação da formação de lucro, conforme a Equação 2.

$$\text{Lucro} = \text{Receita} - \text{Custos.} \quad \text{Equação 2}$$

Dentro desse novo cenário as empresas devem rever seus conceitos de sistemas produtivos para obter lucro. Conceitos da qualidade, ajudam a diminuir a variabilidade do processo, conseqüentemente diminuem seus custos.

Segundo Slack (2009) a qualidade é um fator determinante para a competitividade, pois afeta diretamente a percepção do cliente em relação ao produto ou serviço prestado.

2.9.1 Engenharia da qualidade para o processo

A engenharia da qualidade tem um papel muito importante para identificar erros no processo produtivo que possam ocasionar a não conformidade de um produto.

Ela também é composta de um conjunto de metodologias, ferramentas, técnicas e procedimentos que ajudam a estabelecer parâmetros e medidas, que abordam diretamente a qualidade do produto.

2.9.2 Garantia da qualidade e melhoria contínua

Podemos dizer que o maior bem ou patrimônio e a razão da existência de uma empresa de fato são seus clientes. Segundo Falconi (1994), a administração de uma empresa deve estar voltada para a qualidade buscando a satisfação contínua de seus clientes, mas não só destes e sim toda a cadeia envolvida direta e indiretamente com a organização.

Os conceitos de TQM (gestão da qualidade total) e TQC (controle total da qualidade) coloca o consumidor como linha de frente no processo de tomada de decisão para a qualidade, onde as necessidades e expectativas dos consumidores são consideradas nas medidas de desempenho da qualidade, afirma Slack (2009).

Um sistema de produção bem definido auxilia na garantia de uma administração de qualidade, e seus conceitos fundamentais devem estar inseridos no comprometimento da mais alta administração da empresa.

Falconi (1994) na Figura 6, retrata um sistema que assegura a qualidade e a melhoria contínua. Proporcionando a segurança dos usuários ao produto, além de atender as necessidades dos clientes e garantir o ciclo de vida do produto ou serviço.

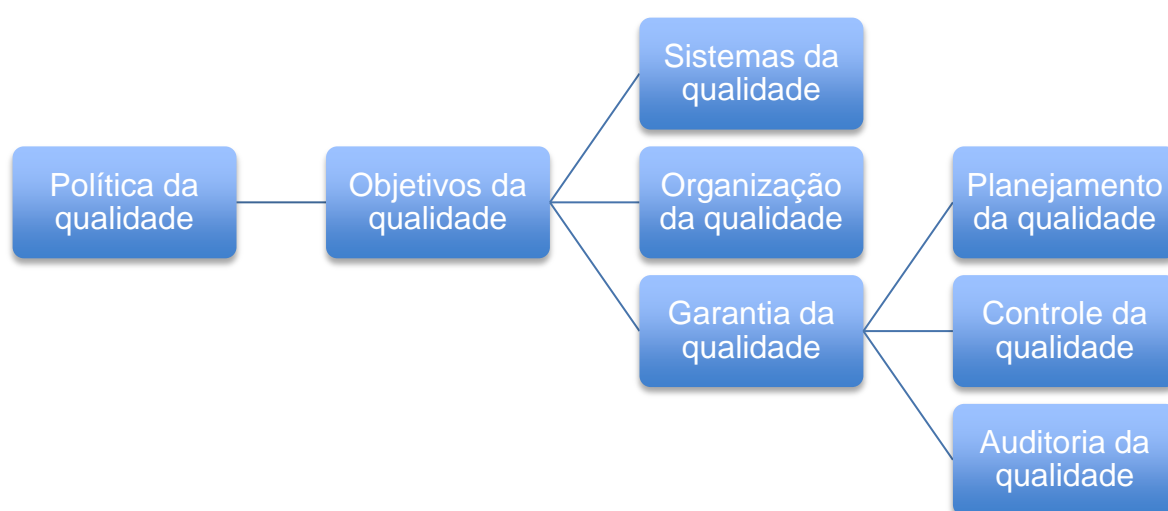


Figura 6 – Administração da qualidade.
Fonte: Falconi,1994.

Esse sistema garante a melhoria contínua do processo, buscando uma posição competitiva, onde todos os colaboradores da empresa são responsáveis por

isso. Qualquer erro ou acontecimento fora dos padrões dentro da empresa devem ser encarados como oportunidades de melhoramento.

2.9.3 Kaizen

O *Kaizen* é uma metodologia de origem japonesa que tem como significado melhoria na vida pessoal, familiar e no trabalho (OHNO, 1997).

No conceito do sistema produtivo japonês, o *Kaizen*, tem como principal objetivo a melhoria contínua buscando entendimento dos principais desperdícios para que se possa eliminá-los, aumentando assim a qualidade. A melhoria contínua não se limita apenas ao produto, mas também, ao processo produtivo como um todo bem como suas fases, na manutenção de máquinas ou até mesmo em processos administrativos.

Segundo Moody e Hall (2009), o *Kaizen* eleva os níveis de desempenho em um curto espaço de tempo, cujo objetivo é um processo de melhoria de uma determinada área.

Para Ohno (1997), o *Kaizen* envolve uma política, na qual é o conjunto de valores que servirão como orientação para o comportamento de determinado grupo de pessoas.

O *Kaizen* em uma organização faz com que os funcionários acabem adotando a prática da melhoria contínua no dia a dia, tanto para melhoria da qualidade de vida pessoal, como segurança, meio ambiente entre outros.

Existem dois pré-requisitos básicos para a implementação do *Kaizen* segundo Yamada (2012):

- Envolvimento de pessoas: é imprescindível na cultura do *Kaizen* o envolvimento de pessoas, além da participação em equipe, as ideias de melhorias provenientes das pessoas envolvidas diretamente e indiretamente no processo são fundamentais para a eficiência e eficácia de todo kaizen.
- Dar a importância a todas as ideias: o *brainstorming*, ou “tempestade de ideias” é fundamental, pois proporciona o engajamento de todos nas fases do projeto, além de que uma ideia é considerada como o fluxo inicial para geração de outras novas ideias.

Segundo Kaizen (2002) em seu livro, pode ser dividido em três fases:

- Fase 1°: planejamento e preparação;
- Fase 2°: implementação;
- Fase 3°: apresentação, celebração e acompanhamento.

2.9.3.1 Fase 1 – planejamento e preparação

Nessa fase os passos básicos e fundamentais para o sucesso do *Kaizen* são:

- Definir a área a ser estudada: área ou máquina onde será realizado a aplicação do *Kaizen*, definir bem o local, pois ele será monitorado durante todas as fases do *Kaizen*.
- Tema da melhoria: é o problema que precisa ser resolvido, o tema precisa ser claro, curto, detalhado e de fácil compreensão da equipe.
- Definição da equipe: a equipe tem de ser caracterizada por ser multidisciplinar, contendo membros que saibam trabalhar juntos, geralmente de três a cinco membros. É importante conter na equipe um membro da operação da área/máquina, pois é ele quem convive em seu posto de trabalho diariamente. Deve-se definir um líder, o qual será o responsável por conduzir as atividades e gerenciar o grupo. É essencial que todos saibam os objetivos do *Kaizen*, além de seu papel na equipe.
- Objetivos: a definição do objetivo deve ser quantificada, partindo de uma situação atual até a meta proposta. O objetivo deve ser ambicioso estimulando a criatividade da equipe, para que se atinja também o prazo determinado.
- Definição do desperdício a ser eliminado: é importante selecionar o tipo de perda para que a equipe *Kaizen* possa eliminar ou reduzi-la, seguindo a metodologia.
- Datas de início e término do *Kaizen*: fundamental para a condução do *Kaizen* determinar uma data de início do projeto e final, para que a equipe desenvolva suas atividades.
- Cronograma de atividades: após definido o período em que o *Kaizen* será executado, o cronograma de atividades é fundamental para direcionar a equipe em suas atividades.

2.9.3.2 Fase 2 – implementação

- Compreender a situação atual do setor a ser analisado. Essa etapa compreende conhecer de forma mais detalhada os processos que envolvam a área estudada, entender o porquê de se aplicar o *Kaizen* àquela área/máquina. Deve-se realizar um mapeamento do processo para visualização detalhada dos fluxos visando eliminar as atividades que não agregam valor. Nessa etapa, também é importante esboçar os equipamentos e materiais em estudo para entender o princípio de funcionamento para então aplicar futuras melhorias.
- Realização das melhorias: depois de levantadas as causas, e a área/máquina forem completamente compreendidas, realiza-se um brainstorming a fim de listar todas as ações e possibilidades de melhorias. É importante nessa etapa, priorizar as ideias em termo de custo e impacto na produção, ou seja, ideias com custo baixo e de alto impacto deverão ser as escolhidas para serem implementadas.
- Plano de ações: levantadas as possíveis ações de acordo com o passo anterior deverá ser definido os responsáveis e prazo para que aquela determinada ação seja executada.
- Implementação das ações: última etapa da fase de implementação. É de fato a concretização das ações de melhoria que foram levantadas, importante nessa etapa comparar com o antes e depois, verificando se realmente houve uma melhora na área/máquina estudada.

2.9.3.3 Fase 3 – apresentação dos resultados, reconhecimento, acompanhamento dos dados

- Apresentação dos resultados: nessa etapa devem ser apresentados todos os resultados para a gerência, os quais devem ser quantificados compreendendo todas as formas de ganho possível. É também relevante mostrar a evolução, comparando o antes com o depois. Essa apresentação tem de ser clara e objetiva, e todos os membros da equipe devem contribuir para que a mesma seja realizada.
- Planejamento de atividade e acompanhamento dos resultados: o acompanhamento das atividades é importante no contexto da melhoria contínua,

para garantir a estabilidade nas ações implementadas. Portanto, deve-se criar padrões a fim de sustentar o nível alcançado, garantindo que as condições que geraram as melhorias sejam realmente mantidas, definindo os procedimentos e padrões.

- Possíveis ações futuras: essas ações têm de ser listadas e planejadas para serem implementadas posteriormente ao encerramento do *Kaizen*. Compreende-se essas ações devido ao nível de complexidade da mesma, levando um tempo considerável a ser implementada.
- Reconhecimento da equipe: importante para os membros da equipe e de toda a organização, reconhecer o time com alguma forma de premiação. É fundamental que os colaboradores sintam-se motivados pelos seus resultados, a fim de estarem participando continuamente de outros projetos propostos pela organização.

A seguir, será apresentada a ferramenta 8D, como um dos objetivos de resolução de problema proposto nesse trabalho. Essa metodologia é compreendida em todas as fases do *Kaizen*, sendo de fundamental importância para a execução da melhoria contínua também nas fases do PDCA.

2.10 METODOLOGIA 8D (OITO DISCIPLINAS)

A 8D ou oito disciplinas corresponde a uma robusta metodologia, que tem como objetivo a busca da melhoria contínua e solução de problemas. Esta foi desenvolvida nos anos 1980, pela Ford e é direcionada ao trabalho em equipe, envolvendo as pessoas, a qual é muito utilizada devido a sua simplicidade e eficiência (GONZÁLES e MIGUEL,1998).

Para Kepner e Tregoe (2001), entre as funções básicas das oito disciplinas estão a solução de problemas, contenção de seus efeitos e busca pelos fatos, localizar o modo de falha e abertura de ações preventivas.

Como o nome já diz, a metodologia é baseada em oito disciplinas que segundo Gonzáles e Miguel (1998) podem ser considerados como 8 passos para a resolução de problemas. Os passos da metodologia 8D pode ser representada conforme a Figura 7.



Figura 7 – Ferramenta 8D
Fonte: Autoria Própria

2.10.1 Disciplina 1 – Definição da equipe

Consiste em estabelecer um pequeno grupo de pessoas com conhecimento, tempo, autoridade e competência. Tal grupo necessita de profissionais qualificados de múltiplas áreas para compartilhar visões diferentes, buscando integrar suas competências para solucionar problemas existentes. Na equipe deve conter um líder, para dar andamento e orientar o grupo de trabalho, bem como a utilização das ferramentas qualitativas corretas.

2.10.2 Disciplina 2 – Descrição do problema

Nessa etapa deve-se apontar o problema de forma mensurável buscando saber sua origem descrevendo em termos específicos, deixando visíveis os objetivos alvos, para que possa aplicar as ferramentas corretas.

2.10.3 Disciplina 3 – Ações corretivas imediatas

Deve-se implementar e verificar a curto prazo as ações corretivas, evitando que o problema se generalize e possa trazer consequências maiores, até que as ações corretivas sejam implantadas de maneira eficaz. Ações essas, que, protegerão o cliente dos problemas.

2.10.4 Disciplina 4 – Análise da causa raiz (modo de falha)

Essa disciplina corresponde em encontrar as falhas potenciais que ajudem a explicar o porquê da ocorrência do problema a modo de falha. Pode ser considerada a mais extensa e demandará um tempo maior para ser executada no cronograma, pois é nela que serão direcionadas as próximas disciplinas. Deve-se testar cada causa potencial contra a descrição do problema e dos dados, identificando ações corretivas para eliminar a causa raiz.

2.10.5 Disciplina 5 – Ações corretivas

Para essa disciplina todas as ações corretivas levantadas na disciplina 4 serão realizadas, visando eliminar as causas raízes e seus efeitos e resultados indesejáveis aos clientes. Nessa etapa, também serão definidas outras ações se necessário, com base na gravidade potencial do problema.

2.10.6 Disciplina 6 – Comprovação da eficácia das ações

Após as ações já terem sido realizadas é nessa etapa em que se procura verificar a eficácia das mesmas, mediante o acompanhamento, escolhendo as ferramentas qualitativas para garantir que a causa seja eliminada. Nesse momento também, são realizadas comparações com os dados obtidos após a implementação dessas ações em relação ao estado inicial observadas.

2.10.7 Disciplina 7 – Ações preventivas

É nessa etapa que são tomadas ações com o objetivo de prevenir a recorrência de possíveis problemas. Após as análises das ações corretivas e comprovação das suas eficácias, se o resultado for positivo revisa-se o histórico de produção, com a finalidade de manter o padrão dos processos referente a nova metodologia de execução, evitando que as causas voltem a acontecer. Também são levantadas boas práticas e procedimentos, bem como a atualização dos treinamentos.

2.10.8 Disciplina 8 – Análise de encerramento

Nessa última disciplina são direcionados os agradecimentos e reconhecimentos dos esforços coletivos que a equipe realizou para chegar aos objetivos e resultados.

A seguir, será representado um fluxograma conforme a Figura 8 as oito disciplinas contendo seus elementos principais.

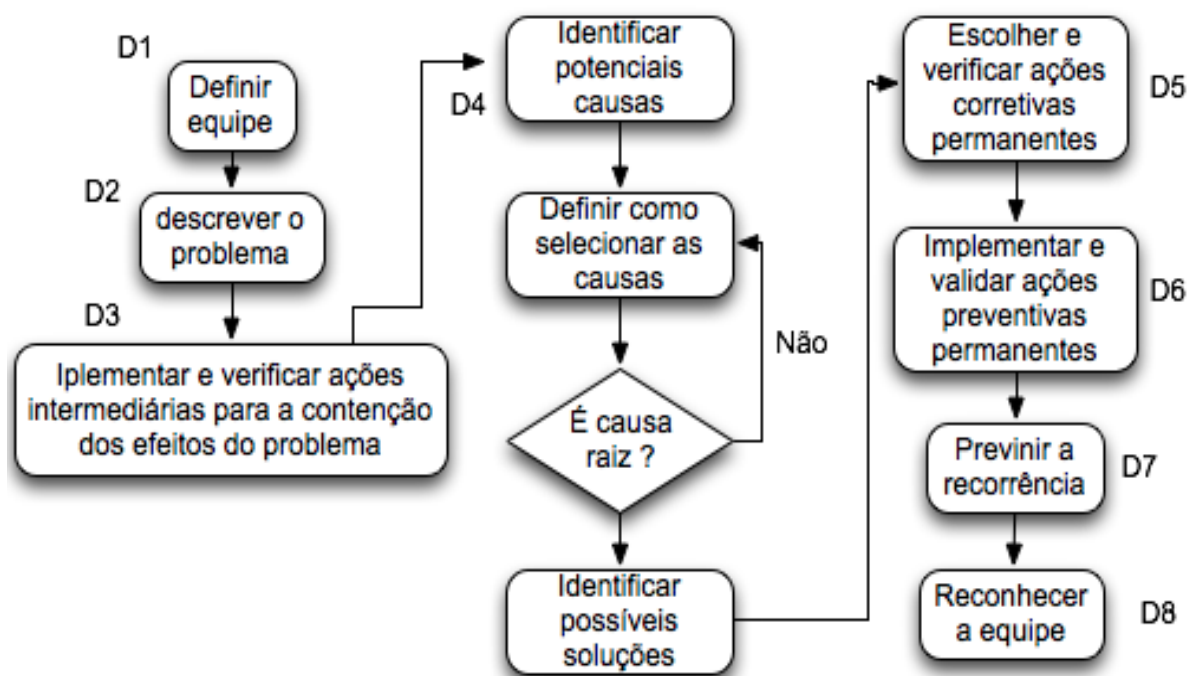


Figura 8 – Fluxograma da Metodologia 8D.
Fonte: FMA Gestão Empresarial, 2008.

Na sequência, serão apresentadas as ferramentas da qualidade, que servirão para a execução do trabalho proposto nos objetivos específicos. O Dellaretti Filho (1996) divide as ferramentas em dois grupos: ferramentas de controle e ferramentas de planejamento.

2.11 FERRAMENTAS DE CONTROLE DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade, como o próprio nome já diz, são ferramentas que são utilizadas para melhoria e soluções de problemas dos processos produtivos.

Segundo Vieira (1999), para cada problema existente, suas causas podem ser verificadas por uma ou um conjunto de ferramentas da qualidade. Essas ferramentas ajudam no controle e redução da variabilidade do processo.

Para Paladini (2004), as ferramentas da qualidade são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, métodos estruturados que visam a implantação de melhorias no processo produtivo.

2.11.1 Folha de Verificação

Segundo Marshall (2006), folha de verificação representada pelo Quadro 3, é uma ferramenta cujo objetivo é apresentar dados da produção de forma mais clara e de fácil compreensão, com a finalidade de diminuir erros e confusões na hora da coleta dos dados, além de garantir a confiabilidade dos mesmos. Para Vieira (1999), é importante o registro da coleta de dados, que poderão ser verificados por meio de uma ferramenta que é a folha de verificação.

FOLHA DE CHECAGEM – DEFEITOS DO EIXO			
Produto: MOTOR AH2	Data: 10/03	Identificação:	
Área: MONTAGEM 10	Período: 12:00-24:00	Alberto	
	Horas	DEFEITOS	
DEFEITOS	CHECAGEM	DEFEITOS OBSERVADOS	TOTAL
1. Flexão	////	0-1-0-0-1	2
2. Riscos	///	1-0-0	1
3. Furos	///	0-0-0-1	1
4. Manchas	//	0-2	2
TOTAL			6

Quadro 3 – Folha de verificação
Fonte: Paladini, 2004.

2.11.2 Histograma

Werkema (1995), define histograma como sendo um gráfico de barras no qual o eixo horizontal é subdividido em pequenos intervalos, apresentando valores assumidos por uma variável de interesse. Ainda para o autor, o histograma tem a finalidade de obter uma visualização simples de um conjunto de dados, com o objetivo de permitir comparações de limites especificados avaliando se os processos encontram no valor nominal. Dessa maneira, será possível adotar medidas que auxiliem na redução da variabilidade do processo. Conforme o Gráfico 1 Paladini (2004) é evidenciado a frequência de medições.

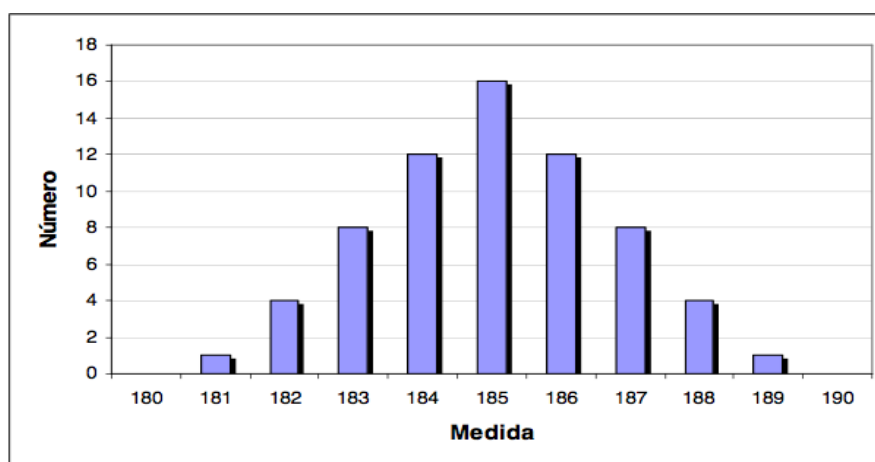


Gráfico 1 – Histograma
Fonte: Paladini, 2004.

2.11.3 Diagrama de Pareto

O gráfico de Pareto, conforme o Gráfico 2, tem como objetivo estratificar os dados de modo que nos permita classificar e priorizar quantitativamente os itens mais importantes, de acordo com SASHKIN E KISER, 1994. Para Werkema (1995), o gráfico de Pareto permite determinar metas a serem atingidas por meio de um gráfico de barras verticais, em que as informações são evidentes e de forma simples e clara.

De acordo com Carpinetti (2007), o Pareto é usado para desdobrar problemas grandes em menores, com o objetivo de visualizar as causas raízes dos problemas, mostrando assim a ordem de cada item para o total efeito.

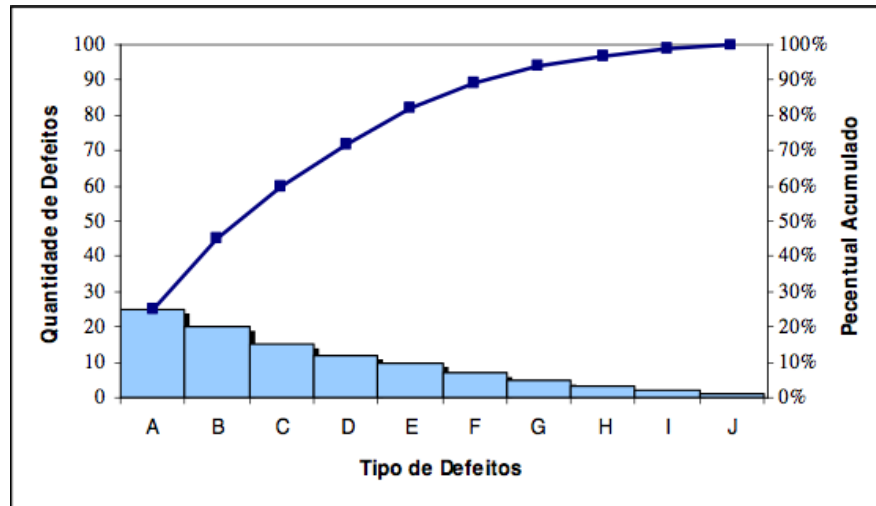


Gráfico 2 – Gráfico de Pareto
Fonte: Sashkin e Kiser, 1994

2.11.4 Diagrama causa-efeito (Ishikawa)

O diagrama de Ishikawa conhecido como “espinha de peixe” teve sua origem em 1943, desenvolvido por Kauru Ishikawa para explicar como os vários fatores estavam relacionados. Esse diagrama é um conjunto de fatores de causas com um efeito de qualidade (ISHIKAWA, 1993).

Segundo Werkema (1995), o diagrama de causa-efeito é uma ferramenta utilizada para representar a relação entre um resultado de processo denominado efeito sobre seus fatores denominados causa, que por suas razões técnicas podem afetar o resultado.

O primeiro passo para a construção do diagrama é definir exatamente qual é o problema, identificando o local que ocorreu, onde, quando, etc. Após isso, são realizados alguns fatores conhecidos como os “6M” que são eles:

- Matéria-prima;
- Máquina;
- Método;
- Meio ambiente;
- Mão de obra;
- Material.

Para realizar o diagrama é aconselhado reunir o maior número de pessoas envolvidas com o efeito para que nenhuma informação passe despercebida, utilizando uma espécie de *brainstorming*. É importante que nessas informações os dados sejam capazes de ser quantificados. O diagrama atua como um guia para identificação fundamental do problema que posteriormente será usado como base para o levantamento das ações.

Segundo Rodrigues (2010), o diagrama conforme a Figura 09 ajuda a estabelecer a relação entre o efeito e as causas de um problema referente ao processo. Todo efeito possui diferentes categorias de causas, que por sua vez podem ser formadas a partir de outras causas.

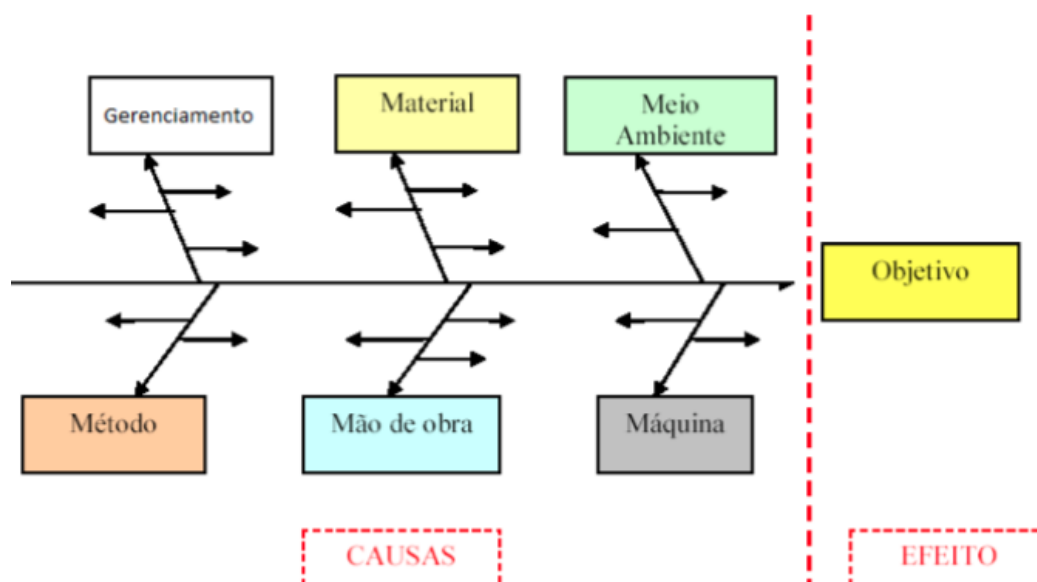


Figura 9 – Diagrama causa-efeito.
Fonte: Ishikawa, 1993.

2.11.5 Diagrama de Dispersão

O Diagrama de Dispersão, ilustrado na Figura 10, é utilizado para representar a relação entre uma variável e outra (PALADINI,2004). Onde essas principais relações envolvem uma característica da qualidade e um fator que possa interferir na mesma, bem como a relação entre duas características e fatores que possam causar efeito na mesma característica da qualidade (VIEIRA, 1999).

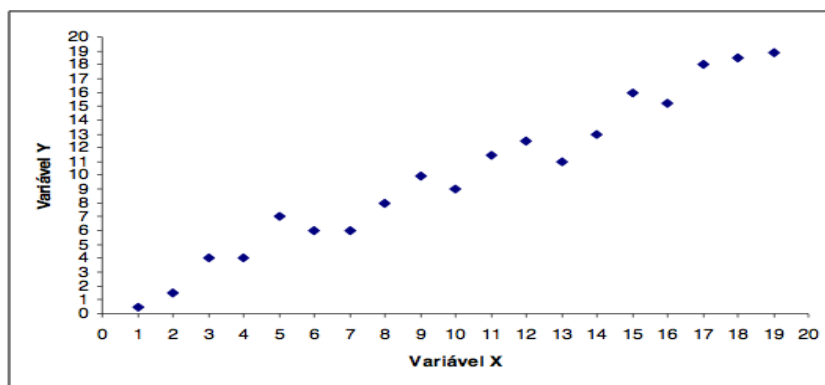


Figura 10 – Diagrama de Dispersão
Fonte: Paladini, 2004.

2.11.6 Controle Estatístico de Processo (CEP)

O CEP é uma ferramenta que auxilia a diminuir a variabilidade do processo, fazendo o controle estatisticamente com o intuito de monitorar e ajudar a tomada de decisão perante ao processo produtivo.

Segundo Montgomery (2009), o CEP reduz o custo paralelamente com a redução de tempo para verificar uma não conformidade.

Para Santos (2010), as duas principais variações do processo produtivo são classificadas em causas comuns e causas especiais, denominadas também como “ponto fora da curva”. As causas comuns são aquelas que é inerente ao processo onde se tem presente apenas a variabilidade natural do processo. Já para as causas especiais, são aquelas que ocorrem de forma imprevisível, criando instabilidade no processo, passando a se comportar de forma diferente do padrão. Na Figura 11 temos uma representação de um gráfico de controle.

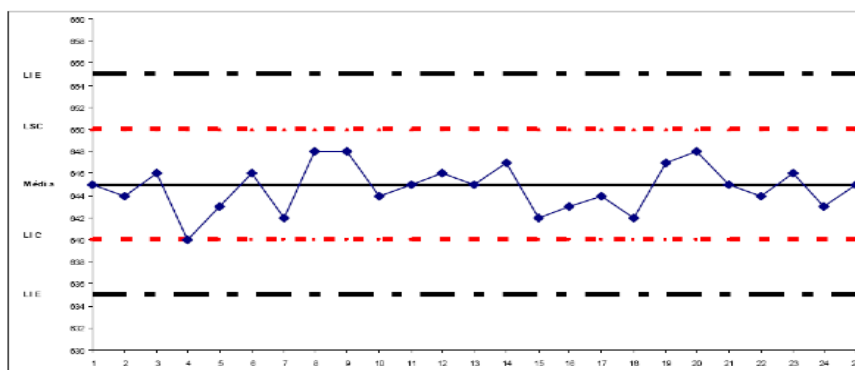


Figura 11 – Ilustração do Gráfico de controle
Fonte: SASHIKN E KISER, 1994.

2.11.7 Estratificação

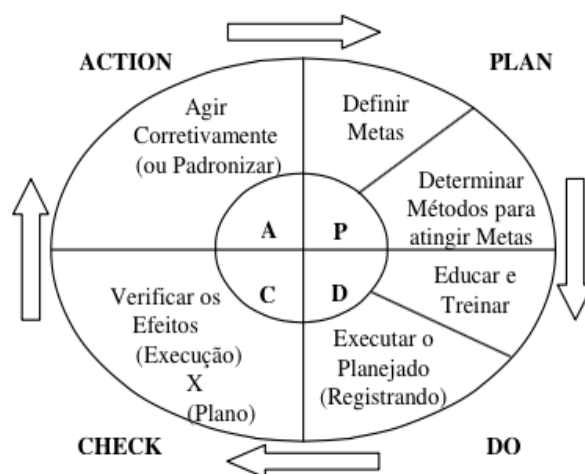
Segundo Werkema (1995), o objetivo é fazer a separação de dados em subgrupos mais detalhados permitindo analisar os dados separadamente para descobrir onde está a causa raiz de um problema. Ainda para o autor, as causas que atuam no processo produtivo geram algum tipo de variação que pode ser estratificado mediante um conjunto de dados.

2.12 FERRAMENTAS DE GESTÃO

2.12.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) desenvolvido por Deming teve uma abordagem na década de 50, onde sua base principal era o ciclo chamado especificação-produção-inspeção, que foi desenvolvido em 1939 por Walter Shewhart, esse ciclo todo é uma evolução das ciências filosóficas estudadas por Galileu em 1600 (MOEN e NORMAN, 2006).

O PDCA é aplicado para a resolução de problemas, de acordo com Marshall (2008), que define o problema como efeito indesejado de um processo, sendo a meta, o resultado desejado de um processo. As siglas compreendem em quatro passos de um ciclo infinito de melhoria contínua conforme a Figura 12 e podem ser explicados segundo (CORRÊA, 2005) e (CAMPOS, 2004):



**Figura 12 – Ciclo PDCA,
Fonte: Campos, 1992.**

- Etapa 1: Planejar (P): É a etapa onde serão definidos metas, definição do problema e as oportunidades de melhorias para resolução dos mesmos. Deve-se investigar as características dos problemas com uma ampla visão sob vários pontos de vista visando maior coleta de dados, além de elaborar um plano para eliminar causas raízes.
- Etapa 2: Executar (D): De forma experimental os dados da etapa de planejamento devem ser executados, coletando assim os resultados e levantando oportunidades de melhoria; executar o plano para eliminar as causas raízes do problema a modo de falha.
- Etapa 3: Verificar (C): Verificar se o bloqueio dessas causas raízes foi efetivo, baseado nos resultados experimentais da segunda etapa, na qual também reavalia o planejamento, além de avaliar se as metas foram atingidas.
- Etapa 4: Agir (A): Nessa etapa compreende a padronização para que o problema não reapareça, bem como a conclusão recapitulando todas as etapas para trabalhos futuros. Para Sokovic (2010), essa é a etapa mais importante, pois é quando acontece a conclusão de sua aplicação.

2.12.2 Ferramenta 5W2H

O planejamento de uma ação parte de perguntas simples direcionadas para solucionar problemas existentes. O 5W2H é essa ferramenta, segundo Oliveira (2013) a ferramenta 5W2H ou plano de ação atua como uma referência sustentando as decisões, permitindo o acompanhamento ou desenvolvimento de um projeto. Ainda para o autor, o plano de ação deve ser estruturado com a finalidade de identificar de forma rápida e eficaz os elementos para implementar ações que serão realizadas para solucionar problemas correntes e futuros.

O 5W2H conforme a Figura 13 é indicado para qualquer colaborador que precise implementar uma ação, ajudando na tomada de decisão, oferecendo recursos e técnicas desde casos mais simples até mesmo o desenvolvimento de um plano de negócio tático e operacional. O 5W2H pode ser listado como:

- *What*: Ação ou atividade que deve ser executada ou o problema que deve ser solucionado.

- *Why*: É a justificativa dos motivos e objetivos de estar sendo executado ou solucionado.
- *Who*: É o responsável pela execução da ação planejada.
- *Where*: Onde cada uma das ações será realizada.
- *When*: Quando as ações serão realizadas pelos responsáveis.
- *How*: Como essas ações serão realizadas, quais procedimentos para atingir os objetivos estabelecidos.
- *How-much*: Quanto custará cada procedimento e o custo total para realizar as atividades.



Figura 13 – Plano de Ação 5W2H
Fonte: Oliveira, 1996.

2.12.3 Ferramenta dos 5 Porquês

Essa é uma técnica muito utilizada para a identificação das causas raízes dos problemas. Onde como o próprio nome já diz, essa ferramenta utiliza de uma pergunta simples e que fazendo o desdobramento da mesma pode-se chegar ao modo de falha de um problema genérico. Ohno (1997) retrata um exemplo simples no Sistema Toyota de Produção.

- 1: Por que a máquina parou? Aconteceu uma sobrecarga e o fusível estourou.

- 2: Por que aconteceu essa sobrecarga? O rolamento não estava lubrificado suficientemente.
- 3: Por que o rolamento não estava suficientemente lubrificado? A bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.
- 4: Por que ela não estava bombeando suficientemente? Porque a haste da bomba estava desgastada e causando ruídos.
- 5: Por que a haste estava gasta? Não havia um filtro e os restos de metais entravam na bomba.

Esse exemplo mostra que a causa raiz para o problema da máquina parar foi porque não havia um filtro ocasionando a entrada de restos de metais na bomba. O objetivo de utilizar essa técnica neste exemplo foi de identificar o modo de falha e assim elaborar um plano de ação para eliminar o problema.

A seguir será contemplado o capítulo 3 do trabalho, o qual será apresentada a metodologia, forma de abordagem, técnicas de pesquisa, objeto de estudo e etapas a serem desenvolvidas no projeto.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será descrito os métodos que foram utilizados para realização do trabalho.

3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

Segundo Lakatos (2001), a seguinte pesquisa classifica-se como exploratória de caráter indutivo que leva a conclusões, cujo conteúdo é mais amplo do que as premissas nas quais foram baseados.

Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, além de aprimoramento de ideias e/ou a descoberta de intuições.

Para o presente estudo de caso foi proposto um plano de implementação da ferramenta 8D para reduzir o desperdício e otimizar processo em uma unidade cervejeira.

3.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTOS

De acordo com Gil (2002), o estudo de caso costuma ser utilizado para esclarecimento do campo em seus múltiplos aspectos, onde seus resultados são apresentados abertamente em condições de hipóteses não conclusivas. Ainda, segundo o autor, “o estudo de caso é aquele em que consiste estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.”

Nesse trabalho, o estudo de caso foi realizado em uma unidade cervejeira em Ponta Grossa, interior do Paraná.

3.3 TÉCNICAS DE PESQUISA

3.3.1 Documentação indireta

Baseado em LAKATOS (2001), foram levantados dados a partir de uma pesquisa bibliográfica, com intuito de recolher informações prévias sobre o campo

de interesse. A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia tornada pública em relação ao tema de estudo, proporcionando uma reflexão acerca de um novo enfoque.

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em um material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

3.3.2 Documentação direta

Constitui-se no levantamento de dados no local de estudo, com o objetivo de obter informações e conhecimentos acerca de um problema, procurando assim uma resposta ou uma hipótese que se queira comprovar. “A pesquisa de campo tem caráter exploratório com finalidade de desenvolver hipóteses, para realização de possíveis soluções para um determinado problema, empregando procedimentos sistemáticos na obtenção de observações empíricas e análise dos dados”, (LAKATOS, 2001).

3.3.3 Forma de abordagem

Quanto à forma de abordagem o estudo tem como caráter combinado entre qualitativo e quantitativo, utilizando de ferramentas estatísticas, traduzindo dados e informações para serem analisados, além de interpretação de fenômenos e conceitos.

3.4 OBJETO DE ESTUDO

A cervejaria em pesquisa atua em mais de 70 países, com 165 cervejarias no mundo. A empresa conta com mais de 85 mil funcionários e mais de 250 marcas. Em 2013 vendeu 195,2 milhões de hectolitros. É a cervejaria mais internacional do mundo e se consolidou com base na produção de grandes cervejas e grandes marcas.

No Brasil, a empresa conta com 2.300 colaboradores e tem capacidade de produção de 20 milhões de hectolitros anuais.

3.5 ETAPAS A SEREM DESENVOLVIDAS

A seguir será proposto um fluxograma para ilustrar as etapas que serão desenvolvidas no trabalho, conforme a Figura 14.

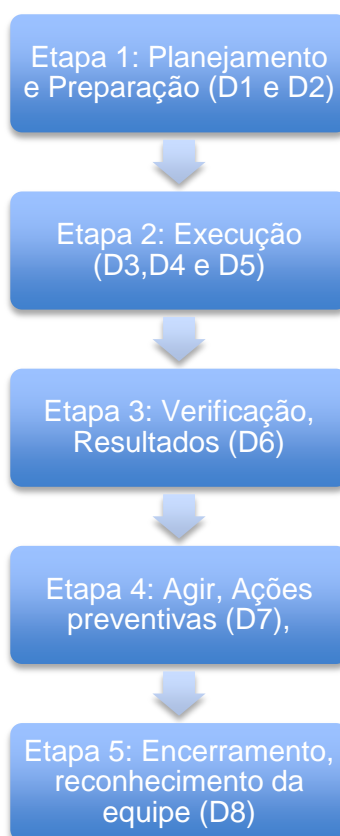


Figura 14 – Metodologia, etapas do trabalho a serem realizadas
Fonte: Autoria própria.

- Etapa 1: Desenvolvimento da fase de planejamento e preparação. Para isso, será definido a categoria do desperdício, área de atuação da equipe, membros de caráter multidisciplinar, objetivo e meta, descrição do problema, bem como sua origem, justificativa para abertura da equipe e o cronograma de atividades. Etapa essa que envolve o planejamento do ciclo PDCA.
- Etapa 2: Desenvolvimento da fase de implementação que corresponde a etapa de execução do ciclo PDCA. Neste momento, serão tomadas ações corretivas imediatas. Será analisada a causa raiz do problema e por fim serão implementadas ações corretivas programadas.
- Etapa 3: Será desenvolvido um subconjunto da fase de apresentação, celebração e acompanhamento dos resultados. Para esta etapa serão

apresentados os resultados acompanhados através de indicadores prioritários, que envolve a verificação (*check*) do ciclo PDCA.

- Etapa 4: Será desenvolvido um subconjunto da fase de apresentação, celebração e acompanhamento dos resultados. Para tanto, serão definidas ações preventivas, padronização de atividades, bem como possíveis ações futuras.
- Etapa 5: Será celebrado o encerramento da equipe. Para esta etapa os membros da equipe serão reconhecidos por seus resultados onde receberão um prêmio como uma gratificação e motivação.

A seguir serão demonstrados os resultados obtidos, utilizando como base o referencial teórico apresentado e a metodologia que orientou a condução para a realização do presente trabalho.

4 RESULTADOS

No conceito da metodologia *TPM*, o pilar correspondente pelo tipo de perda tem a função de fazer o estudo e verificar a necessidade de abertura do time ou equipe que irá trabalhar para sanar o problema de acordo com o seu grau de dificuldade. No projeto em estudo, o pilar responsável foi o de melhoria focada, que engloba indicadores como a perda por energia elétrica, sendo essa uma de suas prioridades, acompanhado através de seu indicador.

No presente trabalho constatava-se perdas pelo consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento de água na estação de tratamento hídrico, impactando assim, aos indicadores da cervejaria. Diante disso, foi caracterizado como um problema crônico de grau de complexidade baixo a moderado, ou seja, diante desse cenário o pilar responsável concluiu que havia a necessidade de abertura de um time *Kaizen* utilizando a metodologia 8D nas suas fases. Seguindo o ciclo de melhoria continua PDCA, para manutenção e sustentabilidade dos resultados.

A partir desse cenário o pilar *TPM* fez a folha de abertura do time entregando à equipe as informações necessárias para que pudessem trabalhar afim de alcançar os resultados. Essas informações foram:

- Natureza do problema a ser eliminado: bombas de abastecimento e circulação de água operando sem parâmetros e com baixa carga.
- Área de atuação: Utilidades/estação de tratamento de água.
- Impacto sobre os indicadores:
 - Identificação do indicador de resultado: consumo de energia elétrica.
 - Quantificação das perdas por resultado: Consumo de energia elétrica acumulado 2015 no sistema de bombeamento é 0,16 kW/hl, comparado com o *benchmarking* de 0,14 kW/hl.
 - Identificação do KPI operacional: kW/hl – consumo de EE Sistema de Bombeamento ETA.
 - Quantificação das perdas operacionais: 0,02 KW/Hl.
 - Valorização das perdas: R\$ 8.103,00.
- Objetivo do time: Redução de 25% da perda de EE no sistema de bombeamento de água na estação de tratamento de água, que equivale a 0,11 kW/Hl sobre o *benckmarking*.

- Análise de custos / benefícios (previsto): R\$ 8.103,00.
- Data de início e encerramento: 18/05/2015 – 18/07/2015

O UBM (*Utilities Benchmark Model*) utilidades é usado para determinar os padrões e definir metas sobre os limites inferiores de energia térmica, eletricidade e consumo de água, os quais são utilizados para o cálculo dos indicadores da cervejaria. Esse valor é baseado de acordo com os equipamentos existentes da planta, circunstâncias locais envolvendo clima e ocupação, portfólio de produtos, e boas práticas já existentes.

Após a folha de abertura a equipe, com o apoio do pilar deu início aos seus trabalhos, seguindo a metodologia 8D e o ciclo de melhoria contínua PDCA.

4.1 PLANEJAMENTO – D1 E D2

Na etapa 1: planejamento do PDCA, foram contempladas as disciplinas D1–definição da equipe, e D2–descrição do problema, disciplinas essas que compõem a primeira fase do *Kaizen*, planejamento e preparação. Para essa etapa foram abordados os seguintes itens:

- Definição da equipe: A equipe foi formada por quatro pessoas multidisciplinares, composta pelo operador da área, dois técnicos eletricitista e um estagiário da área de TPM.
- Categoria do desperdício: Primeiramente foi definida a categoria do desperdício. A gerência que responde pela área observou que existia um alto consumo de energia elétrica nas bombas que alimentavam a caixa d'água responsável por distribuir água para a produção de cerveja, impactando diretamente em seus indicadores.
- Área de atuação: foi definido a área de atuação da equipe, verificado que o maior consumo de energia elétrica provinha da estação de tratamento de água que compõe a área de utilidades, visto que as bombas de abastecimento e circulação de água operavam sem parâmetros e com baixa carga.
- Assunto ou tema: foi definido o tema base para a equipe de trabalho, cujo assunto foi a redução da perda de energia nas bombas da caixa de água.

- Objetivo: o pilar de TPM responsável pela determinada categoria do desperdício propôs uma redução de 25% sobre o UBM da perda pelo consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento de água na estação de tratamento hídrico equivalente a 0,11 Kw/hl.
- Cronograma de atividades: foi realizado um cronograma envolvendo o 8D proposto pela gerência de 60 dias compreendendo início e fim do projeto.
- Descrição do problema: nessa etapa, o problema foi descrito detalhadamente utilizando as ferramentas da qualidade que mais se adequavam para realizar o contexto da descrição. Foi utilizado o gráfico de Pareto, com a finalidade de identificar quais problemas aparecem com maior incidência, posteriormente definindo as prioridades. Nessa etapa, também foi esboçado o princípio de funcionamento dos equipamentos, a fim de conhecer o problema detalhadamente para levantar as causas e ações de melhoria.
- Descrição do problema ferramenta 5W2H: foi utilizada a ferramenta qualitativa 5W2H para a descrição do problema e levantar as ações corretivas imediatas, visando diminuir o impacto do consumo excessivo de energia elétrica.

4.1.1 Tema da melhoria

Foi definido o tema da melhoria pelo pilar de melhoria focada, o qual está relacionado com base nos objetivos traçados pelo pilar, conforme Quadro 4.

TEMA DA MELHORIA	D1
REDUÇÃO DA PERDA DE ENERGIA NAS BOMBAS DA CAIXA DE ÁGUA	

Quadro 4 – Tema da melhoria
Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Área de atuação da equipe

Foi definido a área de atuação da equipe conforme o Quadro 5. A área determinada era responsável pelo maior consumo de energia elétrica da fábrica, cabendo a equipe realizar os trabalhos necessários para reduzir esse desperdício.

A equipe ficou delimitada a apenas uma área, sendo ela a estação de tratamento de água, assim convergindo todos os esforços para obter os resultados desejados

ÁREA DE ATUAÇÃO	D1
Utilidades/estação de tratamento de água	

Quadro 5 – Área de Atuação
Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Categoria do desperdício

Definiu-se a categoria do desperdício, que faz menção aos 7 tipos de desperdício, os quais são abordados pelos pilares do TPM.

CATEGORIA DO DESPERDÍCIO		D1
<input type="checkbox"/>	Superprodução	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Espera	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Transporte	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Processamento	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Movimentação	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Quadro 6 – Categoria do desperdício
Fonte: Autoria própria.

A categoria definida pelo pilar foi a de processamento, conforme Quadro 6, pois foi avaliado que no processo, além de ter atividades desnecessárias, às quais estavam sendo executadas de maneira incorreta, o que ocasionava aumento no consumo de energia elétrica, indicador avaliado pelo pilar de melhoria focada e prioridade para área em atuação.

4.1.4 Integrantes da equipe

O pilar de melhoria focada definiu os integrantes da equipe sendo ela composta por um líder e três membros.

Conforme Quadro 7, a equipe foi composta por quatro pessoas de diferentes níveis de conhecimento, mas cada um em sua função teve um papel importantíssimo para a obtenção dos resultados futuros.

INTEGRANTES DA EQUIPE			D1
NOMES	FUNÇÃO NO TIME	CARGO	
Bruno Prado	Líder	TÉCNICO ELETRICISTA	
Emerson Cola	Membro	TÉCNICO ELETRICISTA	
Gerson Bonfim	Membro	OPERADOR	
João Paulo Perez	Membro	ESTAGIÁRIO TPM	

Quadro 7 – Integrantes da equipe
Fonte: Autoria própria.

Os quatro integrantes da equipe tiveram suas funções definidas pelo líder, que se responsabilizou pela condução das atividades a fim de que estivesse dentro do cronograma previsto pelo time.

4.1.5 Objetivo

O objetivo foi proposto pelo pilar e teve papel fundamental para determinar o planejamento e execução das atividades propostas pela equipe. Conforme Quadro 8, foi proposto mediante ao alto consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento de água, o qual estava acima do *benchmarking* da cervejaria, equivalente a 0,14 KW/HL. Foi proposto uma redução de 25 % do consumo de energia elétrica sobre o *benchmarking*.

OBJETIVO	D1
REDUÇÃO DE 25% DA PERDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA SOBRE O BENCHMARKING, QUE EQUIVALE A 0,11 KW/HL	

Quadro 8 – Objetivo
Fonte: Autoria própria.

4.1.6 Cronograma de atividades

Foi preenchido um cronograma de atividades pelo time, conforme Quadro 9, com a finalidade de determinar e delimitar o período para as atividades serem executadas.

Atividades			SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8
P	D1	P								
		R								
	D2	P								
		R								
D	D3	P								
		R								
	D4	P								
		R								
	D5	P								
		R								
C	D6	P								
		R								
A	D7	P								
		R								
D8		P								
		R								

Quadro 9 – Cronograma de atividades
Fonte: Autoria própria.

O cronograma teve um papel fundamental para que a condução das atividades acontecesse dentro do prazo estipulado, sem que houvesse um acúmulo de atividades.

4.1.7 Descrição do problema

A descrição do problema, etapa considerada pela equipe como a principal para a elaboração do planejamento e direcionamento da execução das atividades, exigiu um pouco mais de tempo para a equipe, porém foi a base para a execução de outras atividades.

Para tanto, foi descrito a situação inicial, mapeando todos os critérios de avaliação detalhadamente, além de descrever o princípio de funcionamento dos equipamentos para o conhecimento da equipe, facilitando o entendimento dos problemas, e a busca de possíveis soluções.

Foi constatado que o maior consumo de energia elétrica dentro da cervejaria era na área de Utilidades (UTL), referente aos últimos três meses e acumulado do ano, conforme Gráfico 3.

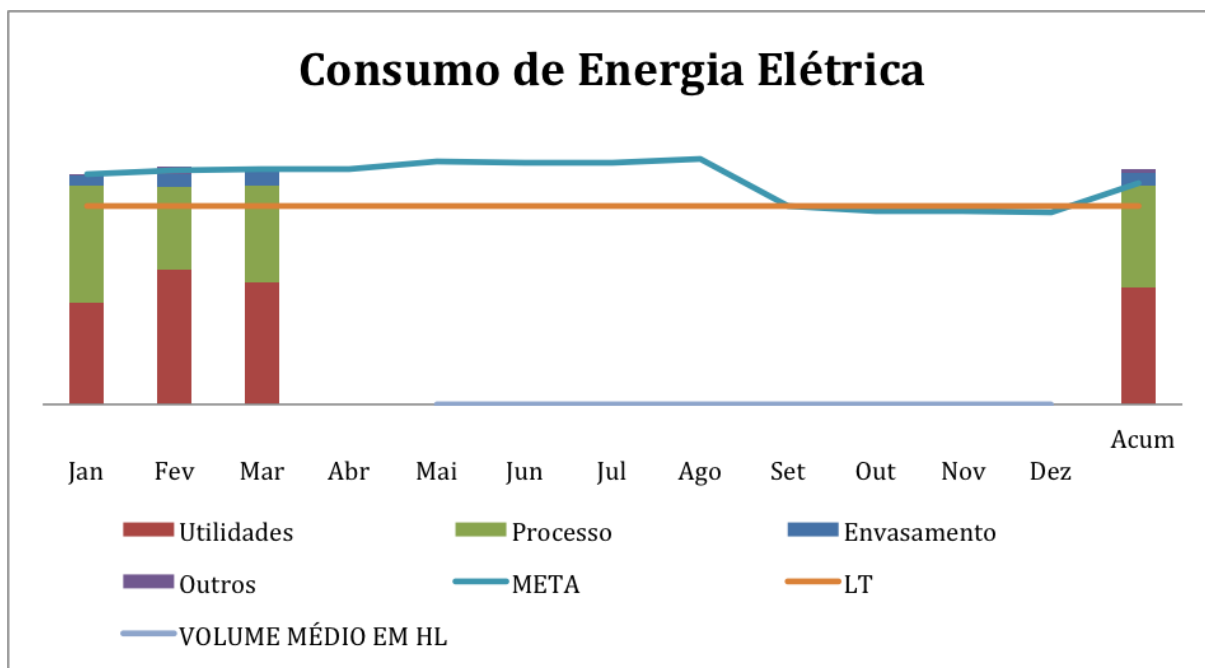


Gráfico 3 – Gráfico do consumo de energia elétrica da cervejaria

Fonte: Autoria própria.

Fazendo o desdobramento sobre o alto consumo de energia elétrica da Utilidades, a equipe observou que a maior incidência era proveniente das bombas do sistema de abastecimento e circulação de água, que é o principal insumo para a produção de cerveja.

O conjunto do sistema de bombeamento faz parte da estação de tratamento de água (ETA). A equipe verificou que o consumo estava 37,5% acima do *benchmarking* (UBM) que é 0,14 kW/hl, conforme Gráfico 4.

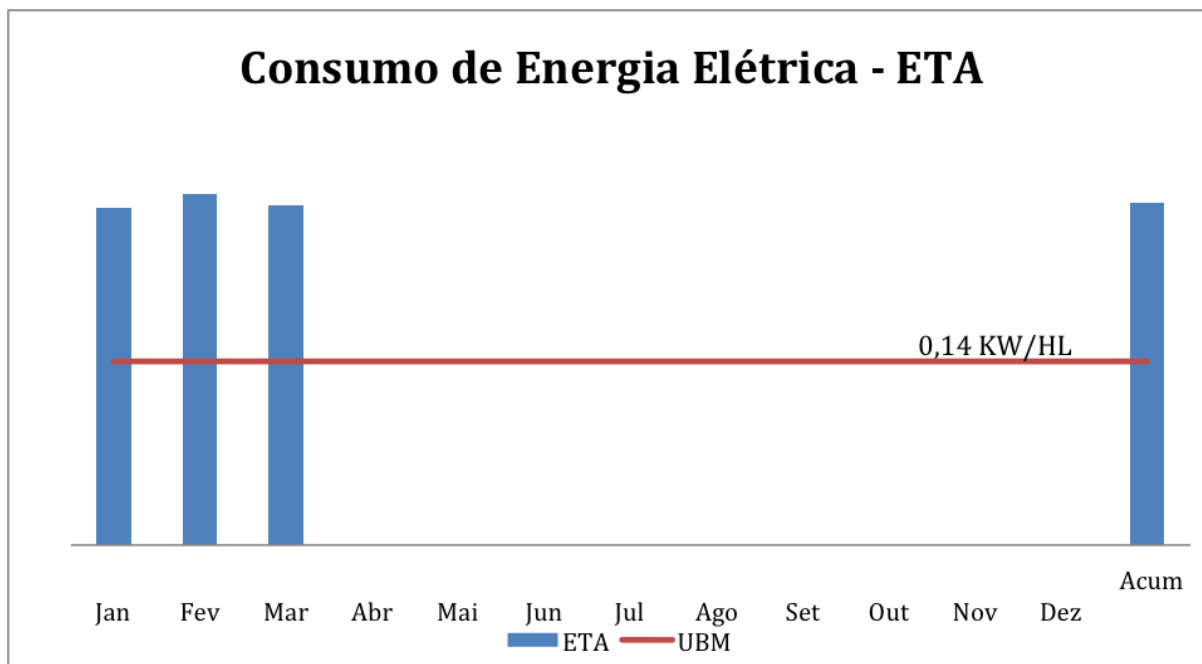


Gráfico 4 – Gráfico do consumo de energia elétrica da ETA

Fonte: Autoria própria.

A equipe realizou um esboço do princípio de funcionamento do sistema de bombeamento de água com o intuito de entender as possíveis causas dos problemas e também para geração de ações de melhorias.

O sistema de bombeamento, abastecimento e circulação de água é composto pelos seguintes componentes:

- Três bombas elétricas: responsáveis pelo bombeamento e circulação de água.
- Cisterna: responsável pela captação de água do rio após ter sido tratada na ETA.
- Cinco caixas de água sendo elas: 1-Circulação, 2-Circulação, 3-Circulação, 4-Fornecimento de água para a fábrica e 5-Caixa de emergência ou incêndio.

As bombas são acionadas de acordo com os níveis de enchimento da cisterna e nível da caixa-4, caixa essa responsável pelo fornecimento de água para a fábrica por meio da pressão exercida pela gravidade.

A caixa 4 é a segunda mais elevada da fábrica, já que a 5 é a emergencial caso ocorra algum incêndio, devendo esta estar sempre cheia.

As caixas 1, 2 e 3 são reservatórios de circulação, pois as mesmas pela pressão exercidas pela gravidade tem a função de retornar a água para a cisterna

fazendo com que eleve seus níveis, sendo assim, a água é bombeada novamente para a caixa 4.

Os parâmetros de acionamentos das bombas elétricas eram determinados pelo operador da área de Utilidades em seu posto de trabalho na sala de comando, conforme o Quadro 10:

DESCRIÇÃO	VALORES
Nível mínimo caixa – 5	83%
Nível máximo caixa – 5	85%
Nível mínimo caixa – 4	97%
Nível máximo caixa – 4	99%
Nível mínimo caixas – 3/2/1	5%
Nível máximo caixa – 3	98,8%
Nível máximo caixa – 2	98,8%
Nível máximo caixa – 1	98,8%
Nível mínimo cisterninha	69%
Nível máximo cisterninha	88%
Nível p/ ligar a bomba 1	85%
Nível p/ ligar a bomba 2	90%
Nível p/ ligar a bomba 3	95%
Tempo para inverter bombas	2 h
Alm. Estoque mínimo água	1400 m ³
Alm. Estoque máximo água	1960 m ³

Quadro 10 – Parâmetros de acionamento das bombas de abastecimento.
Fonte: Autoria própria.

As três bombas eram acionadas mediante a partida estrela-triângulo, método esse, de partida de motores elétricos trifásicos. Esse tipo de partida prepara o motor para que seja possível receber uma tensão inferior a nominal e entregar a tensão nominal do motor somente após o mesmo atingir 80% de sua rotação nominal. Como este tipo de partida não tem a função de modular a frequência, os motores eram acionados a sua capacidade máxima para depois atingir sua rotação desejável, o que ocasionava um consumo excessivo de energia elétrica já que os

mesmos eram acionados constantemente, devido os parâmetros de acionamento não estarem na sua forma otimizada.

Diante deste cenário, a equipe esboçou em forma de um desenho o princípio de funcionamento para melhor compreensão dos membros, conforme Figura 15, assim a equipe pôde utilizar a ferramenta 5W2H ou plano de ação devendo este ser estruturado com a finalidade de identificar de forma rápida e eficaz os elementos para implementar ações que serão realizadas para solucionar problemas correntes e futuros. Essa ferramenta ajudou a equipe a pensar na solução do problema.

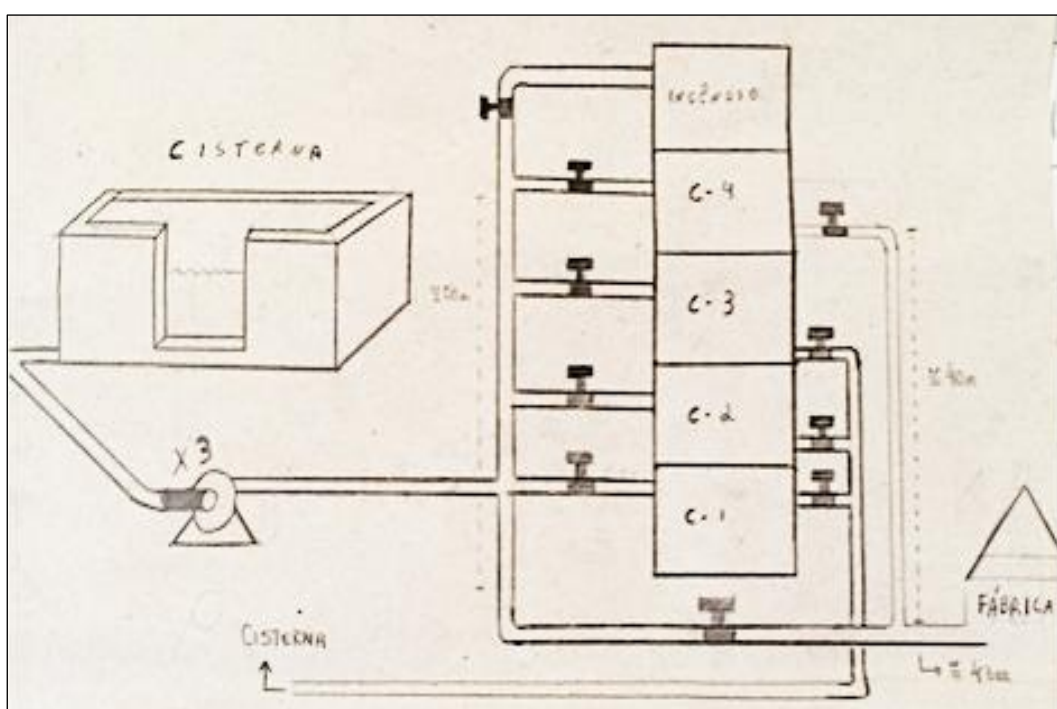


Figura 15 – Esboço do princípio de funcionamento.
Fonte: Autoria própria.

A partir do esboço realizado pelos membros com o objetivo de compreensão do princípio de funcionamento do sistema de bombeamento de água, foi utilizado a ferramenta qualitativa 5W2H.

A utilização desta ferramenta possibilitou criar um plano de ação corretivo com a finalidade de amenizar as consequências do problema, diminuindo assim, o consumo excessivo de energia elétrica no sistema de bombeamento de água.

O 5W2H proposto pela equipe, conforme Quadro 11, teve um papel importante como ponto de partida para compreensão do problema.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA (5W2H)		D2
WHAT (O QUÊ) ?	Alto consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento e circulação de água	
WHY (POR QUÊ) ?	Bombas de abastecimento e circulação de água operando sem parâmetro e com baixa carga	
WHERE (ONDE) ?	Bombas de abastecimento e circulação de água da Utilidades - ETA	
WHO (QUEM) ?	Parâmetros definidos sem um padrão pelos operadores da Utilidades - ETA	
WHEN (QUANDO) ?	O problema é constatado quando as bombas são acionadas, mediante aos níveis de enchimento da cisterna e caixa 4	
HOW (COMO) ?	Os parâmetros citados pelo operador não é otimizado, ocasionando várias partidas desnecessárias das bombas.	
HOW MUCH (QUANTO) ?	Consumindo 37,5% acima do <i>Benchmarking</i> (UBM) que é de 0,14 kW/hl	

Quadro 11 – Descrição do problema 5W2H.
Fonte: Autoria própria.

Após ter sido realizada a etapa de planejamento, descrevendo e compreendendo a origem do problema, a equipe concentrou os esforços no desenvolvimento da fase de implementação que corresponde a etapa de execução do ciclo PDCA. Neste momento, serão tomadas ações corretivas imediatas. Será analisada a causa raiz do problema e por fim serão implementadas ações corretivas programadas.

4.2 EXECUÇÃO – D3, D4 E D5

Na etapa 2: execução do ciclo PDCA, foram contempladas as disciplinas D3- ações corretivas, D4-análise da causas raíz, D5-ações corretivas planejadas, essas disciplinas compõem a segunda fase do *Kaizen*, a fase de implementação, a qual demanda mais tempo para execução e servirá de alicerce para o desenvolvimento das próximas disciplinas.

Essa etapa utiliza-se de ferramentas qualitativas que auxiliam na elaboração consistente de um plano de ação, o qual, apenas passa a existir quando for definido o tipo de ação, o prazo para que esta seja executada e o responsável pela sua execução. Também, foram abordados os seguintes itens:

- Ações corretivas imediatas: ações corretivas imediatas foram levantadas com a finalidade de diminuir a proporção da perda do desperdício em estudo. A ação imediata é aquela que tomamos para amenizar as consequências do problema em maiores proporções.
- Análise da causa raiz: foi realizado a análise das causas raízes com a finalidade de levantar o modo de falha e tomar ações que garantam que o problema nunca mais aconteça, ações essas que foram implementadas após as ações corretivas imediatas terem sido executadas. Para a análise das causas raízes foi utilizado o gráfico de causa-efeito proposto por Ishikawa, por meio de um *brainstorming* levantando possíveis hipóteses sobre a principal causa raiz que geram o efeito, encontrando a efetiva causa raiz do problema. Outra ferramenta utilizada nessa etapa foi os cinco porquês, ferramenta simples, mas de extrema eficiência, cuja finalidade é fazer a pergunta por que acerca da causa levantada quantas vezes forem possíveis até se chegar ao modo de falha ou causa raiz.
- Ações corretivas planejadas: depois de levantadas as causas raízes, foram descritas as ações corretivas planejadas com a finalidade de que o problema não volte a acontecer, quando atacada a raiz do problema em estudo. Foi definido um responsável para cada ação e também um prazo de execução dessas devidas ações. O acompanhamento do prazo programado para execução das ações foi monitorado por todos os integrantes da equipe, com a finalidade de garantir que todas elas ocorressem dentro do prazo determinado.

A etapa *DO* ou execução do ciclo PDCA envolveu as disciplinas D3, D4 e D5 da metodologia 8D, disciplinas essas que abordam a fase de implementação do *Kaizen*:

- D3: ações corretivas imediatas;
- D4: análise da causa raiz;
- D5: ações corretivas planejadas.

4.2.1 Ações corretivas imediatas

Descrito o problema, foram tomadas as ações de contenção imediata com o auxílio da ferramenta 5W2H, conforme Quadro 12, sendo então definida a alteração do sistema de partida elétrica estrela-triângulo por inversores de frequência. Foi possível gerar uma tensão e uma frequência ajustável, controlando a velocidade do motor e a indução do trifásico. Com o inversor de frequência conseguimos acelerar e desacelerar o motor de maneira estável, diminuindo os esforços aplicados nos motores, reduzindo assim, o alto consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento.

Outra medida de contenção imediata foi a parametrização dos níveis de enchimento da caixa que ligam e desligam automaticamente as bombas. Foi definido um parâmetro otimizado aumentando, dessa maneira, o intervalo de tempo do acionamento das bombas elétricas.

AÇÕES CORRETIVAS IMEDIATAS		D3
AÇÃO 1	Instalação de inversor de frequência na bomba 1	
	Instalação de inversor de frequência na bomba 2	
	Instalação de inversor de frequência na bomba 3	
AÇÃO 2	Alterar parâmetros de funcionamento das bombas	

Quadro 12 – Ações corretivas imediatas.
Fonte: Autoria própria.

4.2.2 Análise das causas raízes

Após a realização das ações corretivas imediatas com a finalidade de diminuir a proporção da perda do desperdício em estudo, foi realizado o estudo da análise das causas raízes, conforme Figura 16. Essa disciplina correspondeu em encontrar as falhas potenciais que ajudaram a explicar o porquê que ocorreu o problema a modo de falha.

Essa disciplina foi considerada a mais extensa, demandando um tempo maior para ser executada no cronograma. Foi testada cada causa potencial

mediante ao diagrama de Ishikawa contra a descrição do problema e dos dados, identificando ações corretivas programadas para eliminar a causa raiz.

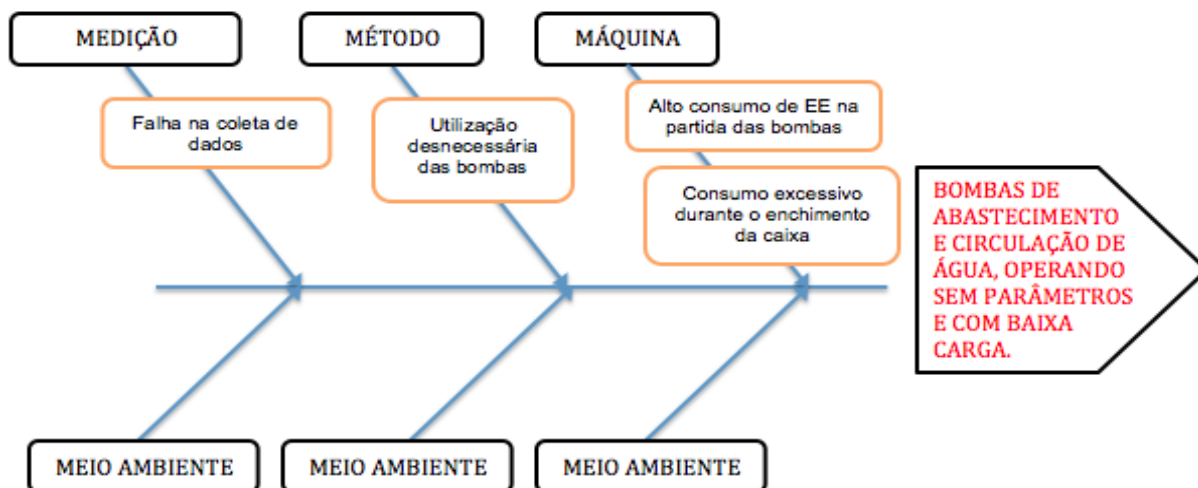


Figura 16 – Diagrama de Ishikawa.

Fonte: Autoria própria.

O diagrama de Ishikawa foi a base para iniciar a busca dos modos de falha, com a finalidade de eliminar o problema pela raiz evitando que o problema reaparecesse.

Para isso, foi utilizado a ferramenta qualitativa 5 porquês, conforme Quadro 13, sendo essa uma técnica de análise que parte da premissa que após perguntar cinco vezes o porquê um problema está acontecendo, relacionando sempre a causa anterior, será determinada a causa raiz de um problema.

Nada impede que essa ferramenta utilize menos ou mais a pergunta porquê, foi delimitado 5 como uma média suficiente para se chegar a causa raiz de um problema.

ANÁLISE DA CAUSA RAIZ (5 POR QUÊS)				D4
CAUSA 1	CAUSA 2	CAUSA 3	CAUSA 4	
Alto consumo de EE na partida	Utilização desnecessária das bombas	Dados coletados de maneira errada	Consumo excessivo de energia durante o enchimento da caixa	
1° Por quê ?	1° Por quê ?	1° Por quê ?	1° Por quê ?	
Motor chegava a atingir até 322A na partida	Bombas ligam e desligam em curto intervalo de tempo, além da ETA em funcionamento mesmo em dias sem produção	Valores mostrados no supervisório eram da linha de garrafas	Motores utilizam a mesma parametrização para diferentes níveis de enchimento da caixa	

CONTINUA

2° Por quê ?	2° Por quê ?	2° Por quê ?	2° Por quê ?
Partida estrela-triângulo	Fica a cargo do operador o controle das bombas e o enchimento das caixas d'água	Controlador de energia havia sido conFigurado de maneira errada	Não existem set-ups diferentes para a alimentação de cada caixa
3° Por quê ?	3° Por quê ?	3° Por quê ?	3° Por quê ?
	Falta de padrão na parametrização das bombas e atividades em dias de baixa produção	Empresa terceira fez a instalação com os cabos invertidos	
4° Por quê ?	4° Por quê ?	4° Por quê ?	4° Por quê ?
x	x	x	x
5° Por quê ?	5° Por quê ?	5° Por quê ?	5° Por quê ?
x	x	x	x

CONCLUSÃO

Quadro 13 – Ferramenta 5 porquês.
Fonte: Autoria própria.

A ferramenta 5 porquês levou a equipe a identificar a causa raiz do problema determinando assim um plano de ação a fim de conter o problema e sua recorrência.

4.2.3 Ações corretivas programadas

Realizada a ferramenta dos 5 porquês a equipe chegou a ações a modo de falha, ações essas que evitaram a recorrência do problema.

As ações corretivas programadas vieram da base do último porquê, na qual a equipe conseguiu chegar.

Toda ação corretiva programada precisa ao menos três requisitos principais para que realmente seja uma ação. São eles:

- Ação: é a descrição da ação propriamente dita;
- Prazo: é a data limite para que a ação seja realizada;
- Responsável: é o pessoal responsável para que a ação seja realizada.

Com esses três requisitos determinados, a equipe determinou as ações corretivas programadas, conforme Quadro 14.

AÇÕES CORRETIVAS PROGRAMADAS			D5
AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	STATUS
Instalação e criação de Set-up para os inversores de frequência de acordo com o nível de cada caixa	Bruno Prado	16/06/15	OK
Criar um padrão para definição dos parâmetros de utilização das bombas	Gerson / João	12/06/15	OK
Corrigir a instalação dos cabos dos supervisórios, para correção dos dados em tela	Emerson / Bruno	03/06/15	OK

Quadro 14 – Ações corretivas programadas
Fonte: Autoria própria.

Após implementação das ações corretivas a equipe pode comprovar e monitorar a eficácia dessas ações, que será descrito no item a seguir.

4.3 VERIFICAÇÃO – D6

Na etapa 3: verificação do ciclo PDCA, comprovação e monitoramento dos resultados, foi contemplada a disciplina D6-comprovação da eficácia das ações, disciplina essa que compõe a terceira e última fase do *Kaizen*, a qual apresenta os resultados e acompanhamento dos dados. Para esta, foram abordados os seguintes itens:

- Resultados: nesta etapa foi feita a apresentação dos resultados, comprovando a eficácia das ações realizadas. Resultados que foram acompanhados por meio do indicador relacionado ao desperdício analisado. Também foram colocadas fotos do antes e depois, maneira de concretizar o trabalho feito, objetivando a comparação entre a meta proposta e os resultados atingidos. Ainda nessa etapa, foram levantados todos os ganhos obtidos pela equipe, envolvendo os ganhos reais e ganhos potenciais projetados.
- D6: comprovação da eficácia das ações

Após as ações já terem sido realizadas, essa etapa procurou verificar a eficácia das mesmas, mediante o acompanhamento do indicador referente ao consumo de energia elétrica. Nessa etapa, também, foram realizadas comparações com os dados obtidos após a implementação das ações, em relação ao estado inicial observado.

A equipe ao instalar os inversores de frequência erradicou um problema para o fim dos Golpes de Aríete, “fenômeno de oscilação na pressão d'água em um conduto fechado, resultante da retenção brusca do fluxo. Um aumento momentâneo, excessivo, da pressão estática normal pode ser produzido deste modo” (Carvalho, 1981).

Devido à ligação estrela-triângulo quando ocorria o desligamento das bombas, a pressão da linha causava o Golpe de Aríete, provocando a parada imediatamente das bombas o que ocasionava rompimento constante nas tubulações, conforme Figuras 17 e 18.

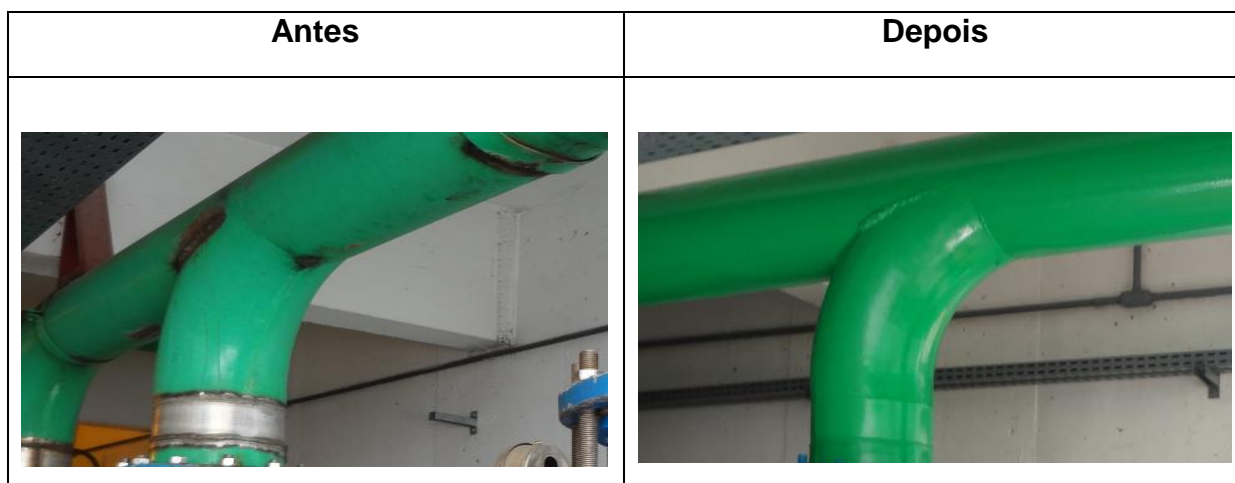


Figura 17 – Antes e depois, tubulações da ETA.

Fonte: Autoria própria.

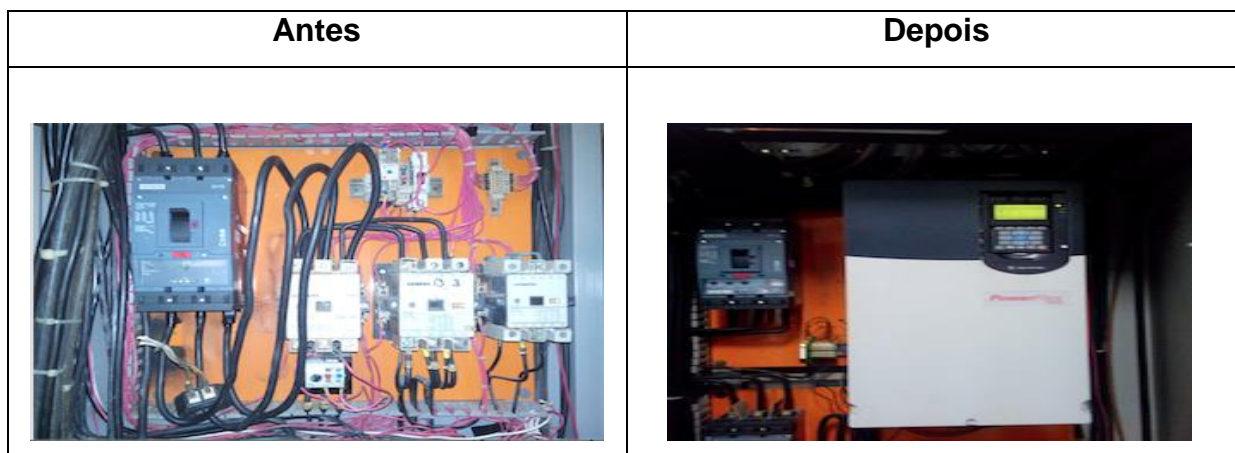


Figura 18 – Antes e depois, estrela-triângulo e inversor de frequência.

Fonte: Autoria própria.

Ao fim dos Golpes de Aríete, ao instalar os inversores de frequência fez com que reduzisse o consumo de energia elétrica na partida dos motores, cuja corrente era muito elevada devido ao sistema de partida estrela-triângulo.

A corrente de partida foi medida antes com o sistema estrela-triângulo e posteriormente com todos os inversores instalados, ilustrado na Figura 19.

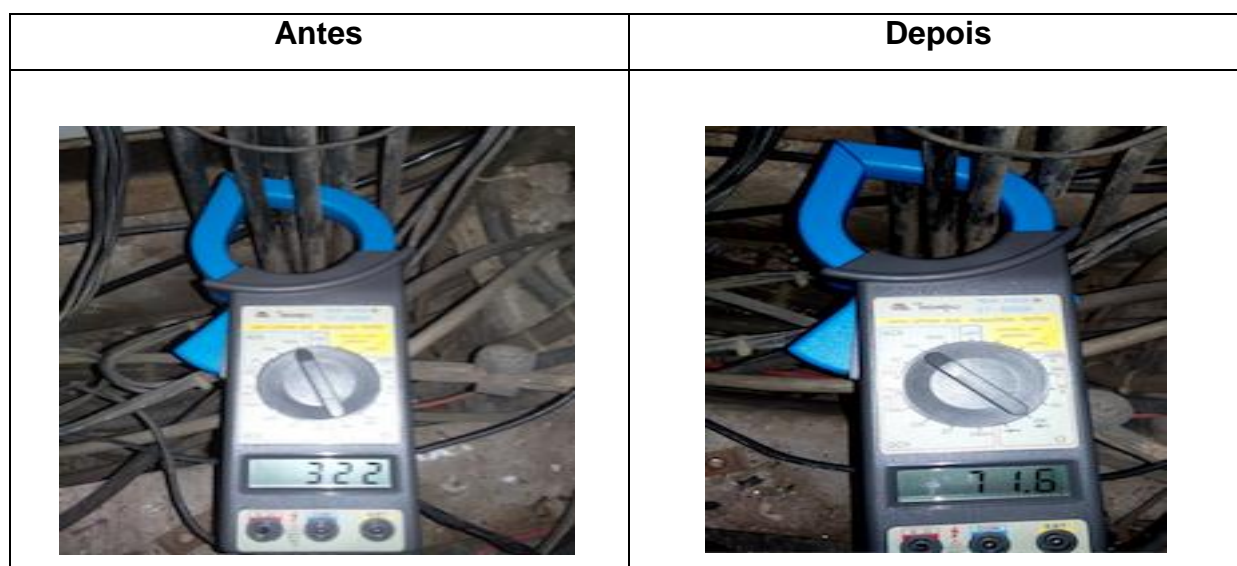


Figura 19 – Antes e depois, corrente de partida das bombas.
Fonte: Autoria própria.

A equipe fez o estudo das curvas ótimas para cada nível das caixas d'água, medindo a eficiência e criando set-ups nos inversores para cada caixa da cervejaria.

Antes devido ao sistema estrela-triângulo não era possível realizar esses set-ups. Além de medir melhor e com eficiência cada nível de caixa visando otimizar o processo e reduzir o consumo de energia elétrica, a equipe modulou os inversores e chegou nos seguintes resultados, conforme Gráfico 5:

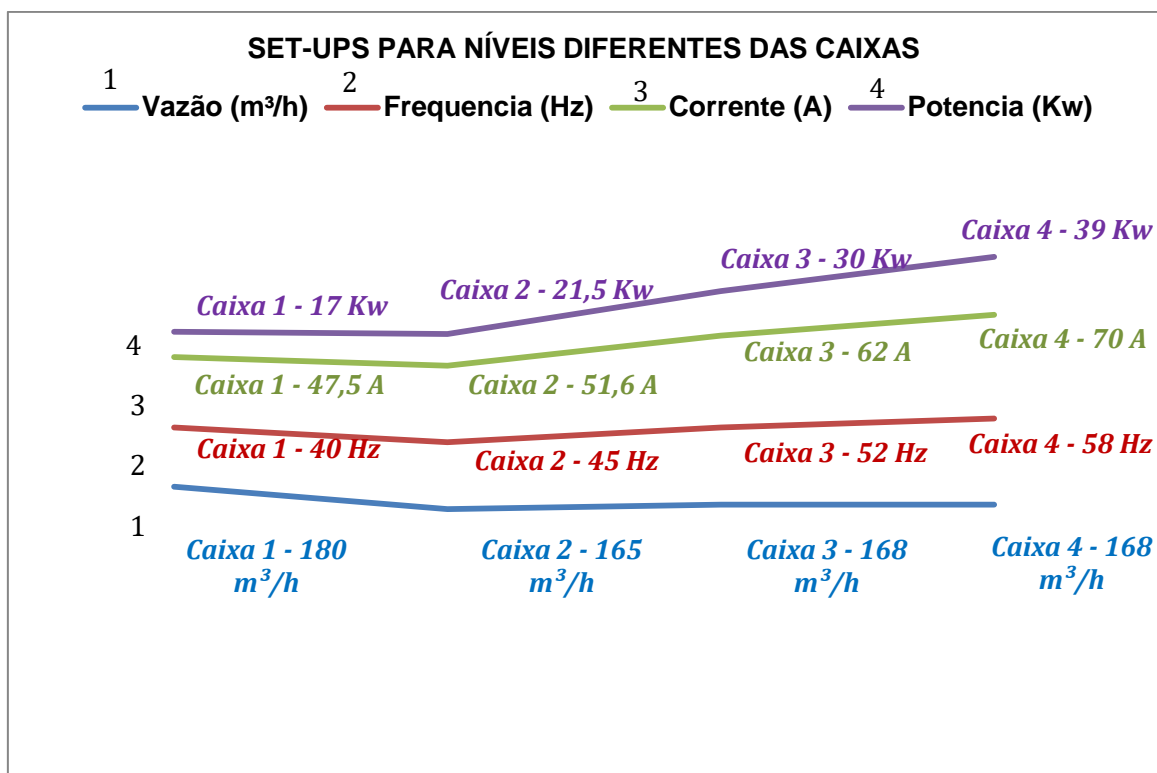


Gráfico 5 – Set-ups para os níveis de cada caixa da cervejaria

Fonte: Autoria própria.

Definido os melhores *set-ups* para cada caixa, a equipe definiu a parametrização ótima dos níveis de enchimento em que os mesmos acionavam as bombas elétricas. Essa parametrização permitiu que houvesse os acionamentos em um maior espaço de tempo, evitando assim, que as bombas ligassem e desligassem desnecessariamente.

Foram definidos os parâmetros para os níveis da caixa 4 e níveis da cisterna, de acordo com o Quadro 15, os quais são responsáveis pelo acionamento automático das bombas, para dias de produção normal e baixa produção.

DESCRIÇÃO	FÁBRICA PARADA OU COM BAIXA PRODUÇÃO	FÁBRICA EM DIAS DE PRODUÇÃO NORMAL
Nível mínimo caixa – 5	90%	90%
Nível máximo caixa – 5	92%	92%
Nível mínimo caixa – 4	40%	90%
Nível máximo caixa – 4	99%	99%
Nível mínimo caixas – 3/2/1	8%	8%

CONTINUA

Nível máximo caixa – 3	98,8%	98,8%
Nível máximo caixa – 2	98,8%	98,8%
Nível máximo caixa – 1	98,8%	98,8%
Nível mínimo cisterninha	69%	69%
Nível máximo cisterninha	85%	85%
Nível p/ ligar a bomba 1	80%	80%
Nível p/ ligar a bomba 2	85%	85%
Nível p/ ligar a bomba 3	90%	90%
Tempo para inverter bombas	2 h	2 h
Alm. Estoque mínimo água	400 m ³	1000 m ³
Alm. Estoque máximo água	850 m ³	1940 m ³

CONCLUSÃO

Quadro 15 – Parâmetros para o acionamento das bombas.
Fonte: Autoria própria.

- Fábrica parada ou baixa produção: A bomba principal ligará sempre que o nível da caixa 04 estiver abaixo de 40% ou o nível da cisterna acima de 85% e desligará sempre que o nível da caixa 04 atingir 99% ou o nível da cisterna for menor que 69%.
- Fábrica em produção normal: A bomba principal ligará sempre que o nível da caixa 04 estiver abaixo de 90% ou o nível da cisterna acima de 85% e desligará sempre que o nível da caixa 04 atingir 99% ou o nível da cisterna for menor que 69%.

Essa parametrização permitiu que as bombas fossem acionadas em um espaço maior de tempo, reduzindo assim o consumo de energia elétrica na partida dos motores das bombas, a Figura 20 representa o histórico do acionamento das bombas, antes e depois.

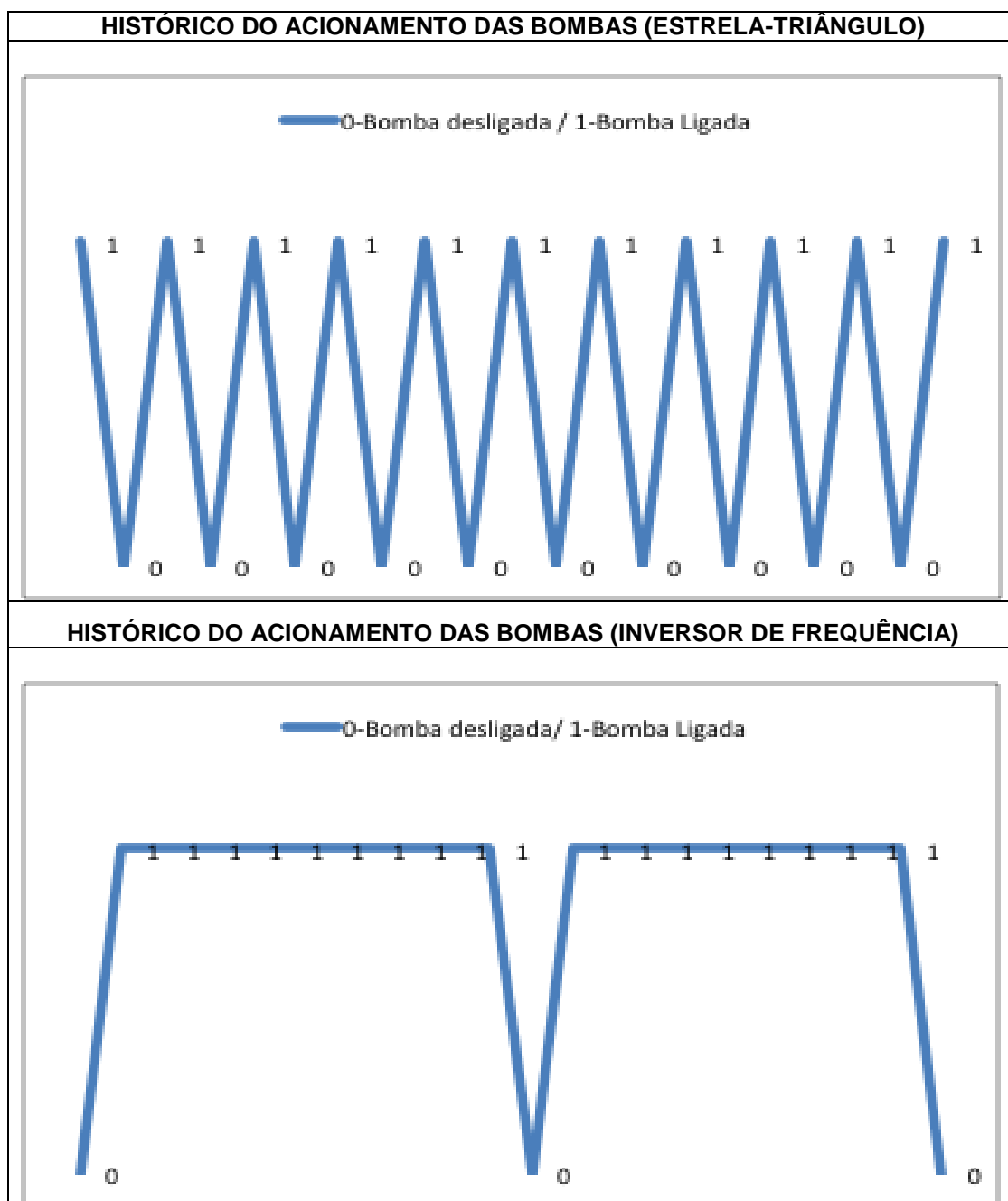


Figura 20 – Comparação histórico do acionamento das Bombas
 Fonte: Autoria própria.

Após todas as melhorias implementadas foi possível analisar o indicador de energia elétrica. A equipe obteve resultados expressivos conseguindo bater a meta proposta pelo pilar de melhoria focada do TPM, de acordo com o Gráfico 6.

O grupo conseguiu um resultado melhor que os 25% de redução do consumo de energia elétrica abaixo do *Benchmarking* proposto pelo pilar de 0,14. Conseguindo atingir em algumas semanas até em 0,06 kW/hl.

Isso representou uma economia no consumo de energia elétrica muito positivo para a companhia que esperava um retorno financeiro de R\$ 8.103,00 por ano, e com todas as melhorias propostas pela equipe, o *saving*, potencial de ganho anual foi o dobro chegando a R\$16.858,00.

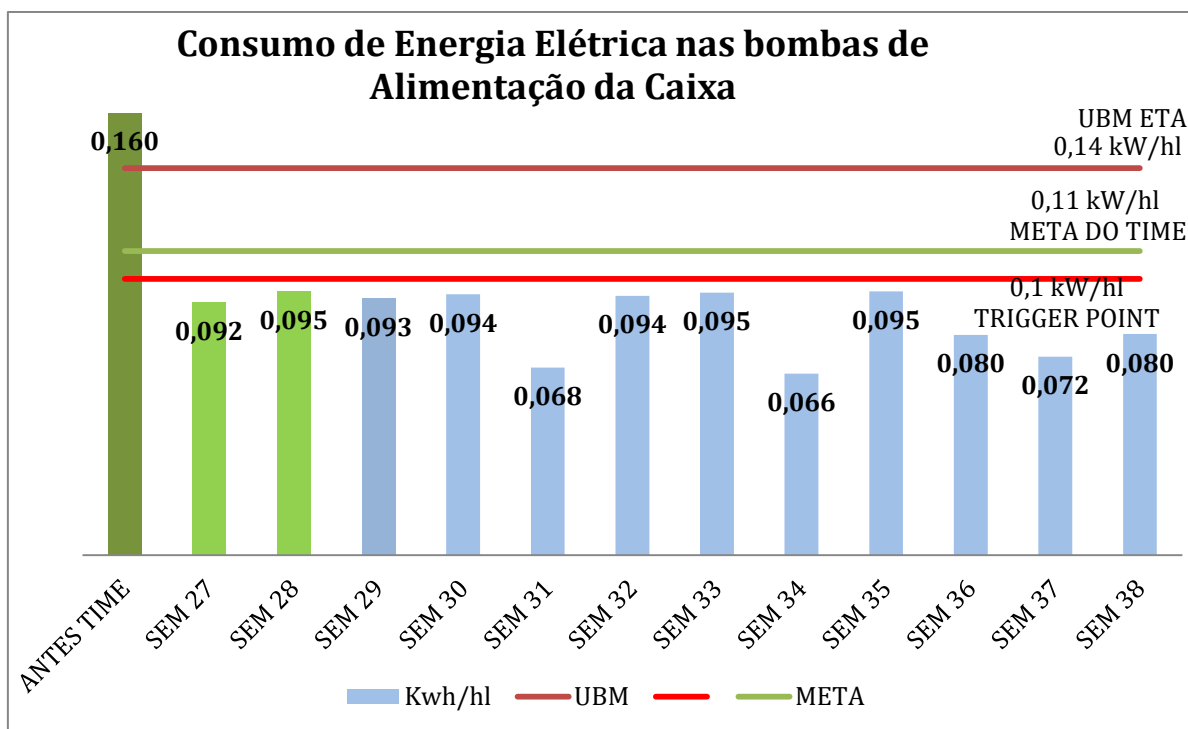


Gráfico 6 – Resultado da equipe, acompanhamento.
 Fonte: Autoria própria.

A equipe ficou responsável pelo monitoramento dos resultados, cabendo à mesma realizar contramedidas e análises caso houvesse algum tipo de desvio sobre a meta proposta.

4.4 AGIR – D7

Na etapa 4: agir do ciclo PDCA, foi contemplado a disciplina D7-ações preventivas, disciplina que compõe a última fase do *Kaizen*, a fase de apresentação, celebração e acompanhamento. Para esta etapa foram abordados os seguintes itens:

- Ações preventivas ou ações para evitar a recorrência de problemas: foram levantadas ações preventivas para eliminar as causas de uma não-conformidade, defeito ou situação indesejável, de forma a evitar sua ocorrência. Para essas ações foram criados padrões para execução da atividade, definindo assim os parâmetros a serem seguidos de uma forma clara e objetiva a qualquer pessoa que execute a tarefa. Foi também criado ações com base no conceito de *Poka Yoke* ou dispositivo a prova de falha.
- Ações futuras: a equipe levantou algumas ações futuras de melhoria, às quais não foram possíveis realizar dentro do prazo do *Kaizen*, pois eram ações relacionadas fora da área em estudo, demandando um pouco mais de tempo para serem executadas

A etapa *ACTION* ou agir do ciclo PDCA envolveu a disciplina D7 da metodologia 8D, disciplinas essas que abordam a fase de apresentação, celebração e acompanhamento do *Kaizen*:

- D7: Ações preventivas

Após a análise e acompanhamento dos resultados, foram tomadas ações com o objetivo de prevenir a recorrência de possíveis problemas, com a finalidade de manter o padrão dos processos referente à metodologia de execução de atividades.



Nessa etapa, foram levantadas boas práticas e padrão de procedimentos, bem como a atualização dos treinamentos.

A equipe criou um procedimento padrão para a parametrização dos níveis ótimos que são responsáveis pelo acionamento das bombas elétricas, às quais eram acionadas constantemente consumindo energia elétrica em excesso.

Uma maneira que a equipe constatou que pudesse eliminar o erro do operador realizar a parametrização desses níveis foi a criação de uma botoeira em tela, conforme Quadro 16, a qual sendo ela automática redefine os parâmetros pré-determinados por apenas duas opções:

- Setup dias de produção normal

- Setup para dias de baixa produção ou fábrica parada

DESCRIÇÃO	VALORES	
	Nível mínimo caixa – 5	90%
Nível máximo caixa – 5	92%	92%
Nível mínimo caixa – 4	40%	90%
Nível máximo caixa – 4	99%	99%
Nível mínimo caixas – 3/2/1	8%	8%
Nível máximo caixa – 3	98,8%	98,8%
Nível máximo caixa – 2	98,8%	98,8%
Nível máximo caixa – 1	98,8%	98,8%
Nível mínimo cisterninha	69%	69%
Nível máximo cisterninha	85%	85%
Nível p/ ligar a bomba 1	80%	80%
Nível p/ ligar a bomba 2	85%	85%
Nível p/ ligar a bomba 3	90%	90%
Tempo para inverter bombas	2 h	2 h
Alm. Estoque mínimo água	400 m ³	1000 m ³
Alm. Estoque máximo água	850 m ³	1940 m ³
BOTOEIRA PARA DIAS DE PRODUÇÃO	PRODUÇÃO NORMAL	FÁBRICA PARADA OU BAIXA PRODUÇÃO
		

Quadro 16 – Botoeira automática de parametrização
Fonte: Autoria própria.

Com esse *POKA-YOKE* ou dispositivo a prova de erro foi possível manter o padrão dos níveis de enchimento que são responsáveis pelo acionamento das bombas elétricas, evitando assim, o acionamento desnecessário como eram feitos anteriormente às melhorias. Uma medida criada pela equipe foi o treinamento de todos os operadores quanto a esse novo sistema. Para isso, foi desenvolvido um

passo a passo para execução da atividade, em que todos estivessem cientes de como realizar o procedimento.

4.5 ENCERRAMENTO – D8

Na etapa 5: etapa de encerramento, foi reconhecido todo o trabalho feito pela equipe, disciplina que correspondente a D8–análise de encerramento, a qual compõe a última fase do *Kaizen*, que seria a celebração da equipe. Para essa etapa foi abordado o seguinte item:

- Reconhecimento do time: nessa etapa foi celebrado o resultado da equipe, consistindo em uma celebração proposta pela alta gerência. Como resultado, o time recebeu uma premiação, de extrema importância para o emocional de todo o grupo, sabendo que foi impactado positiva e diretamente nos resultados da companhia.

A análise de encerramento e reconhecimento do time aconteceu em um evento *TPM* onde foram reconhecidas as equipes do primeiro semestre. Teve uma confraternização e premiação para os participantes de cada pilar responsável.

A equipe encerrou com resultados positivos, alcançando a meta proposta pelo pilar de melhoria focada.

O critério de encerramento avaliou todos os custos que envolveram ganhos e metas que a equipe alcançou, resultado expressivo reduzindo o consumo de energia elétrica em mais de 25 % sobre o *benchmarking* da utilidades (UBM), consequentemente gerou um ganho de R\$ 16.858 reais no ano.

O cenário do mercado globalizado atual, caracterizado pela alta competitividade, exige a busca pela eficiência, eficácia e efetividade. No trabalho em estudo conclui-se que ao implementar a metodologia 8D nas fases do *Kaizen* seguindo a rota de melhoria continua PDCA, teve uma aplicabilidade eficaz no setor de Utilidades de uma cervejaria.

Com o auxílio dessas metodologias e ferramentas qualitativas foi possível reduzir o consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento de água, elemento esse que é o principal insumo para a produção da cerveja. A equipe

obteve um ganho 50% maior que o esperado pela alta gerência, além de aplicar melhorias e ações preventivas sustentando assim os resultados.

De acordo com o Quadro 17 a equipe conseguiu atingir o objetivo proposto, reduzindo o consumo de energia elétrica além do que o pilar de melhoria focada esperava.

Área de atuação		
Bombas de abastecimento e circulação de água		
Custos envolvidos		
Custos para restauração das condições básicas	Previsto	Real
	R\$300	R\$250
Custos das melhorias	R\$21.000	R\$21.000
Total	R\$21.300	R\$21.250
Benefícios		
Benefícios	Previsto	Real
	R\$8.103	R\$16.858
Objetivos		
Objetivo do time	Previsto	Real
	Redução de 25 % sobre o <i>benchmarking</i> , de 0,14 para 0,11 kW/hl	Estava acima do <i>benchmarking</i> e a equipe atingiu 0,06 kW/hl

Quadro 17 – Encerramento da equipe
Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

Conforme os objetivos estabelecidos, conclui-se que o presente trabalho possibilitou a aplicação da metodologia 8D e ciclo de melhoria contínua, no setor de Utilidades de uma indústria cervejeira do Paraná, proporcionando benefícios relevantes à companhia.

O cenário competitivo atual exige alternativas e métodos qualitativos para alavancar a produtividade e reduzir a variabilidade do processo. A utilização das ferramentas propostas possibilitou mapear as causas raízes dos problemas a modo de falha, tomando ações corretivas e preventivas em um ciclo de melhoria contínua, reduzindo o desperdício pelo alto consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento de água da área de Utilidades. Para isso, foi entendida a situação inicial que estava causando o problema, todos os fatores e princípios de funcionamento do equipamento foi compreendido pela equipe, diante desta situação foi possível realizar uma análise de falha detalhadamente e implementar as ações visando a redução do consumo de energia elétrica do sistema de bombeamento de água.

A aplicação das oito disciplinas e PDCA mostrou-se eficaz na obtenção dos objetivos estabelecidos. Durante sua aplicação a maior dificuldade encontrada para descrever detalhadamente o problema. Na fase de planejamento a equipe esforçou-se em reunir o maior número de informações possíveis para descrever o problema e para que ele fosse compreendido por toda a equipe, essa etapa foi de extrema importância, pois serviu de base para as etapas subsequentes.

A equipe conseguiu um resultado expressivo reduzindo o consumo de energia elétrica em mais de 25 % sobre o *benchmarking* da utilidades (UBM), consequentemente gerou um ganho de R\$ 16.858 reais no ano.

O resultado foi reconhecido pela alta gerência da companhia e celebrado por todos os membros da equipe.

Conforme a revisão da literatura, observou-se a existência de várias ferramentas qualitativas que podem ser aplicadas de acordo com as características e necessidade da empresa.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se garantir o controle e acompanhamento dos indicadores analisados pela equipe em um sistema de

controle diário. Esta recomendação permite a garantia da melhoria contínua do processo.

Acompanhando os indicadores propostos em um sistema de controle diário pela equipe é possível realizar ações quando algum ponto exceder a meta proposta pela mesma, ações essas que garantiriam a sustentabilidade dos resultados no conceito de melhoria contínua.

A equipe cumpriu com todos os objetivos propostos, conseguindo mapear a situação da cervejaria e compreender o problema, identificando os principais tipos e causas de desperdício, o que possibilitou uma análise detalhada das causas raízes, propondo assim ações de melhoria e implementação nas mesmas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. R. Desenvolvimento de uma análise comparativa de métodos de identificação, análise e solução de problemas. **Porto Alegre, PPGEP/UFRGS (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção)**, 1996.

BICHENO, J. Implementing just in time. IFS, 1991.

CAMARGO, Leonidas Lopes de et al. Uso de indicadores da qualidade para o gerenciamento estratégico de empresas do ramo comercial. 2000.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: controle da qualidade total. **Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni**, 1992.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; GEROLAMO, Mateus Cecílio. **Gestão da qualidade ISO 9001: 2000: princípios e requisitos**. Atlas, 2007.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Gestão da Qualidade. São Paulo: Atlas. 2012.
FALCONI, V. **TQD-Controle de qualidade total no estilo japonês**. São Paulo: **INDG**, 2002.

CERVIERI JÚNIOR, Osmar et al. **O setor de bebidas no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 40, 2014.

CORRÊA, Henrique L. CORRÊA, Carlos A. Administração de Produção e de Operações. Ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 2005.

CORREA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu GN. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. Atlas, 1993.

CROSBY, Philip. A gestão pela qualidade. **Banas Qualidade**, v. 8, n. 70, p. 98, 1998.

DE OLIVEIRA, Sidney Teylor. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. Pioneira, 1996.

DELLARETTI FILHO, Osmário. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade**. Ed. da UFMG, 1996.

DEMING, William Edwards. **Quality, productivity, and competitive position.** Massachusetts Institute of Technology Center for Advanced En, 1982.

FALCONI, Vicente. TQC–Gerenciamento da Rotina do Trabalho. **Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, Rio de Janeiro: Ed Bloch, 1994.**

FEIGENBAUM, Armand V. **Total quality management.** John Wiley & Sons, Inc., 2002.

FMA Gestão Empresarial. Apostila: Metodologia 8D para Solução de Probemas. Porto Alegre–RS, 2008.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva.** Qualitymark Editora Ltda, 1992.

GHINATO, Paulo. Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta. **EDUCS-Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul, 2002.**

GIL, Antonio Carlos. Metodologia científica. **São Paulo**, v. 3, 2002.

GONZÁLES, J. C. S.; MIGUEL, P. A. C. Uma Contribuição à Interpretação da QS 9000. Programa de Mestrado em Engenharia de Produção. Núcleo de Gestão da Qualidade & Metrologia. Centro de Tecnologia, Universidade Metodista de Piracicaba. ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998

HARMON, Roy L.; PETERSON, Leroy D. Reinventando a fábrica. **Rio de Janeiro: Campus, 1991.**

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total à maneira japonesa.** Campus, 1993.

JURAN, Joseph M. A qualidade desde o projeto. **São Paulo: Pioneira**, v. 247, 1992.

KAPLAN, Robert S. **Measuring manufacturing performance: a new challenge for managerial accounting research.** Springer US, 1992.

KEPNER, **O Administrador Racional - Uma abordagem sistemática à solução de problema e tomada de decisões.** 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

LAKATOS, Eva Maria; DE ANDRADE MARCONI, Marina. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** 2001.

LAUGENI, Fernando P.; MARTINS, Petrônio G. Administração da produção. **São Paulo: Saraiva**, 2005.

LOPES DE ABREU , Romeu C . Desperdício : uma doença que nos aflige. Gestão da Qualidade. Brasília. 1990.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.

MARSHALL JR, Isnard et al. Gestão da qualidade. **Rio de Janeiro: FGV**, 2006.

MENEGON, David; NAZARENO, Ricardo Renovato; RENTES, Antonio Freitas. Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta. **XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Árabicos**, 2003.

MOEN, Ronald; NORMAN, Clifford. Evolution of the PDCA cycle. 2006.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Gen, 2009.

MOREIRA, Daniel A. Administração da Produção “e Operações Editora Pioneira. **São Paulo**, 1993.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção**. Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Erikson Ricardo Marques de. Metodologia de implantação da construção enxuta: estudo de caso em construtora de porte médio. 2013.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. Atlas, 2004.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos**. Atlas, 2008.

RAUPP, Fernanda Maria Pereira. **Análise de Causa Raiz: levantamento dos métodos e exemplificação**. 2014. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

REIS, Helvécio Luiz. **Implantação de Programas de Redução de Desperdícios na Indústria Brasileira: um estudo de casos**. 1994. Tese de Doutorado. Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RODRIGUES, Gilmar Lima. Melhorias na manutenção de Sistemas Integrados de Gestão em empresas certificadas. **Belo Horizonte**, 2010.

SANTOS, Adriana Barbosa; MARTINS, Manoel Fernando. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. Revista Produção, v. 20, n. 1, p. 42-53, 2010.

SASHKIN, M.; KISER, K. J. Gestão da qualidade na prática: o que é TQM, como usá-la e como sustentá-la a longo prazo. **Rio de Janeiro: Campus**, 1994.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Atlas, 2009.

SIMONETTI. **Um novo Brasil em 40 anos**: Melhores e Maiores. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/104402/noticias/um-novo-brasil-em-40-anos>>. Acesso em: 10 agosto. 2015.

SOKOVIC, M.; PAVLETIC, D.; PIPAN, K. Kern. Quality improvement methodologies– PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, v. 43, n. 1, p. 476-483, 2010.

SUSHIL. Systems approach to national planning: a study in waste management. Anmol Publication. New Delhi, 1989.

SUZAKI, Kiyoshi. The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement . New York : The Free Press , 1987.

TAKASHINA, Newton Tadachi; FLORES, Mário César Xavier. **Indicadores da qualidade e do desempenho: como estabelecer metas e medir resultados**. Qualitymark Editora Ltda, 1996.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Sistemas de produção. **A produtividade no chão de Fábrica**, 1999.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Campus, 1999.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Fundação Christiano Ottoni, 1995.