UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DAVID CARNEIRO CARVALHO

O GERENCIAMENTO DA ROTINA E O AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE OPERAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UM SETOR METALÚRGICO

JUIZ DE FORA
2020

DAVID CARNEIRO CARVALHO

O GERENCIAMENTO DA ROTINA E O AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE OPERAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UM SETOR METALÚRGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D.Sc. Clarice Breviglieri Porto

JUIZ DE FORA

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Carneiro Carvalho, David .
O GERENCIAMENTO DA ROTINA E O AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE OPERAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UM SETOR METALÚRGICO / David Carneiro Carvalho. -- 2020.
58 f. : il.

Orientadora: Clarice Breviglieri Porto
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2020.

1. Gestão da Rotina. 2. PDCA. 3. Melhoria Continua. I. Porto, Clarice Breviglieri , orient. II. Título.

DAVID CARNEIRO CARVALHO

O GERENCIAMENTO DA ROTINA E O AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE OPERAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UM SETOR METALÚRGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em dia 12 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

D.Sc. Clarice Breviglieri Porto

Universidade Federal de Juiz de Fora

p/ D.Sc. Luiz Henrique Dias Alves

Universidade Federal de Juiz de Fora

p/ D.Sc. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pela força para vencer todos os obstáculos encontrados durante o curso. Aos meus pais e irmão, em especial, agradeço por todo apoio em cada uma das etapas, nas decisões importantes e por todo incentivo em todos os momentos da minha trajetória. Agradeço imensamente a minha orientadora Professora Clarice pela dedicação, disponibilidade, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional. Muito obrigado.

RESUMO

Em uma empresa de grande porte, é possível que alguns processos estejam desatualizados ou sem a conformidade necessária que o processo demanda. Alguns colaboradores, com mais experiência acabam por criar novas formas de realizar as tarefas, ou modificar as atividades e os processos. Algumas vezes as modificações são benéficas e outras nem tanto. Este trabalho tem como objetivo apresentar como a utilização da Gestão da Rotina Diária juntamente com o PDCA podem possibilitar um aumento da disponibilidade de horas de produção e da produtividade média de uma empresa, sem a necessidade de investimentos em mão de obra ou equipamentos. O trabalho é um estudo de caso, realizado em uma metalúrgica, na área da Ustulação. A área foi dividida em 5 setores críticos para facilitar a criação de procedimentos e analises de resultados. O aumento da disponibilidade e da produção obtidos por meio da melhoria continua do processo seguiu a metodologia do PDCA, realizando aumentos gradativos e diários do nível de produção e disponibilidade esperados.

Palavras-chave: Gestão da Rotina, PDCA e melhoria continua.

ABSTRACT

In a large company, it is possible for some processes to be out of date or without the necessary compliance that the process requires. Some experienced employees end up creating new ways to perform tasks, or modify activities and processes. Sometimes the changes are beneficial and other times not so much. This work aims to present how the use of Daily Routine Management allied with the PDCA may enable an increase in the availability of production hours and the average productivity of a company, without the need for investments in employees or equipment. The work is a case study, carried out in a metallurgy company, in the area of Roasting. The area was divided into 5 critical sectors to facilitate the creation of procedures and analysis of results. The increase in availability and production obtained through the continuous improvement of the process followed the PDCA methodology, making gradual and daily increases in the expected level of production and availability.

Keywords: Routine Management, PDCA and continuous improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclos PDCA e SDCA 22
Figura 2 - Exemplo de Fluxograma 27
Figura 3 - Simbologia 28
Figura 4 - Composição química típica dos concentrados 30
Figura 5 – Reações Químicas do Forno 32
Figura 6 - Esquema da Caldeira 33
Figura 7 - Análise da Capacidade do Processo X 36
Figura 8 - Limite de Controle do Processo 36
Figura 9 - Contramedidas 38
Figura 10 - Cadeia de Ajuda 38
Figura 11 - GRD SO2 Líquido 39
Figura 12 - SO2 atividades 39
Figura 13 - Pareto de Horas Paradas 40
Figura 14 - Quadro GRD Ustulação 41
Figura 15 - Quadro GRD Gestão 42
Figura 16 - Depósito de Concentrado 43
Figura 17 - GRD Matéria Prima 43
Figura 18 - GRD Fábrica de Ácido 44
Figura 19 - Quadro GRD Alimentação do Forno 45
Figura 20 - Causas dos desvios 45
Figura 21 - Quadro Pareto Alimentação do Forno 46
Figura 22 - Quadro Gerenciamento da Rotina Ustulação 47
Figura 23 - Pareto de Paradas da Planta de SO2 48
Figura 24 - Pareto de Horas Paradas da Ustulação 49
Figura 25 - Diagrama de Árvore Ustulador 49
Figura 26 - Diagrama de Árvore Fábrica de Ácido 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade do Ustulador em 2017 50
Tabela 2 - Disponibilidade do Ustulador em 2018 51
Tabela 3 - Disponibilidade do Ustulador em 2019 52
Tabela 4 - Resumo da Disponibilidade 52
Tabela 5 - Produção média em toneladas 52

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

GRD Gerenciamento da Rotina Diária

KPI Key Performace Indicator

KPI Key Performace Indicator (Indicador Chave de Performace)

LME London Metal Exchange

PDCA Plan, Do, Check, Act (Planejar, Executar, Verificar, Agir)

SDCA Standart, Do, Check, Act (Padrão, Executar, Verificar, Agir)

TQC Total Quality Control (Controle da Qualidade Total)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 15
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 16
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 17

2. CONCEITOS BÁSICOS PARA UTILIZAR O GERENCIAMENTO DA ROTINA COMO UMA METODOLOGIA DE QUALIDADE 18

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE 18
2.2 MELHORIA CONTÍNUA 18
2.2.1 KAIZEN 19
2.3 O MÉTODO PDCA 20
2.4 GERENCIAMENTO DA ROTINA DIÁRIA 22
2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE 24
2.6 MAPEAMENTO DE PROCESSOS 26

3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA 29

3.1 A EMPRESA 29
3.2 ETAPA DE PLANEJAMENTO (PLAN) 29
3.2.1 REGIME DE TRABALHO MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO 29
3.2.2 MAPEAMETO DA USTULAÇÃO 30
3.2.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA 34
3.2.4 DISPONIBILIDADE DE PLANTA 34
3.2.5 PLANO DE AÇÃO 35
3.3 ETAPA DE EXECUÇÃO (DO) 35
3.3.1 ELABORAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONTROLE 35
3.3.2 CONTROLES E MONITORAMENTOS 37

3.3.3 GESTÃO DE ROTINA DIARIA – GRD 40
3.4 ETAPA DE VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS (*CHECK*) 42
3.4.1 RENDIMENTO DA USTULAÇÃO POR SETORES 42
3.5 ETAPA DE VERIFICAÇÃO DE AÇÃO (ACTION) 46
3.5.1 PADRONIZAÇÃO 46

4. RESULTADOS 48

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS 48
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 50

5. CONCLUSÕES 54

REFERÊNCIAS 56

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE 59

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos dias atuais, com o mercado cada vez mais competitivo e tecnológico, todas as formas de garantir padrões operacionais, melhorar os rendimentos, maximizar lucros e estabilizar os processos são desejáveis e tratados como demandas organizacionais. A qualidade no gerenciamento dos recursos financeiros e humanos, seja em organizações privadas ou públicas, pode representar a diferença entre o sucesso da organização ou o fracasso da mesma (WOOD JR., 1995).

Nesse cenário, fica perceptível que qualquer fator que agregue algum potencial de retorno deve ser considerado como objetivo. Entre os diversos fatores que podem corroborar para alcançar novos patamares e estabilidade operacional, uma parte significativa das empresas, segundo Ulrich (2000), já considera os recursos humanos como ponto chave para garantir a longevidade das atividades, uma vez que não são necessários grandes investimentos ou projetos. Toda organização possuiu recursos humanos, fator que pode agregar flexibilidade ao processo de forma simples.

As organizações antes de tentarem bater recordes de produção precisam garantir a estabilidade dos processos já existentes, bem como garantir que novos projetos, que visem elevar os patamares de produção, não impactem negativamente o patamar que a organização já conquistou (FALCONI, 1990). Dessa forma, a força de trabalho contribui diretamente para a estabilidade de processo. Segundo Stewart (1998), da manutenção mais básica à análise de futuros projetos o ser humano ainda é um diferencial na organização.

Com a estruturação dessa perspectiva, uma empresa possui basicamente duas formas de aumentar a capacidade produtiva, investindo em projetos de melhoria ou atuando nos processos internos de forma a maximizar os rendimentos, ou seja, atuar no gerenciamento da rotina para garantir a estabilidade operacional e consequentemente se tornar mais produtiva e competitiva (FALCONI, 1990).

O presente trabalho pretende descrever como mudanças de comportamento e na qualidade do desempenho das atividades de rotina, contribuíram para um aumento de produção (rendimento). Gerenciar as entregas esperadas de cada operador diariamente, de forma objetiva, fácil e visual além de agregar na qualidade do processo, tornou compreensível para os

envolvidos no processo considerarem o GRD (Gerenciamento da Rotina Diária) útil e viável de ser aplicado durante a operação (turno de trabalho).

O GRD é uma metodologia que utiliza um conjunto de atividades, ações, verificações e acompanhamentos constantes. Utilizando de relatórios e gráficos preenchidos diariamente pelos próprios operadores, permitindo que mesmo com o revezamento da escala de trabalho, a equipe que retorna da folga consiga se localizar e atuar nos pontos esperados do planejamento diário e semanal, desenvolvendo de maneira satisfatória todas as atividades necessárias ao processo. Como os impactos negativos ou, metas não atingidas e objetivos não cumpridos são listados e avaliados diariamente, a metodologia tende, naturalmente, a funcionar como um sistema de melhorias por etapas, no estilo do PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (FALCONI, 2003).

Ustulação é o nome dado a um processo químico de queima de sulfetos na presença de oxigênio utilizado na metalurgia. A ustulação de um sulfeto forma duas substâncias, o dióxido de enxofre (SO_2) e um óxido ou metal. No caso do trabalho, o processo buscava maximizar a formação do óxido de zinco. Baseado nesse processo, o nome da área cujo trabalho foi realizado é chamada de Ustulação devido ao forno ustulador que representa a parte central do processo. O processo de ustulação, mais especificamente, do zinco, será abordado no decorrer do trabalho de forma mais clara.

1.2 JUSTIFICATIVA

Ao observar as lacunas existentes entre os procedimentos de operação e as rotinas do trabalho realizado em diversas empresas percebeu-se a necessidade do uso de ferramentas da qualidade para tornarem as organizações mais produtivas. A partir dessa constatação foi desenvolvida uma metodologia de gerenciamento da rotina diária, cuja essência é a implantação de procedimentos para garantir a conformidade das atividades (CAMPOS, 2016), que considera como peças chaves para a qualidade tanto o envolvimento das pessoas como o correto uso das ferramentas.

O presente estudo de caso pretende servir como incentivo para que organizações que não possuem nenhum tipo de gerenciamento da rotina, com uso de ferramentas de qualidade, possam verificar sua eficiência e benefícios, além de quais fatores devem ser levados em consideração para sua implementação.

É possível observar que o gerenciamento da rotina agrega valor significativo para a empresa, não só por padronizar o trabalho, contribuir para a capacitação da equipe, aumentando

a efetividade das atividades dentro da empresa, o que otimiza os custos, mas principalmente por incorporar valores, gerando o envolvimento (sensação de dono) da operação.

Em geral, as ferramentas da qualidade apesar de não exigirem um esforço muito grande para serem implementadas, dificilmente são utilizadas em níveis mais operacionais. O GRD por sua vez apresenta uma forma de envolvimento que segue uma cadeia de ajuda envolvendo toda a organização. O envolvimento do autor com o projeto permitiu o seu desenvolvimento pessoal e profissional, contribuindo para seu crescimento dentro da empresa por participar de todas as etapas da cadeia de ajuda do processo. O autor foi responsável pela gestão sobre a rotina diária de uma determinada área operacional (ustulação) da empresa em estudo, o que possibilitou colocar em prática os conhecimentos sobre os modelos e ferramentas de qualidade adquiridos durante a graduação.

Para a empresa em estudo, a hora da planta parada representa uma perda de aproximadamente R$ 80.000,00 (oitenta mil reais), sendo de forma grosseira R$1.335,00 (um mil e trezentos e trinta e cinco reais) por minuto que a planta não opera. A operação da planta é contínua, sendo que toda parada, seja ela corretiva ou preventiva, é contabilizada como hora parada. Desta forma, todo trabalho realizado para diminuir a parada total ou parcial no processo em estudo é de grande importância para a empresa.

Por fim, é importante destacar que o gerenciamento da rotina como projeto, pode ser replicado com facilidade em qualquer organização, seja ela pública ou privada, obtendo aumento de capacidade, produtividade, rendimento entre outros benefícios.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O projeto foi desenvolvido em uma indústria do ramo de metalurgia da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Com a utilização do gerenciamento da rotina busca-se aumentar em 10% a disponibilidade de operação em horas, consequentemente aumentando a produtividade.

O projeto foi implantado em maio de 2018 e continuou em execução até 2020, contudo para esse TCC foram utilizados os dados até maio de 2019 com o intuito de facilitar as análises no prazo de 1 ano.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é demonstrar como a utilização da ferramenta de qualidade do PDCA juntamente com o GRD podem contribuir no aumento do rendimento de produção de uma metalúrgica.

O presente trabalho busca, de forma mais específica, descrever como o tempo total de parada de planta foi reduzido em 10% utilizando o gerenciamento da rotina, como metodologia de qualidade. Também será descrito como ao dividir os setores e aumentar a disponibilidade de parte, aumentou-se a disponibilidade total da planta.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), metodologia se relaciona ao caminho escolhido para se alcançar os objetivos propostos pela pesquisa. Quatro aspectos são necessários para definir esse caminho, são eles: natureza, objetivos, abordagem e método (MIGUEL, 2012). Baseado nisso, este trabalho pode ser classificado como de natureza aplicada, uma vez que envolve a "aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos" (UNISANTA; sem data, p.2). Quantos aos objetivos, pode ser classificado como descritivo, por permitir a análise e a interpretação dos fatos do mundo físico (BARROS; LEHFELD, 2007).

Em relação a abordagem, esta pode ser definida como sendo combinada, ou seja, a combinação das abordagens quantitativa e qualitativa. Segundo Malhotra (2001, p.155), "a pesquisa qualitativa proporciona uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplicar alguma forma da análise estatística". Em vista disso, o estudo busca principalmente, constatar de forma quantitativa os padrões operacionais, níveis obtidos e resultados alcançados, além de observar, de forma qualitativa as percepções, expectativas e comportamentos gerados pela ferramenta na força de trabalho da indústria.

Por fim, em relação ao método, pode ser caracterizado como um estudo de caso, uma vez que busca analisar a contribuição que o uso da metodologia de Gerenciamento da Rotina oferece para a estabilidade operacional, e consequente aumento de produtividade, em uma empresa do ramo metalúrgico. Segundo Yin (2001, p.32) o estudo de caso "é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos".

O trabalho está embasado na metodologia do ciclo PDCA. Segundo Werkema (1995, p. 17) o ciclo PDCA é “um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. O PDCA pode ser avaliado como um método de estruturação e resolução de problemas. Ao estipular as metas a serem obtidas e fazer o giro de todas as etapas, novos níveis são atingidos contribuindo para a melhoria continua.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é elaborado em cinco capítulos onde seus conteúdos estão descritos a seguir.

Capítulo 1 - Introdução, que aborda uma contextualização do tema, apresenta os objetivos, justificativa, metodologia e escopo do trabalho de forma sucinta.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica, onde conteúdos relacionados ao trabalho como Lean Manufacturing, PDCA e Ferramentas da Qualidade são apresentados para fundamentar a base para o projeto e posteriores análises.

Capítulo 3 – Aplicação da metodologia PDCA, composta por explicação da empresa, mapeamento dos setores e da aplicação do PDCA na área em questão.

Capítulo 4 – Resultados, discussão dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia

Capítulo 5 – Conclusão

2. CONCEITOS BÁSICOS PARA UTILIZAR O GERENCIAMENTO DA ROTINA COMO UMA METODOLOGIA DE QUALIDADE

O tópico aborda de forma estruturada os principais conceitos utilizados para realizar o presente trabalho.

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

Gestão da Qualidade, segundo Toledo, Borrás e Mergulhão (2017), pode ser definida, assim como a própria qualidade, de várias formas, mas basicamente se refere ao conjunto de todas as atividades necessárias para se alcançar a qualidade planejada com o menor custo. Estas atividades são planejadas e executadas durante todo o ciclo produtivo e envolvem toda a cadeia de produção. A gestão da qualidade é baseada no princípio da melhoria contínua da empresa, onde por meio da melhoria contínua de produtos e processos, busca-se satisfazer as expectativas e necessidades de todos os clientes, internos e externos, com relação as dimensões de qualidade. Dessa forma a qualidade é considerada em sua totalidade e não apenas no sentido restrito do produto ou serviço (Toledo; Borrás; Mergulhão, 2017).

Um produto ou serviço apresenta uma qualidade para o cliente quando o mesmo o recebe em perfeito estado, na quantidade programada, no custo predefinido, no local e tempo acordado. É necessário ressaltar que clientes diferentes percebem níveis de qualidade diferentes para um mesmo produto, este fator é ainda mais significativo quando se trata de um serviço. Campos (1992) comenta que um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende às expectativas do cliente em sua totalidade, adequando à percepção de seu interesse.

2.2 MELHORIA CONTÍNUA

Para Carpinetti (2016) a melhoria contínua é uma abordagem caracterizada por um método de aperfeiçoamento constante do desempenho. Juran (1997) define que a melhoria contínua modifica sistematicamente os níveis de desempenho buscando atingir novos patamares de desempenho. Essa melhoria é intermitente buscando alcançar objetivos e metas estabelecidos, tratando esses marcos em seguida como base para aumentar os patamares, tornando o processo cíclico.

Moura (1997) cita que a melhoria contínua é um caminho para excelência, e que deve ser utilizada para melhorar a performance de processos, atividades e produtos da empresa. Para Toledo et al (2017) a maior dificuldade da melhoria dos produtos, processos e serviços é ser um procedimento sem fim, onde são observadas apenas pequenas melhorias e dificilmente há uma “disrupção”.

A empresa que busca evoluir utilizando a melhoria contínua tem uma difícil tarefa de modificar internamente sua cultura para que toda a organização trabalhe guiada pelo compromisso com os objetivos da qualidade. Toledo, Borrás e Mergulhão, (2017) afirmam que as ações baseadas na cultura de melhoria precisam se adaptar continuamente as demandas dos clientes objetivando aumentar as vendas e satisfação de clientes internos e externos. A empresa deve trabalhar buscando e resolvendo todas as ineficiências em suas causas raízes, de forma a reduzir custos operacionais, lembrando das ações preventivas para que as falhas não ocorram.

A melhoria continua deve ser adaptável, flexível e constante, de forma que a empresa consiga se moldar e enquadrar em novos cenários (DEVELIN, 1995).

2.2.1 KAIZEN

O Kaizen, desenvolvido por Masaaki Imai, teve sua origem no Japão na década de 50, e significa melhoria continua. A metodologia Kaizen surgiu como uma abordagem sistemática para a solução de problemas, focado na redução do desperdício com estratégias de baixo custo para melhorar as práticas de trabalho. O Kaizen contribui para melhorar a produtividade e permite baixar os custos operacionais (IMAI, 1997).

Difundido por todo mundo, a metodologia Kaizen atualmente é utilizada por áreas distintas como Serviços, Indústrias, Saúde, Linhas de Processos. Segundo Imai (1986) a implementação das melhorias passa por três etapas chave:

1. Todas as pessoas: é necessário que todas as pessoas estejam envolvidas, buscando melhorias e inovações.
2. Todos os dias: a metodologia deve ser aplicada todos os dias para que se torne rotina.
3. Todas as Áreas: todos os setores devem buscar a melhoria continua a partir do Kaizen.

A primeira etapa para a implementação do Kaizen é reconhecer o problema, e todos os colaboradores devem buscar identificá-los. O Kaizen é uma modelo de agir e pensar na

empresa de maneira a estar sempre buscando uma forma melhor de fazer as atividades, processos e rotinas da organização. O ótimo buscado é obter o máximo resultado com o mínimo recurso (IMAI, 1997).

A filosofia Kaizen envolve todas as pessoas da organização em busca de melhorias globais, eliminando desperdícios e sendo base da produção enxuta. O Kaizen procura responder as necessidades dos clientes relacionadas a tempos de entrega considerando a qualidade do produto ou processo além de custos competitivos (ORTIZ, 2010).

Segundo Imai (1997) alguns princípios do Kaizen são necessários para a aplicação da metodologia na empresa:

- Uma vez que as melhorias devem ocorrer gradualmente, o desperdício deve ser eliminado ao longo prazo.
- Todos os colaboradores devem estar envolvidos com a filosofia.
- Os investimentos são baixos e sem necessidade de consultores e altas tecnologias.
- Pode ser aplicado em qualquer empresa.
- Utiliza-se intenso sistema de gestão visual, com transparência de processos e valores, expondo os problemas de forma visual.
- O Kaizen prioriza processos.
- A filosofia deve ser aplicada e testada, gerando melhorias com a prática.

Para Martins e Laugeni (2005), o Kaizen pode ser segmentado para objetivos específicos da organização, dessa forma:

a) Kaizen de projeto: desenvolver novos conceitos para novos produtos

b) Kaizen de planejamento: desenvolver um sistema de planejamento, seja para a produção, finanças ou marketing;

c) Kaizen de produção: desenvolver ações visando eliminar desperdícios no chão-de-fábrica e melhorar o conforto e a segurança no trabalho.

2.3 O MÉTODO PDCA

O PDCA é um método cíclico aplicado na melhoria contínua de processos. Criado por Walter A. Shewhart, é extensamente utilizado para execução da melhoria contínua de processos e produtos. Também conhecido como Ciclo Deming-Shewhart, Souza (1997) comenta que o método foi desenvolvido inicialmente nos Estados Unidos da América como sendo o ciclo de

controle estatístico do processo, fato que explica a origem da sigla PDCA, PLAN, DO, CHECK E ACT, que é traduzida como PLANEJAR, FAZER, VERIFICAR e AGIR.

Definidos por Aguiar (2012) cada uma das etapas do ciclo PDCA:

- PLAN (PLANEJAR): Começa pela avaliação do atual cenário, são definidos os objetivos, as metas e processos de interesse, além de qual forma serão atingidos, planos de ação e atividades necessárias.
- DO (EXECUTAR): Os planos de ação definidos na etapa anterior são agora executados. Pode ser necessário realizar uma preparação da equipe, ou seja, um treinamento para que a execução do plano seja de acordo com os objetivos a serem obtidos. Devem ser coletados, nessa etapa, dados que possam agregar informações sobre o alcance da meta.
- CHECK (VERIFICAR): Nessa etapa, são coletados os resultados da etapa anterior, comparado as situações de Realizado x Planejado, se as metas foram atingidas ou não.
- ACTION (AGIR): Avaliação dos resultados, ou seja, avaliar e acompanhar diariamente as atividades, verificando se as metas foram atingidas e os resultados alcançados. Independente das metas serem atingidas ou não, inicia-se um novo ciclo do PDCA com objetivo de melhorar os resultados anteriores ou alcançar novos resultados.

De acordo com Moura (1997, p.90), o ciclo PDCA “é como uma ferramenta que orienta a sequência de atividades para se gerenciar uma tarefa, processo, empresa, etc.”. O PDCA é amplamente utilizado com o objetivo de gerenciamento da rotina e/ou melhoria contínua dos processos, por ser dinâmico e cíclico faz com que o fim de cada giro seja o início do próximo. O método PDCA “é um caminho para se atingir a meta” (Campos, 1992, p. 263), fazendo com que o processo possa sempre ser reexaminado, buscando melhores níveis de qualidade. Campos (1992, p. 262) cita ainda que “o PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingir as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais”.

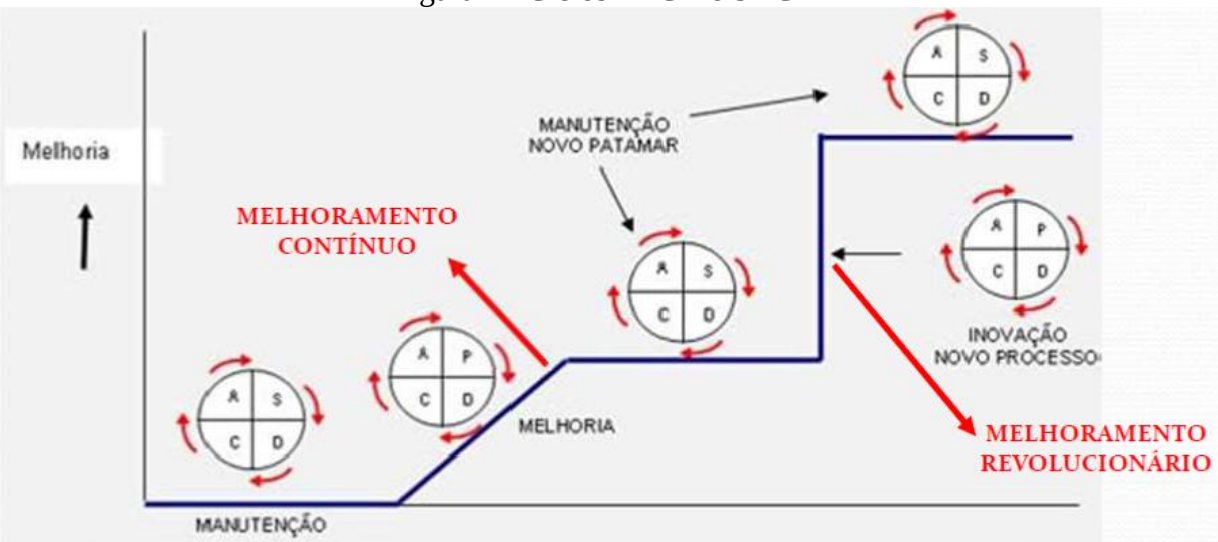
Aguiar (2012) categoriza as melhorias agregadas pelo PDCA em 2 tipos, incremental e rompedora. A melhoria incremental é aquela realizada diariamente e acontece dentro do GRD, melhorando continuamente o processo. A segunda forma, a melhoria rompedora, está relacionada à inovação. É aquela que modifica drasticamente o estado atual do processo ou produto, podendo estes serem recriados. Ainda segundo Aguiar (2012), para as metas serem

conquistadas, são necessárias ações para manter e melhorar os resultados dos processos ou produtos, gerando assim as melhorias incrementais ou rompedoras.

O ciclo SDCA (*Standard, Do, Check, Action*) segue o mesmo sistema do ciclo PDCA, sendo utilizado para manter o padrão dos processos. O ciclo do SDCA é uma derivação do PDCA onde a modificação ocorre na primeira etapa, o *Standart* (padronizar) que substitui a fase de planejamento do PDCA. O padronizar (*Standart*) estabelece metas e padrões de processos, operações e procedimentos (MOREIRA, 2003).

O SDCA é utilizado para manter um nível de conformidade ou de padrão obtido, é um processo mais repetitivo quando comparado com o PDCA. Atingir uma meta, significa obter uma melhoria e permanecer nela, dessa forma um ciclo bem feito do SDCA consegue criar rotinas e padrões para que a meta continue sendo obtida independente de quantas vezes o processo seja executado (CAMPOS, 1992). A Figura 1 demonstra os ciclos do PDCA e SDCA.

Figura 1 - Ciclos PDCA e SDCA



Fonte: Campos, 1990

2.4 GERENCIAMENTO DA ROTINA DIÁRIA

Campos (2013) afirma que foi criado o conceito de “Gestão da Rotina”, para complementar o conceito de Controle da Qualidade Total (TQC – *Total Quality Control*). O TQC é um sistema que visa garantir a qualidade do processo ou serviço, com envolvimento de todos os setores da empresa.

O gerenciamento da rotina diária do trabalho está diretamente vinculado a estipular reponsabilidades para cada pessoa, com padronização dos processos e do trabalho, monitorando

as metas e objetivando a melhoria contínua. Segundo Campos (2001) o GRD também permite observar “deficiências sistêmicas” de processos, produtos e serviços, agregando para a melhoria da estabilidade operacional.

De acordo com Moura (1997), a gestão da rotina pode ser definida como a forma de executar as atividades do dia a dia, em nível operacional, com a criação de práticas de gestão. A resolução de problemas parte das diretrizes da empresa e as ações devem ser realizada de forma constante e continua, levando em consideração cada departamento ou setor (CASTRO, 2011).

O conceito é frequentemente adaptado e amplamente utilizado como uma aplicação do Lean nas indústrias (BARBOSA et al, 2011). Geralmente a implementação do gerenciamento da rotina diária aplica os conceitos do PDCA, para padronizar as atividades e aplicar as melhorias constantes para a solução de problemas. (CAMPOS, 2013).

De forma a facilitar o entendimento, Campos (2001) descreve quatro passos propostos para o GRD:

1. Entendimento do trabalho: padronizar o trabalho e processos.
2. Arrumar a casa: ações corretivas dos processos, avaliando a expectativa com o resultado.
3. Ajustar a máquina: otimizar processos e envolver as pessoas nas metas traçadas.
4. Caminhar para o futuro: melhoria contínua, aumento da eficácia de processos e assegurar resultados.

Para Santos, Lima e Abrantes (2006) o GRD é um desdobramento de qualidade, uma vez que a rotina da organização é estabelecida de acordo com os procedimentos operacionais que compõe um processo. Definir os parâmetros para tal, facilita na obtenção da qualidade do serviço, produto ou processo. O GRD é baseado no gerenciamento participativo, organizando o processo, identificando meios de monitoramento, que capacitam a gerência a visualizar as metas a serem atingidas e tomar as decisões.

O objetivo do GRD segundo Santos (2014) é modificar e melhorar departamentos e setores, de forma que os gerentes, juntamente com o diretor, devam garantir a qualidade dos serviços prestados. Os chefes, sejam eles gerentes ou supervisores, devem ter a consciência de alcançar suas metas e objetivos. Isso permite que a organização obtenha sucesso e os transformem em líderes.

O gerenciamento da rotina visa à prática do Controle da Qualidade Total por um processo de garantia da qualidade através da gestão da rotina como ferramenta para organizar

processos e estabelecer tomadas de decisões baseadas em fatos previamente identificados devido ao controle realizado. O GRD faz parte do gerenciamento por diretrizes, um desdobramento de qualidade que capacita a gerência na tomada de decisões, uma vez que facilita a visão de futuro e de metas a serem atingidas (CAMPOS, 2004).

Ainda de acordo com Campos (1994) não existe um padrão para elaborar as melhorias para o GRD, uma vez que cada organização possui suas peculiaridades. É importante utilizar das ferramentas de melhoria como o PDCA, por exemplo, para alcançar esses objetivos.

Pode-se observar que o gerenciamento da rotina é voltado para aumentar a eficiência e eficácia dos processos da organização de forma simples e visual. O GRD ainda é útil por permitir que as ações sejam tomadas no decorrer do acontecimento dos problemas, por ser visual e simples, podendo responder rapidamente as demandas dos processos.

2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Existem diversas ferramentas da qualidade, sendo que cada uma apresenta uma função e pode ser utilizada em uma ou mais fases do PDCA. Segundo Campos (2001) as ferramentas são necessárias para realizar as ações baseadas nas informações disponíveis. A seguir serão apresentadas algumas dessas ferramentas.

1. Gráfico Sequencial

Essa ferramenta facilita a visualização no monitoramento de processos que ao longo do tempo sofrem alterações em relação à média, facilitando encontrar tendências significativas. Aguiar (2012) comenta que essa ferramenta apresenta de forma clara e visual os dados, facilitando a análise dos modos de ocorrência.

2. Folha de Verificação

Esta ferramenta apresenta as informações de forma fácil e direta, de maneira que os operadores já encontram listados nas folhas as informações necessárias, preenchendo rapidamente apenas os tópicos listados e marcando apenas a situação encontrada (Neves, 2007). Algumas informações como data da coleta, local e nome do responsável da coleta devem ser consideradas.

3. Histograma

De acordo com Campos (1992) é um gráfico formado pela frequência que determinado evento ocorre, permitindo observar a capacidade de um processo. Silva (2006) comenta que é possível analisar o valor central e a dispersão dos dados em torno desse valor. As especificações do produto ou processo representam os limites que foram estabelecidos para o evento que está sendo analisado.

4. Diagrama de Pareto

Tem como finalidade filtrar e priorizar eventos que tem maior frequência de ocorrência e impactos em relação as características esperadas. Silva (2006) descreve que o Diagrama de Pareto auxilia na visualização de que poucas causas representam a maioria dos problemas. Pareto descreveu que 20% dos problemas de qualidade, como exemplo os defeitos, representam 80% dos problemas encontrados. O gráfico de Pareto aponta em ordem decrescente as causas mais significativas e qual o peso delas com relação aos problemas.

5. Diagrama de Árvore

O diagrama de árvore facilita a visualização dos desdobramentos de um problema, focando em simplificar a solução do problema que está sendo analisado. Aguiar (2012). Segundo Neves (2007) observar os problemas em ângulos diferentes, auxilia na identificação das causas dos mesmos.

6. Técnica dos Porquês

Ferramenta utilizada para aprofundar nas causas de um problema avaliando seus desdobramentos. Aguiar (2012) descreve que essa técnica tem por objetivo fazer as pessoas raciocinarem em busca das causas principais, ressaltando a importância das pessoas nessa etapa de análise.

7. Diagrama de Causa e Efeito

Também conhecido como diagrama de Ishikawa ou diagrama Espinha-de-Peixe, busca relacionar todas as causas possíveis de um problema específico. Expõe de forma gráfica a relação entre o problema que se deseja tratar e suas causas. Aguiar (2012) ressalta que a ferramenta deve facilitar o entendimento dos envolvidos, desenhando o diagrama de forma clara. Campos (1992) categoriza as possíveis causas de problemas em 6 fatores: Método, Material,

Mão de obra, Meio Ambiente, Máquina e Medida e comenta ainda que é comum utilizar o *Brainstorming* [1] para fazer o Diagrama de Causa e Efeito.

8. 5W1H

Ferramenta que decompõe os planos de ação de forma a simplificar o entendimento dos envolvidos nas tarefas. Os planos são abertos relacionados as seguintes perguntas: *What*? (O que?), *Why*? (Porque?), *Who*? (Quem?), *How*? (Como?), *When*? (Quando?), *Where*? (Onde?). Aguiar (2012) explica que o 5W1H fornece um cronograma de planejamento para a execução e monitoramento das ações.

2.6 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Toledo, Borrás e Mergulhão (2017) explicam que o mapeamento de processos é uma ferramenta analítica, que indica uma sequência de atividades para um processo. Ainda segundo os autores, primeiramente deve-se conhecer o funcionamento real do processo, ou seja, conhecer sua atual situação.

BIAZZO (2000) descreve o mapeamento sendo dividido em três etapas principais: delimitação dos clientes, principais inputs e outputs e os responsáveis envolvidos no fluxo de trabalho. Bulgacov (1999), por sua vez, argumenta que o mapeamento de processos é formado por: seus objetivos; suas etapas e respectivas sequências lógicas; seus responsáveis; suas decisões envolvidas; seus recursos disponíveis; as informações necessárias para sua realização e padrões utilizados com suas respectivas análises.

O mapeamento permite localizar processos críticos de uma organização, identificar falhas entre as etapas, colaborando para padronização destes, o que facilita a melhoria contínua. A maior dificuldade do mapeamento é o tempo necessário para a organização criá-lo, fator que precisa de grande envolvimento da gerência e operação.

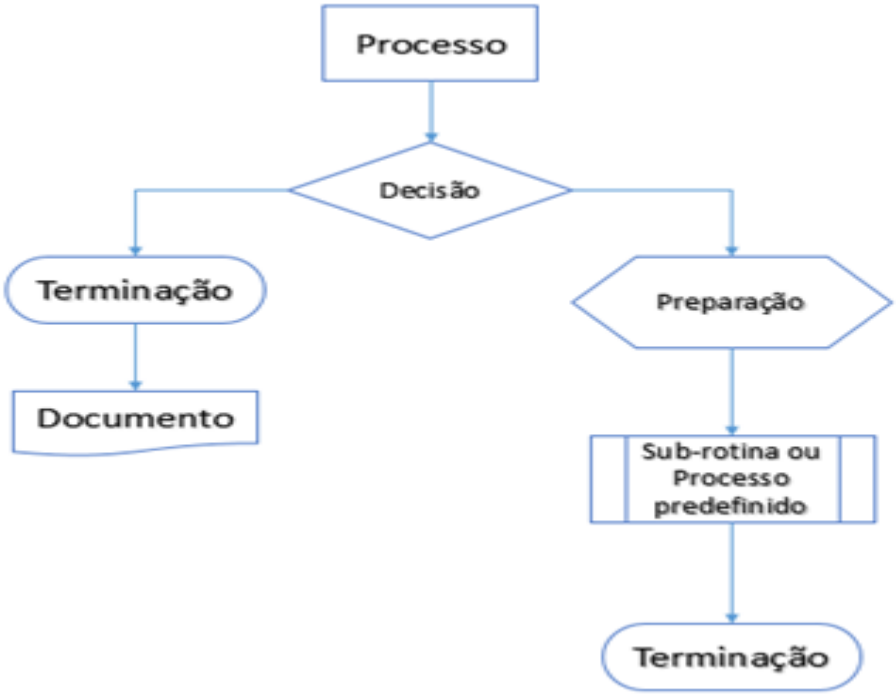
Como referenciado nos últimos parágrafos, é possível observar pela citação dos autores que o mapeamento de processos é uma etapa de grande importância para gerar melhorias e possibilitar uma utilização mais adequada do gerenciamento da rotina diária. Para mapear os processos no presente trabalho foi utilizado de forma exaustiva o fluxograma.

---

[1] *Brainstorming* segundo Toledo (2013) é uma técnica para geração de ideias, com a utilização de equipes multidisciplinares de preferência.

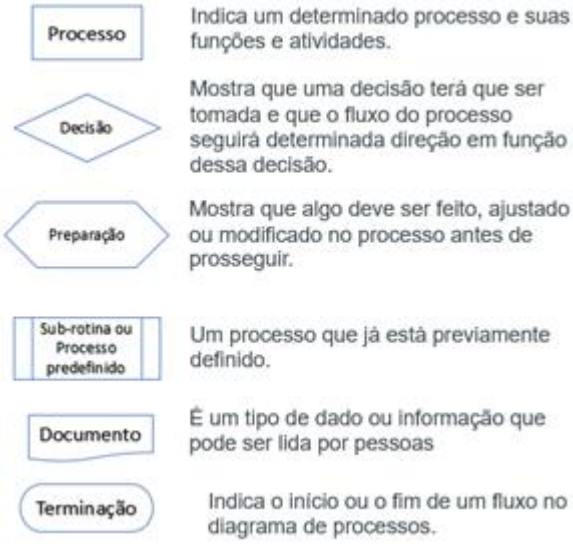
O fluxograma, conforme pode ser visto na Figura 2, é uma ferramenta de representação gráfica, simples e muito visual de um determinado processo, a fim de sequenciar suas etapas. Essa ferramenta é muito utilizada para documentar o funcionamento de um processo e disponibilizar em qual ponto existem gargalos ou dificuldades na resolução de um problema. Neves (2007) afirma que após a construção do fluxograma é mais fácil avaliar como o processo está em relação ao desejável e propor melhorias em cima do desenho.

Figura 2 - Exemplo de Fluxograma



Fonte: Lobo, 2010 (adaptado)

Figura 3 - Simbologia



Fonte: Lobo, 2010 (adaptado)

Segundo Lobo (2010) o fluxograma é o gráfico que melhor representa um fluxo de trabalho, produto ou documentos, apesar de existirem outras opções. Campos (2013) completa que o fluxograma é o primeiro passo para o gerenciamento e para a padronização, muito utilizado com intuito de garantir a qualidade e aumentar a produtividade.

As regras do fluxograma são simples e devem ser definidas e padronizadas dentro das organizações, ou seja, a simbologia e sua interpretação são essenciais (Toledo; Borrás; Mergulhão, 2017). Dessa forma o fluxograma além de uma ferramenta simples e barata é de significativa importância para o mapeamento de processos. As simbologias básicas estão apresentadas na Figura 3.

3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA

3.1 A EMPRESA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de metalurgia, de metais não ferrosos, sediada na região sudeste do Brasil. A empresa será tratada desse tópico em diante como Empresa X. Todos os dados das tabelas e gráficos foram alterados para preservar a confidencialidade dos dados da empresa.

Como uma metalúrgica a principal característica que chama atenção da Empresa X é a mesma não possuir uma mina e toda sua matéria prima ser importada. Tal fato implica em altos custos operacionais, e como o preço do zinco no mercado mundial é regulado pelo LME (*London Metal Exchange*) conhecida como a "Bolsa de Valores" dos metais não ferrosos, o lucro final da empresa fica limitado.

As alternativas mais viáveis para o aumentar o lucro são reduzir custos de produção, aumentar eficiência da operação ou por meio do prêmio, que nada mais é que um valor acrescentado ao preço do zinco (LME) devido a qualidade final do produto (zinco).

A matéria prima que é transformada nos lingotes de zinco é chamada de concentrado de zinco, ou apenas concentrado e é recebida por ferrovias ou por rodovias. Depois da chegada da matéria prima, a mesma é enviada ao depósito de concentrado e em sequência segue para o silo e posteriormente para ustulação onde o presente trabalho decorreu. O concentrado após processado, passa a ser chamado de ustulado, e segue para a hidro metalurgia, eletrólise e por fim fundição onde o zinco metálico finalmente se transforma no formato dos lingotes que serão transportados até os clientes.

3.2 ETAPA DE PLANEJAMENTO (PLAN)

3.2.1 REGIME DE TRABALHO MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO

A Empresa X, possui um processo de operação continuo operando 24 (vinte e quatro) horas por dia, em 3 (três) turnos. Os operadores estão alocados em 4 grupos, A, B, C e D, em uma jornada de trabalho que opera de 23:00 horas às 07:00 horas, de 07:00 horas às 15 horas e de 15:00 às 23:00 horas o ultimo turno respectivamente. O grupo D está de folga antes de reiniciar o turno.

3.2.2 MAPEAMETO DA USTULAÇÃO

Ustulação é um processo químico de queima de sulfetos na presença de oxigênio. A ustulação de um sulfeto sempre forma duas substâncias, sendo uma delas obrigatoriamente o dióxido de enxofre (SO_2), acompanhando um óxido ou metal. No caso do trabalho, o processo buscava maximizar a formação do óxido de zinco.

A maioria dos concentrados sulfetados utilizados pela Empresa X são importados do Peru, em função da facilidade de logística, apesar de existirem outras opções no mercado. Com a retirada do minério das minas, são realizados os processos de britagem, moagem e flotação obtendo o concentrado de zinco que pode possuir uma diversidade de composições de outros elementos químicos, conforme Figura 4.

Figura 4 - Composição química típica dos concentrados

Zn - 47 / 64 %	*As – 500 /2000 ppm*
S - 28 / 33 %	*Sb – 100/500 ppm*
Fe – 3 / 14 %	*Ge - 10/30 ppm*
Pb – 0,5 / 3,5 %	*Cd - 0,10/0,40 %*
SiO_2 – 0,5 / 4,0 %	*Co – 10/30 ppm*
Cu – 0,3 / 1,5 %	
Cd – 0,2 / 0,6 %	
CaO – 0,4 / 2,5 %	
MgO – 0,4 / 2,5 %	
H_2O – 7 / 10 %	

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Esse concentrado é enviado para o Brasil através de navios, é recebido no porto e encaminhado via ferrovia até a unidade da Empresa X. Os vagões são descarregados através de um sistema de vibração que é utilizado para descompactar o material que cai em uma moega onde é direcionado e transportado por correias até o interior de um deposito que possui uma capacidade de 18.000 (dezoito mil) toneladas. Alguns concentrados com características mais especificas podem ser comprados e estes são recebidos em "*bags*".

Devido a significativa diversificação de composições das matérias prima que estão alocadas no deposito é realizado uma mistura, comumente chamada de "*blend*". O *blend*

representa uma das etapas mais importantes do processo pois como o material possui uma composição especifica é necessário selecionar quantidades de cada tipo de matéria baseado nas composições químicas dos mesmos. O objetivo do *blend* é maximizar a concentração de zinco, respeitando os limites dos elementos secundários presentes que podem ser prejudiciais ao processo. Alguns elementos como o Chumbo (Pb) e o Ferro (Fe) aumentam a tendência de sinterização (aglomeração) do forno, pois facilitam a formação de PbSO4 (Sulfato de Chumbo), FeS e ZnSO4 com temperaturas mais baixas que a necessária para ustular o zinco.

Após a mistura ter sido feita, o material é transportado via pá carregadeiras para uma correia transportadora que passa por um eletroímã para retirada de possíveis metais pesados que por algum acaso estejam no concentrado, em sequência o material passa por uma peneira vibratória que tem por objetivo reduzir a granulometria do concentrado e conter possíveis resíduos. O transporte do material continua até o mesmo cair dentro do silo de concentrado, que possui uma capacidade de 180 (cento e oitenta) toneladas e aproximadamente 20 (vinte) metros de altura.

O concentrado presente no silo, como já foi explicado possui uma serie de componentes como, o Zinco (Zn), Ferro (Fe), Cobre (Cu) entre outros e o Enxofre (S). O objetivo do ustulador é exatamente converter o ZnS (Sulfeto de Zinco) em ZnO (Óxido de Zinco), processo que gera calor e gases contendo SO_2 devido a seguinte reação química geral já balanceada:

$$\mathbf{MeS + 3/2\ O_2 \rightarrow MeO + SO_2}$$

Onde o MeS representa os metais em composição com o Enxofre. Existe uma diversidade de reações ocorrendo no forno e algumas delas estão apresentadas na Figura 5.

O forno Ustulador possui uma capacidade nominal de 300 (trezentas) toneladas por dia, e ocorre um processo de combustão que regula a temperatura do leito do forno. Com o objetivo de aumentar a capacidade do forno, é feito o enriquecimento do ar dentro do forno com a injeção de oxigênio com alto grau de pureza. Esse fator aumentou a capacidade do forno em 50% (cinquenta por cento), permitindo atingir uma marca de aproximadamente 450 (quatrocentas e cinquenta) toneladas por dia.

Como o controle de temperatura do forno é feito exclusivamente pelo controle da reação de combustão, ou seja, aumentando ou reduzindo as quantidades de oxigênio, concentrado ou enxofre, uma alternativa de controle útil não apenas no controle de temperatura mas para o processo como um todo é a caldeira de recuperação térmica. Na caldeira tubos com

a circulação interna de água, trocam calor com os gases quentes puxados por um soprador de ar. Os gases cedem a maior parte da sua temperatura para água, gerando vapor e resfriando os gases do forno.

Figura 5 – Reações Químicas do Forno

Reações básicas que ocorrem no forno:

$$ZnS + 3/2\ O_2 \longrightarrow ZnO + SO_2$$
$$2\ FeS2 + 11/2\ O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2$$
$$2FeS + 7/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 2SO_2$$
$$Sb_2S_3 + 9/2SO_2 \longrightarrow Sb_2O_3 + 3SO_2$$
$$Cu_2S + 2O_2 \longrightarrow 2CuO + SO_2$$
$$CuS + 3/2O_2 \longrightarrow CuO + SO_2$$
$$CdS + 3/2O_2 \longrightarrow CdO + SO_2$$
$$PbS + 3/2O_2 \longrightarrow PbO + SO_2$$
$$As_2S_3 + 9/2O_2 \longrightarrow As_3O_3 + 3SO_2$$
$$ZnO + SO_3 \longrightarrow ZnSO_4$$
$$CaO + SO_3 \longrightarrow CaSO_4$$
$$MnO + SO_3 \longrightarrow MnSO_4$$
$$SO_2 + 1/2O_2 \longrightarrow SO_3$$

Fonte: Documento Interno da Empresa X

O esquema da Figura 6 demonstra de forma compreensível como funciona essa etapa do processo.

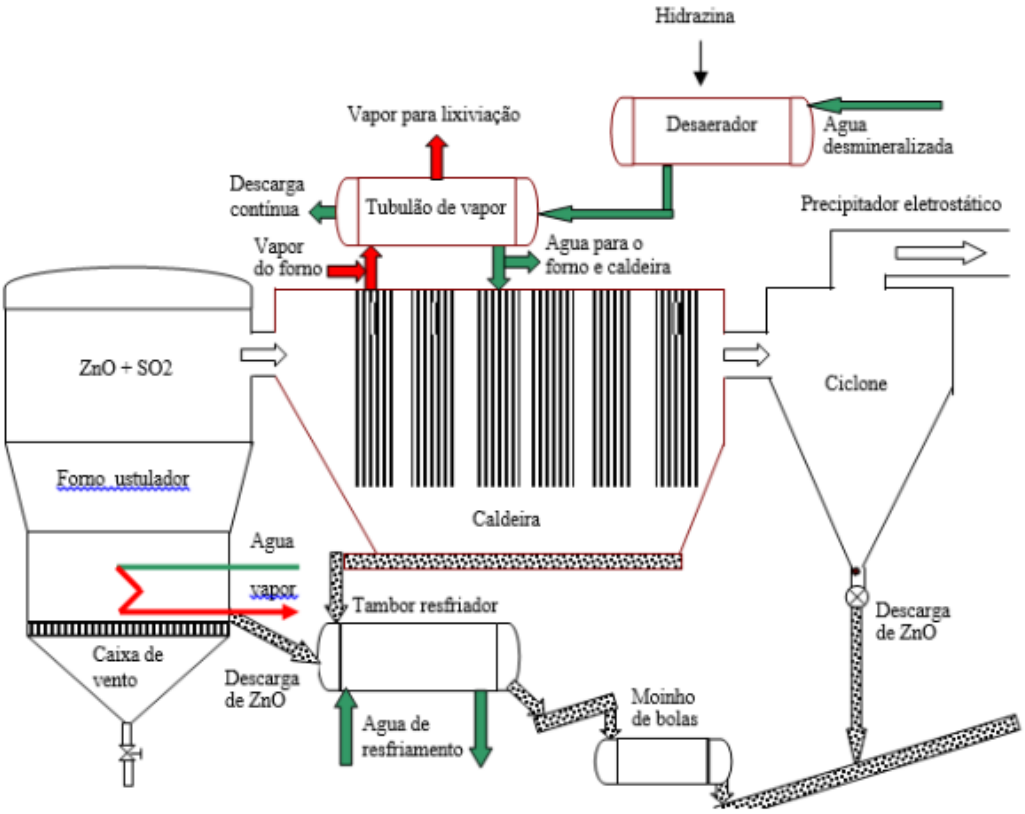
Ou seja, a principal função da caldeira é esfriar os gases, mas o vapor de água gerado também é utilizado para mover máquinas a vapor em uma casa de bombas.

A água que passa dentro dos tubos da caldeira deve ser desmineralizada, ou seja, não deve conter sais de cálcio e magnésio, sílica e outras substâncias para evitar incrustações e corrosões nas tubulações. O acumulo desses sais pode ocasionar um aumento na temperatura dos gases, fator que pode gerar um aumento excessivo da temperatura do forno ocasionando uma parada prematura da planta. São realizadas paradas semanais para limpeza da caldeira.

A desmineralização, chamada recorrentemente apenas de desmi, tem a função de tratar a água que passará pelos tubos da caldeira de forma a substituir Ca (cálcio), Na (sódio), Mg (magnésio) por íons de hidrogênio e eliminar o óxido de silício da água. A água então segue

para o desaerador para serem eliminados o O2 e o CO2. Esse processo é realizado tornando a água em algo equivalente a água destilada, condição que evita incrustações nas tubulações da caldeira.

Figura 6 - Esquema da Caldeira



Fonte: Documento Interno da Empresa X

Entre as várias reações que ocorrem no forno, algumas geram o gás SO2 que é de grande interesse uma vez que é utilizado para fabricação de ácido sulfúrico e SO2 liquido que são vendidos como subprodutos da empresa X. Esse gás é condensado com a passagem por torres de limpeza e lavagem, processo conhecido como produção de SO2 liquido.

Como última etapa do processo, o enxofre que reagiu com o oxigênio no forno e posterior a produção do SO2 liquido reage com o oxigênio liquido injetado no processo formando SO3, esse processo com presença de água forma o Ácido Sulfúrico (H2SO4). Esta etapa ocorre e é conhecida como Fábrica de Ácido, e a reação acima explicada segue demostrada abaixo.

Formação do dióxido de enxofre a partir da combustão do enxofre (dentro do forno):

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

Oxidação do dióxido de enxofre para formar oxido sulfúrico (planta de SO2):

$$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow SO_3$$

Conversão do oxido de enxofre em ácido sulfúrico (Fábrica de Ácido):

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

3.2.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A ustulação representa a primeira etapa do processo de fabricação do zinco, sendo a área responsável pelo controle da matéria prima (incluindo quantidades, qualidades e composições) até o final da geração do ustulado, incluindo o processo dos subprodutos ácido sulfúrico e SO2 liquido. Fica evidente a importância do setor e do processo para a produção do zinco.

Dessa maneira, e com as limitações inerentes do processo, foram mapeados pontos críticos de atuação para o setor, buscando aumentar a produção total da planta. Essa divisão foi feita baseada nas áreas críticas de Matéria Prima, Alimentação do Forno, Caldeira, Produção de SO2 e Fábrica de Ácido. A partir desse mapeamento foram estabelecidas ações baseadas na metodologia PDCA para aumentar a disponibilidade total de produção.

3.2.4 DISPONIBILIDADE DE PLANTA

Como a Empresa X funciona o ano todo e em turno de 24 horas, foi planejada a produção considerando uma parada geral durante o ano. Essa parada representa de 5 a 10 dias, tempo utilizado para abertura das portas do forno e posterior limpeza e desobstrução de equipamentos internos. Simultaneamente a esse procedimento, são realizadas diversas operações de manutenção em todos os equipamentos mapeados para tratativas.

Toda parada de planta, seja ela parcial ou completa é contabilizada como tempo de horas paradas. Fora a parada geral, que é tratada como um evento, existem as paradas preventivas e corretivas, sendo as preventivas planejadas e estruturadas para momentos oportunos enquanto as corretivas são emergenciais e precisam ocorrer rapidamente, mesmo que

de forma parcial, mantendo a operação da planta estável até serem planejadas para serem tratadas de forma adequada. Ressalta-se que as paradas corretivas representam uma série de desafios para a operação, uma vez que em geral existem grandes riscos para os operadores, elevados custos de manutenção para os equipamentos e significativas perdas de produção.

Todo concentrado que sai do silo vai para o forno ustulador, dessa forma qualquer corte ou redução de alimentação do forno, é contabilizado como hora de planta parada, significando uma redução parcial ou total da capacidade de produção. Dessa forma, a disponibilidade da planta foi calculada utilizando as horas operadas em relação as horas disponíveis. Essa disponibilidade de produção foi retratada em dias para facilitar a divulgação e compreensão do andamento para todos os colaboradores da Empresa X.

3.2.5 **PLANO DE AÇÃO**

A partir dos tópicos levantados, foi elaborado um plano de ação que consiste na criação de controles e treinamentos para padronização da metodologia de trabalho. O plano de ação foi criado por meio da leitura e atualização dos procedimentos operacionais já existentes, criação de acompanhamentos para gestão da rotina dos colaboradores (GRD's), elaboração de acompanhamentos de falhas (como com o uso de Gráficos de Pareto) e por fim um plano de treinamento para os funcionários de cada setor.

3.3 ETAPA DE EXECUÇÃO (DO)

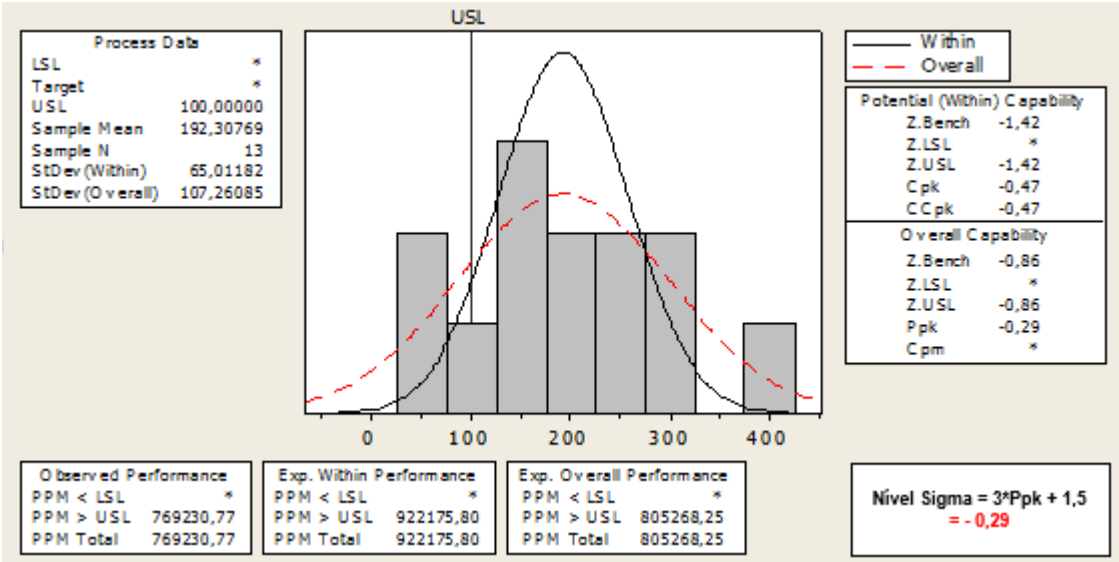
3.3.1 **ELABORAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONTROLE**

Primeiro passo realizado foi a leitura dos procedimentos operacionais existentes, para cada setor. A partir dessa leitura foram criados mapeamentos de processos e criados acompanhamentos de produção em busca de gargalos e falhas na execução dos procedimentos.

Alguns parâmetros operacionais precisam ser respeitados para atingir os níveis de produção esperados sem interferir nas próximas etapas do processo produtivo, por outro lado, existe uma margem de operação e algumas alterações eram capazes de alcançar maior produtividade. Com isso uma série de testes foram executados para ser possível elaborar os padrões mais precisos que maximizassem a produção total. Esses dados foram acompanhados diariamente e com utilização das ferramentas de qualidade foram elaborados os controles.

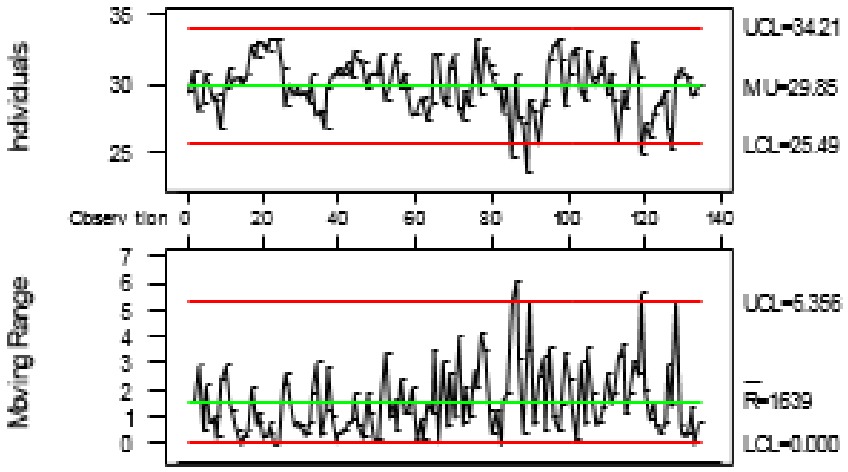
Alguns exemplos das análises de processos realizadas, podem ser visualizados na Figura 7 e Figura 8. Podemos notar, que os pontos estão dispostos fora dos limites de controle e além disso apresentam aleatoriedade, indicando que o processo estava fora de controle e fora dos limites de especificação. Para a elaboração dos gráficos da figura 7 e 8, foram utilizados histogramas e diagramas de causa e efeito para verificação dos problemas ou processos fora das especificações.

Figura 7 - Análise da Capacidade do Processo X



Fonte: Documento Interno da Empresa X

Figura 8 - Limite de Controle do Processo



Fonte: Documento Interno da Empresa X

Com base nos dados das figuras e acompanhamentos dos indicadores, definiu-se os pontos de controle necessários para os processos de cada setor.

3.3.2 CONTROLES E MONITORAMENTOS

A partir da subdivisão do setor em áreas (Matéria Prima, Alimentação do Forno, Caldeira, Produção de SO2 e Fábrica de Ácido) foram levantados os pontos necessários para atuação e possíveis melhorias, e dessa forma, criado os controles do gerenciamento da rotina para cada uma das etapas críticas do processo de ustulação. Utilizando as ferramentas da qualidade citadas no item 2.5, foram observadas diferenças significativas de produção entre dias e até mesmo entre turnos.

Baseado nessas observações, para cada área foram considerados 6 (seis) pontos de controle, que precisariam existir e serem atualizados para garantir a efetividade do processo.

1. Procedimentos operacionais: para cada uma das subdivisões dos setores deveriam existir procedimentos. Devido ao tempo de trabalho dos colaboradores alguns possuíam técnicas e formas diferentes de realizar as mesmas etapas do processo. Com a criação dos procedimentos passou a existir um padrão esperado para cada turno. Para criação dos procedimentos foram utilizados gráficos sequencias, bem como manuais de processos de operação.
2. Treinamento: cada operador deveria receber um treinamento, ou uma atualização dos procedimentos adequados para a produção, já abordando as atualizações devido ao GRD. Os treinamentos eram eficazes e possuíam uma frequência de atualização, garantindo alinhamento dos funcionários e seguimento dos parâmetros mais adequados.
3. Contramedidas e cadeia de ajuda: alguns problemas eram corriqueiros e facilmente resolvidos no cotidiano pelos próprios operadores, dessa forma esses problemas foram mapeados e definiu-se formas de resolve-los. Caso houvesse um problema mais complexo, onde as contramedidas não fossem o suficiente, cada setor possuía a sequência de trabalhadores que deveriam ser procurados. Um exemplo das contramedidas e da cadeia de ajuda, podem ser visualizados na Figura 9 e na Figura 10, respectivamente. Com o objetivo de criar medidas com maior precisão, e que fossem funcionais na rotina da operação, foi necessário utilizar da técnica dos porquês e do 5W1H, além do diagrama de árvore, buscando assim garantir contramedidas e uma cadeia de ajuda funcional e simples.

Figura 9 - Contramedidas

Projeto GRD – Contramedidas					
Parâmetros (SO2 liquido)	Unid.	Limites		Problema/o que fazer	O que você Sugere?
Compressor 1,2 e 3		Inferior	Superior		
Temperatura de aspiração	°C	-45	-10	Se > -10 : - Falta de amônia no circuito (Repor amônia). - Problema mecânico com o compressor (Reparar compressores). Se ≤ - 45 : - Nível alto no liquefator (Normalizar nível). - Falta de gás SO_2 no liquefator. (Circular gás).	
Temperatura de descarga	°C	------	130	➢ 130 - Falta de amônia (Repor amônia no circuito) -Válvula interna de segurança do compressor aliviando -Para a sucção (Trocar válvula). -Nível de óleo baixo(Repor o óleo) -Filtro de óleo saturado(trocar/limpar filtro)	
Temperatura de óleo	°C	20	90	≤ 20 - Resistência do óleo não funciona adequadamente (Reparar resistência). ≥ 90 - Falta de amônia no alimentador do resfriador (Normalizar alimentação). - Válvulas fora de posição na entrada e saída do resfriador de óleo (Normalizar válvulas). - Excesso de óleo presente na amônia no resfriador(purgar resfriador)	
Funcionamento	%	3	100	≤ 3 - Falta de carga térmica (Circular gás SO_2 e amônia no liquefator). -Slide avariado (reparar o slide)	
Pressão de aspiração	Kgf / cm_2	-0,9	-0,5	≤ - 0,9 - Falta de carga térmica (Circular gás SO_2 no liquefator) ≥ 5,0 - Somente com planta parada (Recolher amônia para o recipiente).	
Pressão de descarga	Kgf / cm_2	0,7	5,0	≤ 0,7: - Transmissor de pressão com problema (Trocar transmissor). ≥ 5,0 - Compressor 4 trabalhando no manual e com pedido de baixa capacidade (Aumentar pedido de capacidade) - Problema mecânico com o compressor (Reparar compressor)	

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Figura 10 - Cadeia de Ajuda

Sinais	Indicação da Planta	Causas	Correção
Grande opacidade na chaminé:	* Pluma visível * Mudanças nas temperaturas dos leitos do conversor. * Dificuldade em manter concentração do ácido. * Menor consumo de água de diluição. * Rendimento de conversão abaixo de 99,7%:	1Temperatura dos leitos fora da faixa de trabalho 2 Relação O2/SO2, fora da faixa de trabalho. 3 Perda de carga alta nos leitos ou trocadores de calor. 4 Furo em tubo de trocador de calor IV. 5 Retorno excessivo de SO3 da TAI, inibindo conversão nos 3º e 4º leitos.	1 Ajustar temperaturas dos leitos. 2 Ajustar a relação ajustando o O2 ou o SO2 (via alimentação do forno). 3 Fazer medição semanal e planejar peneiramento em parada geral. 5 Verificar indicadores de pressão, temperatura, concentração, vazão e distribuição. Fazer stick test (teste de madeira), verificando aspecto da madeira.
Emissão acima do limite mínimo medida em PPM (300 PPM)	* Temperatura dos leitos fora da faixa de trabalho. * Relação O2/SO2, fora da faixa de trabalho. * Perda de carga alta nos leitos ou trocadores de calor. * Furo em tubo de trocador de calor IV. * Retorno excessivo de SO3 da TAI, inibindo conversão nos 3º e leitos. * Furo em tubo de trocador de calor IV.		

Fonte: Documento Interno da Empresa X

4. KPI's: *key performance indicator*, seriam os indicadores – chave de desempenho, ou seja, pontos de avaliação necessários para garantir a qualidade máxima de produção, logo maiores rendimentos. A Figura 11 evidencia o KPI da área de SO2 Líquido, desenvolvidos inspirados em folhas de verificação.

Figura 11 - GRD SO2 Líquido

GRD KPI SO2 Liquido															
		DATA:		Operador:				Operador:				Operador:			
ITEM	Indicador	Mínimo	Máximo	23h	01h	03h	5h	07h	09h	11h	13h	15h	17h	19h	21h
1	Temperatura de aspiração compressor 1(°C)	-5	-22,5												
2	Pressão de Aspiração 1(kgf / cm2)	-0,4	2,5												
3	Temperatura de aspiração compressor 2(°C)	-0,5	-22,5												
4	Pressão de Aspiração 2(kgf / cm2)	-0,4	2,5												
5	Temperatura de aspiração compressor 3(°C)	-5	-22,5												
6	Pressão de Aspiração 3(kgf / cm2)	-0,4	2,5												
7	Temperatura de aspiração compressor 4(°C)	-1,5	-13												
8	Pressão de Aspiração 4(kgf / cm2)	0,35	2,5												
9	Produção de SO2 (T)	-	-												

ITEM	Desvio	AÇÃO	Hora do desvio

Fonte: Documento Interno da Empresa X

5. Lista de Atividades de Rotina: um relatório em formato de *check list* onde todas as atividades que deveriam ser realizadas por dia e por turno estão mapeadas e devem ser marcados os resultados obtidos. A Figura 12 a seguir demonstra um exemplo de lista de atividades da área de SO2 Líquido, que segue os princípios da folha de verificação das atividades.

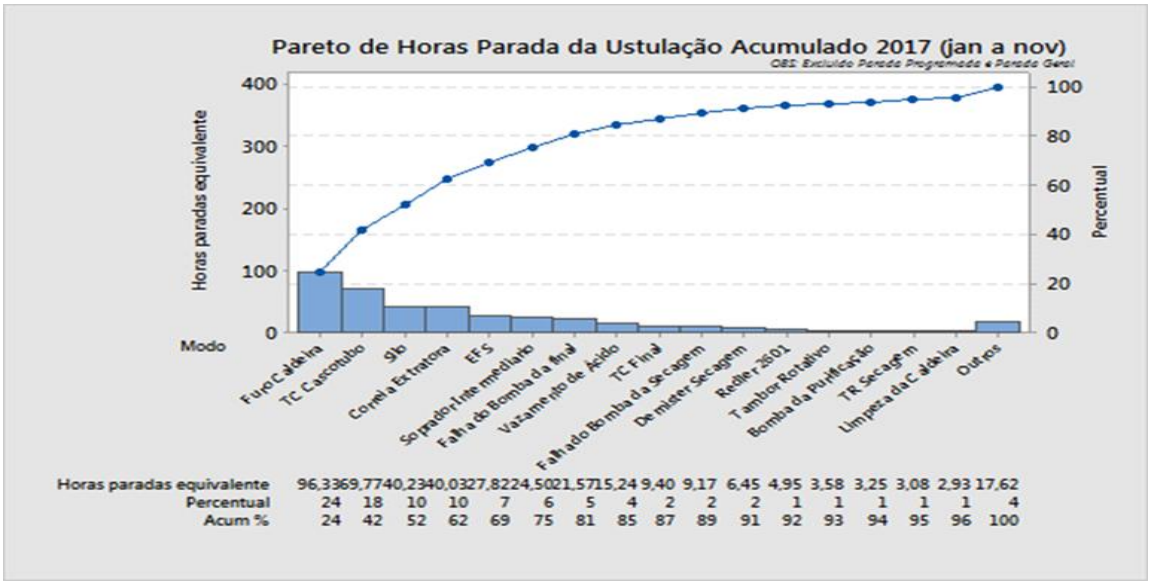
Figura 12 - SO2 atividades

GRD SO2 liquido Atividades									DATA:
	Turno 23:00 às 07:00 Responsável:			Turno 07:00 às 15:00 Responsável:			Turno 15:00 às 23:00 Responsável:		
Atividades	Hora da Realização	Desvio	Ação	Hora da Realização	Desvio	Ação	Hora da Realização	Desvio	Ação
Purgar trocadores de calor									
Verificar vazamento de Amonia no circúito (onde?)									
Coleta de água da Torre Alpina (Segunda/Quarta/Sexta) e enviar para laboratório									
Purgar Torre Alpina									
Verificar vazamentos de SO2 na planta (onde?)									

Fonte: Documento Interno da Empresa X

6. Pareto: os parâmetros que estivessem fora da faixa de aceitação, seja para os KPI's ou para as atividades de rotina, eram anotados e com isso gerados os Gráficos de Pareto, conforme demonstrado na Figura 13, com o intuito de atuar nas causas de maior impacto na produção.

Figura 13 - Pareto de Horas Paradas



Fonte: Documento Interno da Empresa X

Com o início do processo de controle em 2017, era recorrente observar variações de produção diárias e entre os turnos. Além desse problema, a falta de parâmetros e controles eficientes aumentava a frequência de paradas emergenciais e reduções de alimentação do forno.

3.3.3 GESTÃO DE ROTINA DIARIA – GRD

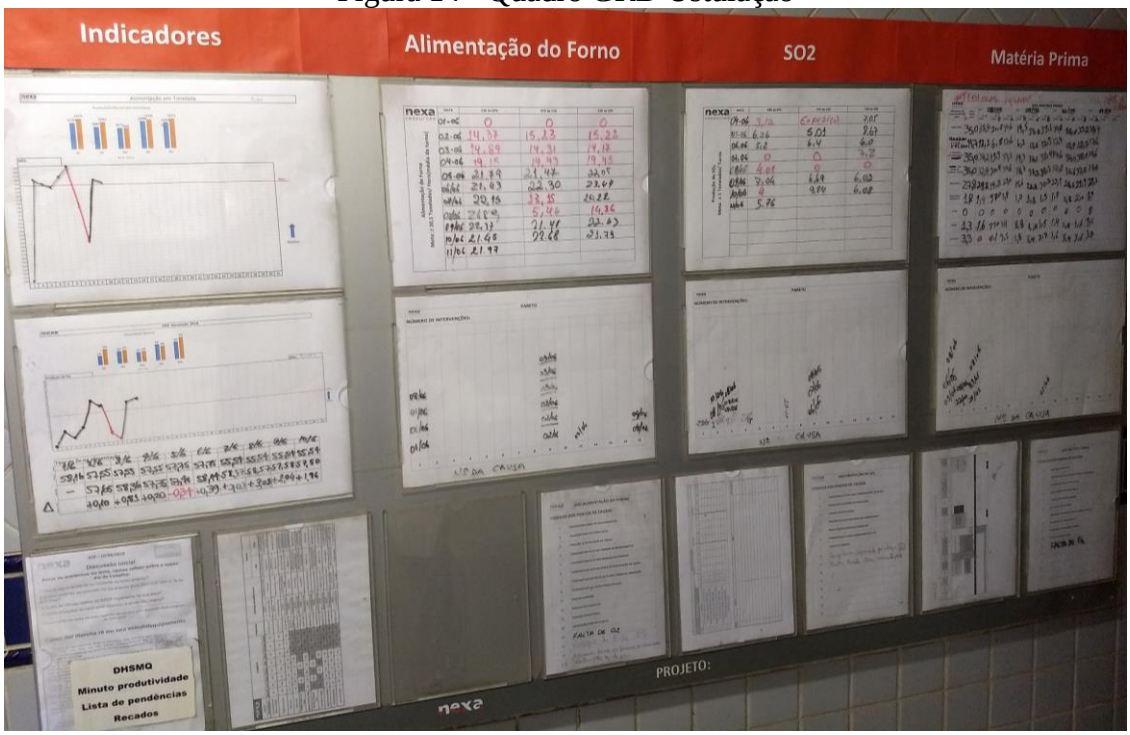
Todo o projeto elaborado na Ustulação e posteriormente em outros setores da empresa, acabaram por serem nomeados simplesmente de "GRD" uma vez que as reuniões de alinhamento se tornaram tão enraizadas na rotina que acabou se tornando o "nome do projeto".

Essa reunião foi elaborada para durar aproximadamente quinze minutos, e consiste em apresentar os resultados alcançados pelo turno anterior, explicar os possíveis problemas ou desafios esperados para o turno, além de ser uma preparação para o trabalho. Essa preparação inclui um diálogo de segurança e meio ambiente, que aborda diversos temas como analises de riscos, utilização de equipamentos de proteção individual e coletivos, além de ginastica laboral.

Ao finalizar o turno o operador líder responsável pelo setor, além de anotar o valor atingido no quadro (Figura 14), passa a informação para o operador que assumirá a liderança do setor no turno seguinte. Durante a reunião do GRD, o operador passa o panorama geral do

setor para todos os operadores para alinhamento das atividades do turno, de possíveis problemas e pontos críticos.

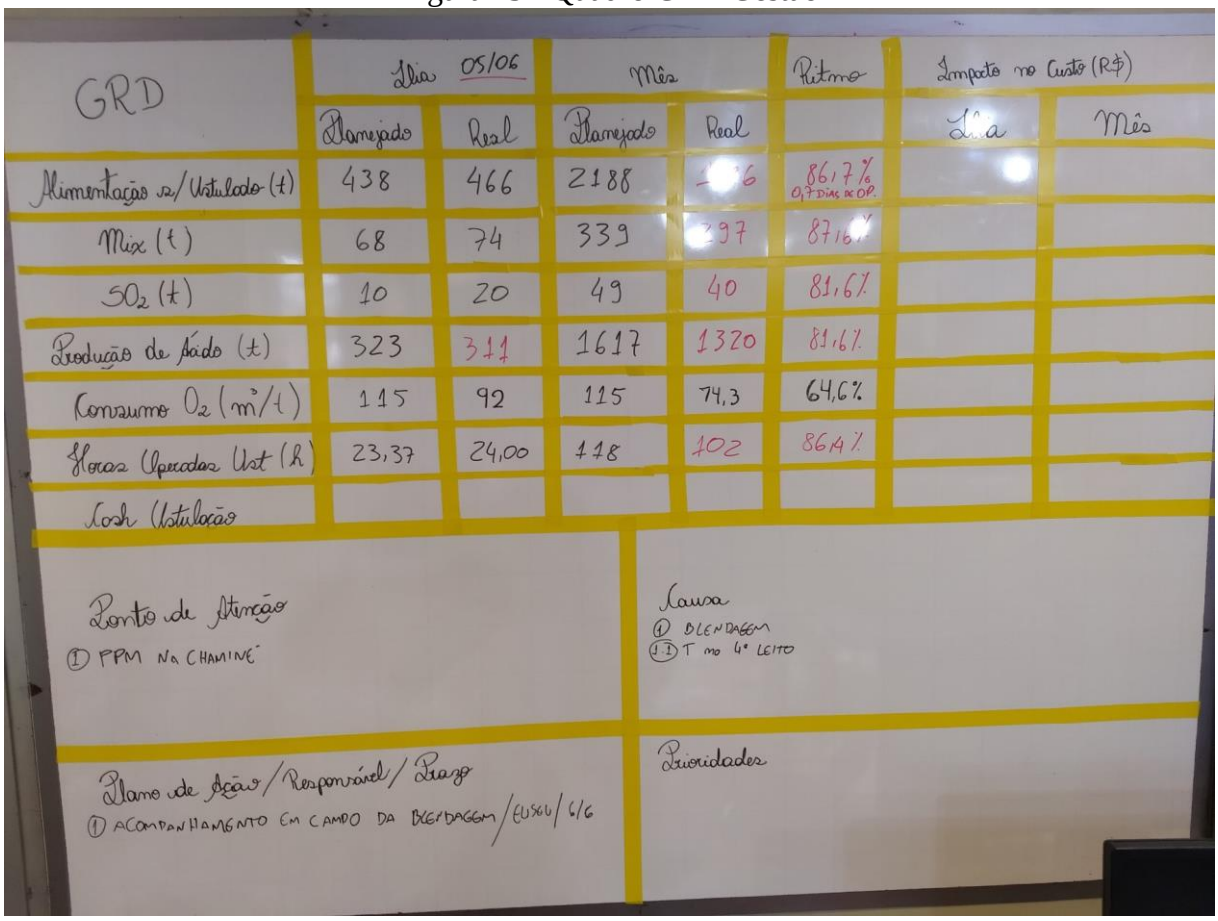
Figura 14 - Quadro GRD Ustulação



Fonte: Documento Interno da Empresa X

As reuniões que eram realizadas no turno da manhã contavam com a participação dos engenheiros e gerentes. Com a finalização dessa reunião esses gestores também possuíam uma rotina de reuniões onde os problemas mais complexos eram tratados. Além das tratativas, alguns controles diários também eram realizados pelos gestores, buscando controlar de forma mais abrangente os parâmetros operacionais e incluir controles financeiros. Nesse acompanhamento, pontos de atenção, causas de desvios de qualquer KPI, plano de ação com responsável e prazo e também atividades que devem ser priorizadas são destacadas, como pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 - Quadro GRD Gestão



Fonte: Documento Interno da Empresa X

3.4 ETAPA DE VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS (*CHECK*)

3.4.1 **RENDIMENTO DA USTULAÇÃO POR SETORES**

Cada área possui pontos específicos que precisam ser considerados, medidos e, principalmente, acompanhados. Como a parte central da produção é o forno ustulador, será abordado cada etapa até a chegada da disponibilidade final do forno.

Começando pela matéria prima, foi criado um mapa visual para os operadores terem ciência de onde cada qualidade de matéria prima estava posicionada no deposito e qual a porcentagem de cada material deveria ser utilizada representado pela Figura 16. Também foi criado um indicador com os KPI’s que devem ser medidos em todos os turnos (Figura 17), possuindo um campo para relato caso alguma das atividades apresentasse qualquer anomalia.

Figura 16 - Depósito de Concentrado

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Figura 17 - GRD Matéria Prima

GRD Materia Prima				
		Operador:	Operador:	Operador:
ITEM	Indicador	23h às 07h	07h às 15h	15h às 23h
1	Limpeza da Moega M -3			
2	Limpeza da Moega M -3A			
3	Limpeza e Inspeção da Peneira			
4	Limpeza do Separador Magnético			
5	Limpeza da Caixa de Passagem M-3 para M-4			
6	Limpeza da Caixa de Passagem M-4 para M-5			
7	Limpeza da Caixa de Passagem M-5 p/ Peneira			
8	Limpeza da Caixa de Passagem Peneira p/ M-6			
9	Limpeza da Caixa de Passagem M-6 para M-7			
10	Limpeza da Caixa de Passagem M-7 para M-8			
11	Limpeza da Caixa de Passagem M-8 para M-9			
12	Limpeza da Grade do Silo			
13	Raspagem do Galpão			
14	Fotes de Sujidades (7S)			

Fonte: Documento Interno da Empresa X

No final do turno o operador deveria preencher o quadro do GRD indicando quais as quantidades de cada um dos materiais foram processadas, ou seja, qual mistura ("*blend*") foi utilizada.

Para Produção do SO2 foi feito um controle de KPI's necessário para maximizar a produção, que deve ser preenchido de duas em duas horas, com a pressão e temperatura dos

compressores importantes para os processos. As medidas devem estar entre os valores recomendados e todo desvio deve ser anotado com o item especifico, o horário e qual foi a ação tomada para estabilizar o processo. Além desse controle, os operadores possuem uma lista de atividades críticas (Figuras 11 e 12) que deveriam ser realizadas todos os dias.

Assim como no setor do SO2, foi criado um controle com parâmetros adequados para a produção da Fábrica de Ácido (Figura 18), onde cada medição deve ser realizada no prazo adequado e cada desvio do valor deve ser relatado bem como a ação tomada para solucionar o problema.

Figura 18 - GRD Fábrica de Ácido

GRD Fábrica de Ácido																
		Data:		Operador:				Operador:				Operador:				
ITEM	Indicador	Parâmetros		00h	02h	04h	6h	08h	10h	12h	14h	16h	18h	20h	22h
1	Temperatura saída purificação	T.Mín. 30ºC	T.Max. 38ºC												
2	Temperatura de saída do 4º leito	T.Mín. 415ºC	T.Max. 435ºC												
3	Temperatura de entrada do 4º leito	415ºC	435ºC												
4	PPM na chaminé	-	250 PPM												
5	Vazão do Silicato de Sódio Concentrado	15	25												
6	Vazão do Silicato de Sódio Diluido	4000	5,5												
7	Teste da Vareta	Fazer Toda 2°Feira													
8	Peso do Bastão	Fazer Toda 2°Feira													
9	Purga KKK	0 ml	50 ml												
10	Purga Trocador 4	0 ml	30 ml												
11	Purgar Troc 1,2a,2b e 3	1 vez por turno													

ITEM	Desvio	AÇÃO

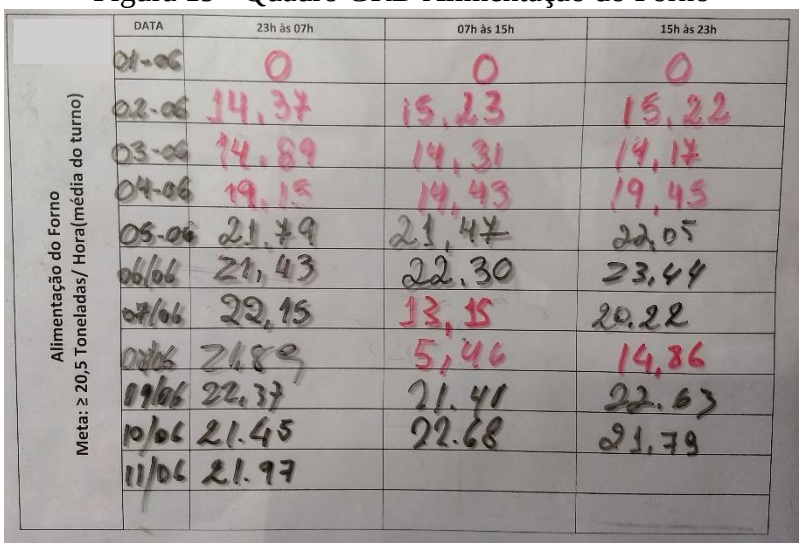
Fonte: Documento Interno da Empresa X

Para a caldeira foi gerado o mesmo conjunto de atividades que para os demais setores, já citados no tópico 3.3.2 “Controles e Monitoramentos”, com suas respectivas peculiaridades. Algumas das principais diferenças estão nos KPI’s que são mais relacionados a porcentagens químicas e volumes, e as atividades de regeneração de coluna que devem ser realizadas dentro de um limite de controle.

Por último, a alimentação do forno que garante o rendimento de produção, e que é utilizado no presente trabalho para medir a melhoria da produção com a utilização do GRD. Foram criadas atividades de rotina e atualizados os procedimentos de controle. Os operadores do forno de cada turno anotam o resultado do quadro (Figura 19) com a média de alimentação do forno durante seu turno. Se não houveram reduções da alimentação, a meta de 20,5 toneladas de média por turno atende as demandas de venda do zinco, e em caso de não cumprimento deve ser evidenciada a causa e ação tomada. Algumas causas com maior recorrência foram listadas para facilitar o preenchimento do quadro, conforme pode ser observado na Figura 20. Ainda

sobre o preenchimento do quadro, a Figura 21 demonstra como funciona o surgimento do Pareto. O Pareto, na forma adequada, posteriormente era lançado no sistema para serem feitas as devidas tratativas ou melhorias nos controles e procedimentos.

Figura 19 - Quadro GRD Alimentação do Forno

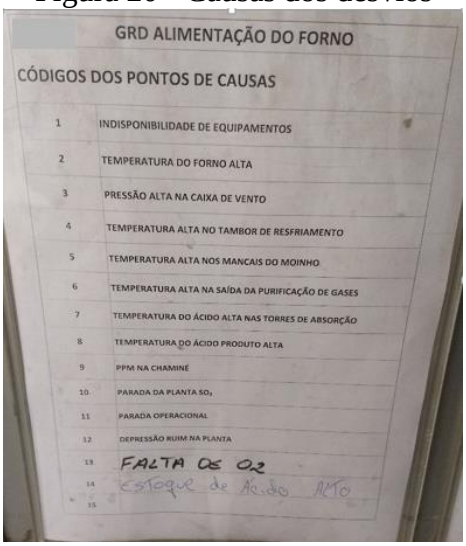


Alimentação do Forno
Meta: ≥ 20,5 Toneladas/ Hora(média do turno)

DATA	23h às 07h	07h às 15h	15h às 23h
01-06	0	0	0
02-06	14,37	15,23	15,22
03-06	14,89	14,31	14,17
04-06	19,15	14,43	19,45
05-06	21,79	21,47	22,05
06/06	21,43	22,30	23,44
07/06	22,15	13,15	20,22
08/06	21,89	5,46	14,86
09/06	22,37	21,41	22,63
10/06	21,45	22,68	21,79
11/06	21,97		

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Figura 20 - Causas dos desvios



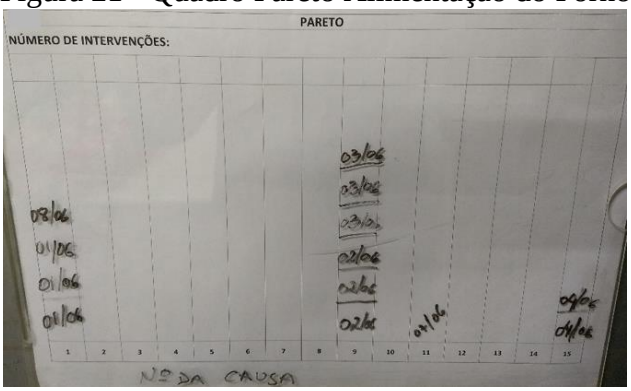
GRD ALIMENTAÇÃO DO FORNO

CÓDIGOS DOS PONTOS DE CAUSAS

1	INDISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS
2	TEMPERATURA DO FORNO ALTA
3	PRESSÃO ALTA NA CAIXA DE VENTO
4	TEMPERATURA ALTA NO TAMBOR DE RESFRIAMENTO
5	TEMPERATURA ALTA NOS MANCAIS DO MOINHO
6	TEMPERATURA ALTA NA SAÍDA DA PURIFICAÇÃO DE GASES
7	TEMPERATURA DO ÁCIDO ALTA NAS TORRES DE ABSORÇÃO
8	TEMPERATURA DO ÁCIDO PRODUTO ALTA
9	PPM NA CHAMINÉ
10	PARADA DA PLANTA SO_2
11	PARADA OPERACIONAL
12	DEPRESSÃO RUIM NA PLANTA
13	FALTA DE O2
14	Estoque de Ácido AMO
15	

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Figura 21 - Quadro Pareto Alimentação do Forno



Fonte: Documento Interno da Empresa X

Cada um desses controles e medições, são passados todos os dias durante cada uma das trocas de turno, onde cada operador responsável pelo setor anota em um quadro os resultados do seu turno. Antes de iniciar um novo turno, os operadores fazem uma reunião rápida de proximamente quinze minutos, onde as informações deixadas pelo turno anterior são divulgadas para todos os operadores do novo turno. Dessa forma dificuldades ou problemas ficam rasteados e ações corretivas são mais rápidas de serem tomadas.

3.5 ETAPA DE VERIFICAÇÃO DE AÇÃO (ACTION)

Nessa etapa, com o atingimento dos resultados esperados, foram feitas ações para contribuir com a criação e padronização dos novos procedimentos e rotinas de gestão.

3.5.1 **PADRONIZAÇÃO**

Inicialmente todos os procedimentos internos foram atualizados e disponibilizados em rede e nos respectivos setores. Foram feitos treinamentos baseados nos processos já atualizados ressaltando a importância de seguir os procedimentos e conhecer as contramedidas para cada situação.

A adequação da Gestão da Rotina Diária (GRD) no dia a dia dos funcionários, foi elaborada de forma a facilitar a criação de uma nova cultura na empresa. Dessa forma uma reunião de alinhamento e planejamento das atividades diárias, de proximamente quinze minutos, ficou fixada em toda troca de turno (troca de equipes) onde há um repasse da situação da ustulação no momento e quais atividades serão críticas, juntamente com um diálogo sobre segurança e meio ambiente.

Com a definição da gestão da rotina diária foi elaborado um quadro (Figura 22) oficial para controle com uma marcação de cores inspirado na metodologia Kaizen, onde marcações de cores demonstram a situação do setor. A cor verde representa que a situação está boa, ou seja, as medições estão dentro dos parâmetros esperados e sem problemas na planta. A cor amarela indica uma situação regular, onde ou os parâmetros estão oscilando ou existem problemas em equipamentos, necessitando de uma atenção especial. O vermelho por sua vez indica que a situação está ruim, necessitando de algum tipo de interferência ou manutenção além de não estar atingindo as metas esperadas.

Figura 22 - Quadro Gerenciamento da Rotina Ustulação

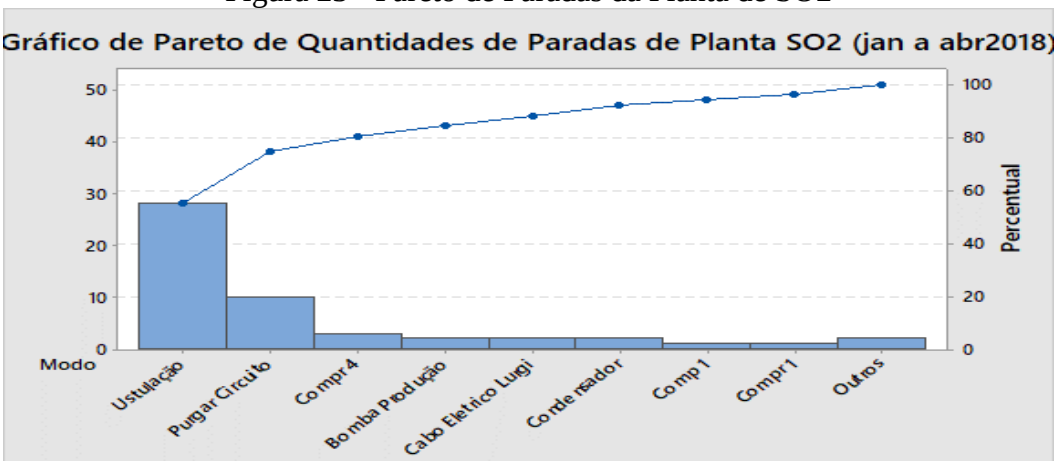
Fonte: Documento Interno da Empresa X

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS

A padronização dos processos e procedimentos, vinculados à gestão da rotina diária, possibilitaram que dificuldades técnicas mais recorrentes fossem observadas possibilitando assim a criação dos Gráficos de Pareto para que problemas com maior recorrência fossem tratados com prioridade.

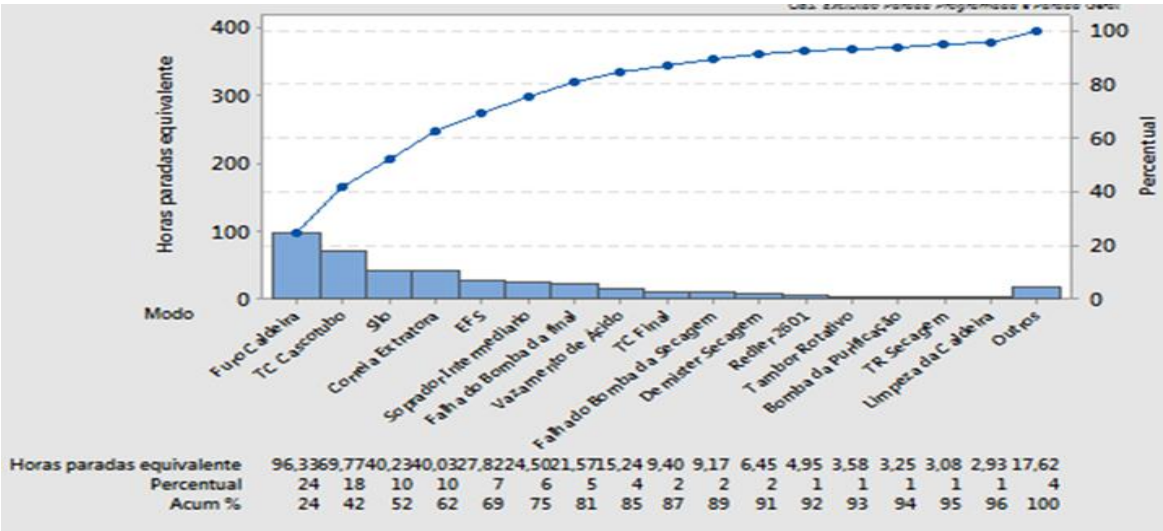
Figura 23 - Pareto de Paradas da Planta de SO2



Fonte: Documento Interno da Empresa X

As ferramentas de qualidade citadas no tópico 2.5 (Ferramentas da Qualidade), nortearam a forma de trabalho em busca da causa raiz das paradas de planta. Pode-se observar no gráfico da Figura 23, por exemplo, que o principal motivo das paradas da planta de SO2 eram causadas pelas paradas da ustulação, dessa forma, em busca de uma causa raiz que realmente solucionasse o problema, o gráfico de Pareto da Figura 24 mostra quais as principais falhas que causavam a redução de disponibilidade do setor da ustulação.

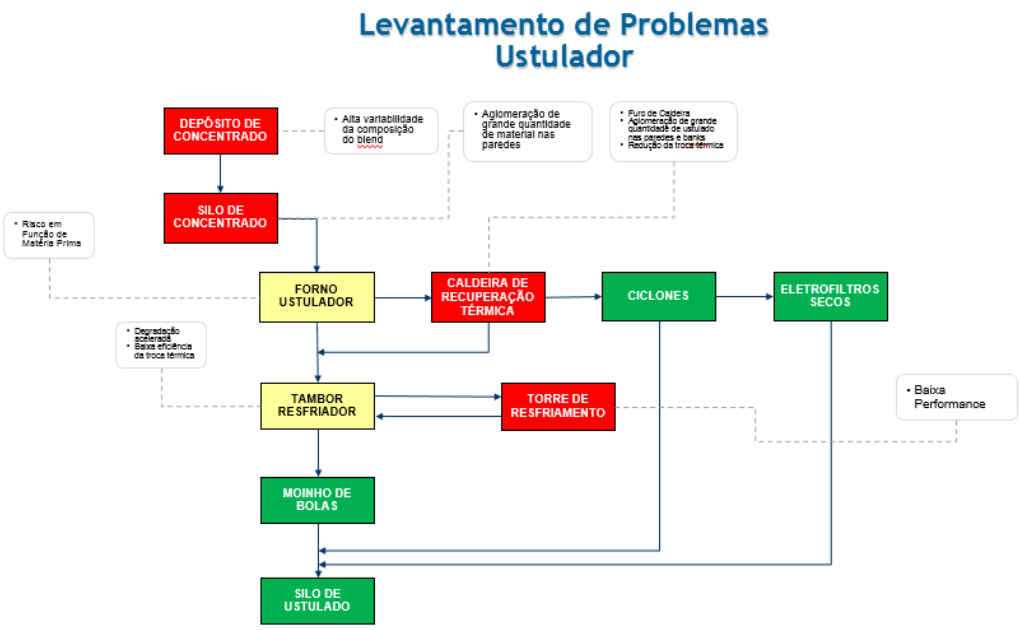
Figura 24 - Pareto de Horas Paradas da Ustulação



Fonte: Documento Interno da Empresa X

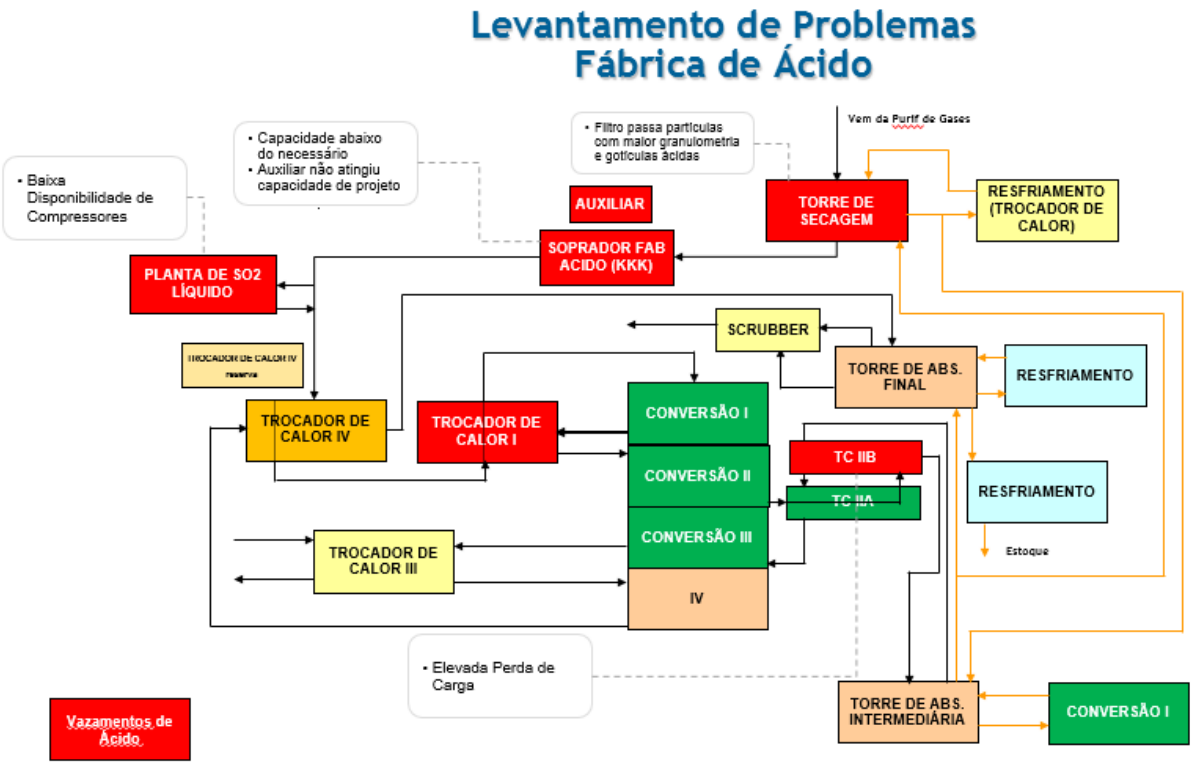
Além desses gráficos, toda analise que gerasse algum tipo de informação relevante era adicionada aos procedimentos quando necessário, além de um conjunto de treinamentos com os funcionários. Diagramas com os passos seguidos para o levantamento de problemas da área também foi elaborado. A Figura 25 apresenta o Diagrama de Árvores para o Ustulador e a Figura 26 um exemplo de diagrama da fábrica de ácido.

Figura 25 - Diagrama de Árvore Ustulador



Fonte: Documento Interno da Empresa X

Figura 26 - Diagrama de Árvore Fábrica de Ácido



Fonte: Documento Interno da Empresa X

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com a utilização do gerenciamento da rotina diária a partir de maio de 2018 foram obtidos resultados positivos para a disponibilidade da planta. Para avaliar esses resultados de disponibilidade segue para comparação a Tabela 1, de disponibilidade em 2017.

Tabela 1 - Disponibilidade do Ustulador em 2017

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Calendário	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Dias Operados	30,04	19	28	28	28	24	30,24	28,67	23,31	1	24,39	29,65	Média
Disponibilidade	97%	68%	90%	93%	90%	79%	98%	92%	78%	3%	81%	96%	80%

Fonte: Documento Interno da Empresa X

A variação brusca de dias operados em outubro tem como justificativa a parada planejada de planta para limpeza do forno. A parada foi planejada com um prazo de 20 (vinte)

dias, mas houveram atrasos completando um total de 30 dias. Nessa parada de planta, diversas manutenções nos vários setores da planta foram realizadas.

Com a aplicação do gerenciamento da rotina diária, do mapeamento de processos e maior controle dos mesmos, foi possível projetar que a parada de planta fosse dividida em duas etapas, uma em março e outra em outubro, ambas etapas com um prazo de 10 (dez) dias, distribuindo atividades críticas entre as duas. A limpeza das paredes do forno ficando planejada para a segunda parada e utilizando a primeira parada, em março, para procedimentos mais simples de manutenção, além de permitir a verificação de equipamentos críticos do processo.

Tabela 2 - Disponibilidade do Ustulador em 2018

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Calendário	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Dias Operados	29,27	25,62	24,15	29,35	27,46	28,24	28,27	28,91	28,26	24,12	27,43	27,288	Média
Disponibilidade	94%	92%	78%	98%	89%	94%	91%	93%	94%	78%	91%	88%	90%

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Analisando os dados de disponibilidades obtidos em 2018, Tabela 2, onde a estratégia de dividir a parada de planta foi empregada, foi possível avaliar que a melhora nos procedimentos permitiu que a planta funcionasse de maneira vantajosa, permitindo que a limpeza da parede do forno fosse mais fácil, uma vez que o processo sendo realizado de maneira mais assertiva reduziu as incrustações e o acumulo de material no forno. Verificou-se também um aumento da disponibilidade total media da planta atingindo um patamar de 90%, superando o 80% obtido em 2017.

Com a GRD fazendo cada vez mais parte da cultura da empresa, e levando em consideração os resultados obtidos por ela, foi planejado para que o projeto continuasse, durante o ano de 2019, seguindo como meta o processo de melhoria continua do mesmo. Na Tabela 3 - Disponibilidade do Ustulador em 2019Tabela 3 pode-se observar a disponibilidade do primeiro trimestre de 2019.

Tabela 3 - Disponibilidade do Ustulador em 2019

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Calendário	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Dias Operados	30	27	30	27,5	30,5								Média
Disponibilidade	97%	96%	97%	92%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	96%

Fonte: Documento Interno da Empresa X

A Tabela 4, mostra de forma resumida as disponibilidades médias de cada mês, dos anos de 2017 a 2019. Pode-se observar que o aumento da disponibilidade mensal foi significativo e que a melhora dos processos possibilitou uma gerencia superior no planejamento das paradas de planta. Especificamente no mês de outubro de 2017, a parada de planta precisou de 30 dias, representando uma queda significativa da produção. Em 2018, por sua vez, a parada foi dividida nos meses de março e outubro, resultando uma produção média 358 toneladas, com um total de 716 toneladas. Fazendo a comparação com o ano de 2017, a produção de março e outubro totalizou 429. A melhora de 2017 para 2018 foi de 287 toneladas. Esses valores de produção média são mostrados na Tabela 5.

Tabela 4 - Resumo da Disponibilidade

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Disponibilidade
2019	97%	96%	97%	92%	98%	-	-	-	-	-	-	-	96%
2018	94%	92%	78%	98%	89%	94%	91%	93%	94%	78%	91%	88%	90%
2017	97%	68%	90%	93%	90%	79%	98%	92%	78%	3%	81%	96%	80%

Fonte: Documento Interno da Empresa X

Tabela 5 - Produção média em toneladas

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2019	450	450	450	425	450	-	-	-	-	-	-	-	445
2018	434	421	358	450	407	433	419	429	433	358	421	405	414
2017	450	314	415	430	415	362	450	423	358	14	372	440	370

Fonte: Documento Interno da Empresa X

A utilização da GRD possibilitou que produção média mensal ficasse mais continua em um padrão superior de produtividade, com menores oscilações que eram causadas principalmente por não conformidades nos processos e por paradas corretivas. A adequação de processos possibilitou uma maior estabilidade para a planta, permitindo assim um planejamento mais preciso para as paradas preventivas e por consequência uma produção sem interrupções.

Como evidenciado na Tabela 4 e na Tabela 5, o objetivo de aumentar a disponibilidade de produção da Ustulação em 10%, bem como manter um rendimento de planta de 450 toneladas por dia, não só foram atingidos, como foram superados. Utilizando como base a média anual em toneladas, observa-se que de 2017 para 2018 houve um aumento de produção de 10%, e de 2018 para 2019 um aumento de 8%. Considerando que o valor médio de 2019 se mantenha para os demais meses do ano, um aumento esperado de 17% em relação ao ano de 2017. Uma vez que de 2019 os dados são exclusivos do primeiro trimestre, pode-se fazer uma comparação com o primeiro trimestre de 2017 e 2018, onde o aumento da produção foi de 13% e 10% respectivamente.

Ainda sobre os objetivos alcançados pelo trabalho, a disponibilidade da planta atingiu o objetivo de 10% de 2017 para 2018, e uma expectativa de melhora de 6% de 2018 para 2019. Tendo em vista que não houveram investimentos em contratação de mão de obra adicional e nem em qualquer tipo de maquinário, esse aumento da disponibilidade e de produção representa um aumento direto no lucro.

A nova rotina da operação passou a ser presente no cotidiano do setor e o preenchimento dos dados (preenchimento do GRD) necessários para continuidade do projeto se tornou enraizada na área de Ustulação, facilitando a continuidade do projeto bem como a utilização do PDCA, possibilitando desta forma a melhoria continua.

5. CONCLUSÕES

O preço do minério operado mundialmente é tabelado pela *London Metal Exchange* (LME). Dessa forma as metalúrgicas para atingirem maiores lucros precisam operar de forma a reduzir custos de produção e maximizar a qualidade final do produto, agregando valor no produto final, por meio do bônus comumente chamado de "prêmio". Nesse cenário, uma metalúrgica que não possui uma mina própria, trabalhando com toda matéria prima importada possui uma desvantagem logística evidente.

O planejamento proposto para aumentar os lucros no cenário descrito parte da ideia de aumentar a disponibilidade de operação, desse modo permitindo que maiores quantidades sejam produzidas. Para isso os processos de produção precisam funcionar de maneira correta e com o menor número de falhas e paradas para manutenção corretiva ou preventiva.

O objetivo do trabalho foi reduzir o tempo total de parada de planta em 10% utilizando o gerenciamento da rotina, como metodologia de qualidade. Por meio de ações nos diversos setores e com a atualização dos procedimentos operacionais e criação de rotinas de atividades especificas para cada etapa do processo produtivo, obteve-se a diminuição de falhas e a redução do número de não conformidades.

O processo de implementação e execução seguiu a metodologia do PDCA, fazendo a melhoria ser cíclica e continua. Utilizando essa metodologia foi necessário trabalhar numa mudança cultural da empresa, visando que as novas rotinas de trabalho fossem treinadas e absorvidas pela força de trabalho. Nas etapas do processo produtivo, onde ocorreram modificações, foram criados procedimentos e realizados os treinamentos para que a nova dinâmica fosse introduzida e adaptada a realidade do trabalho.

O desenvolvimento do trabalho destaca como a aplicação da gestão da rotina diária em conjunto com o PDCA permitiram o aumento da disponibilidade em dias do setor da ustulação em 10%. De forma mais especifica, a meta de atingir um padrão operacional com um rendimento de planta de 450 toneladas por dia de alimentação, padrão obtido sem investimentos em maquinas ou em contração de mão de obra.

A partir dos resultados obtidos na área da Ustulação, o projeto "GRD" ficou muito famoso dentro da empresa e passou a ser difundido entre as demais áreas para que aumentasse a produtividade total da empresa com a utilização do PDCA e da gestão da rotina diária. A Ustulação passou a ser referência na implantação do projeto e modelo de resultado esperados.

Por último, mas não menos importante, a gestão da rotina diária apesar de exigir uma certa dedicação com treinamentos e com a mudança na cultura da operação, fator que impacta diretamente na rotina do operador, possibilita uma melhora significativa no acompanhamento dos processos e na solução de problemas. Essa ferramenta utilizada em conjunto com o PDCA possibilita ainda, uma metodologia eficiente na resolução de problemas e na criação de procedimentos adequados de produção. Esses fatores alinhados com o baixo ou inexistente investimento, apresentam-se como uma excelente opção para aumentar produtividade, eficiência e por consequência o lucro das empresas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. 1 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2012

BALARINI, J.C. Estudo cinético do ustulador de zinco da Votorantim metais: Mecanismo não catalítico associado à caracterização e à determinação de tempos de residência. Belo Horizonte, UFMG, 2009.

BARROS, Aidil J. da S.; LEHFELD, Neide Aparecida de S. Fundamentos de metodologia científica. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BARBOSA, N. L.; CASTRO, S. I. M.; ELIAS, S. J. B.; TUBINO, D. F. Análise dos processos de manutenção preventiva de elevadores: uma abordagem Lean. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Belo Horizonte, 2011.

BERVIAN, P. A.; CERVO, A. L.; SILVA, R. Metodologia Científica. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BIAZZO, S., Approaches to business process analysis: a review. Business Process Management Journal, Vol.6 N°2, 2000.

BULGACOV, Sérgio. (org). Manual de gestão empresarial. São Paulo: Atlas. 1999

DAL FORNO, Ana Júlia; FORCELLINI, Fernando; ROZENFELD, Henrique; KIPPER, Liane; PEREIRA, Fernando. O impacto das práticas do Desenvolvimento Enxuto de Produtos no desempenho das grandes empresas do setor automotivo. Porto Alegre: Produto & Produção, 2014. v. 15, n.4, p. 17-28.

CASTRO, T. F. Estudo e prática da metodologia de gerenciamento da rotina no setor de manutenção da MRS Logística S/A. Trabalho de Conclusão de Curso. Juiz de Fora, 2011

CARPINETTI, L. C. R. Gestão da Qualidade Conceitos e Técnicas. 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2016.

CAMPOS, V. FALCONI. TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CAMPOS, V. FALCONI. Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira. Belo Horizonte, MG: Fundação Cristiano Otoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1990.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001

CAMPOS, V. F. Qualidade Total – Padronização de Empresas. Nova Lima. INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia a dia – 9. Ed. Nova Lima: FALCONI Editora, 2013.

CAMPOS, L. M. F. Administração estratégica: planejamento, ferramentas e implantação. Curitiba: InterSaberes, 2016 (administração Estratégica)

DEVELIN, N. Kaizen II: acelerando a melhoria contínua, uma corrida sem linha de chegada. São Paulo: IMAM, 1995

IMAI, M. Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. New York, USA: McGraw Hill (1986).

IMAI, M. Gemba Kaizen: A Commonsense, Low Cost Approach to Management, McGraw Hill,

New York, USA (1997).

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de Pesquisa. Série Educação a Distância. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação. Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre. 2009.

JURAN, J. M. A qualidade desde o projeto. 2ª ed, São Paulo: Pioneira, 1997

LOBO, Renato Nogueirol. Gestão da qualidade. São Paulo: Érica, 2010.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MIGUEL, P. A. C. (org.). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012

MELLO, Carlos H. P. Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000. Dissertação de Mestrado, Itajubá: EFEI, 1998.

MOURA, L. R. Qualidade simplesmente total: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark ed 1997.

MOREIRA, E. L. M. Análise da implementação da manutenção produtiva total na área de estamparia em uma empresa do setor automobilístico. São Paulo: UNITAU, 2003.

NEVES, T. F. Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

OHNO, Taiichi (1988) O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997 (edição norte-americana de 1988 e primeira edição japonesa de 1978).

ORTIZ, Chris A. Kaizen e implementação de eventos Kaizen. Tradução de Luiz Claudio de Queiroz Faria. Revisão técnica de Altair Flamarion Klippel. Coordenação e supervisão de José Antonio Valle Antunes Jr.1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 167 p.

SANTOS, Edilene Galdino dos; LIMA, Izabel França de; ABRANTES, Mônica Paiva Santos de. Gerenciamento da rotina diária em unidades de informação.

SANTOS, Andréia Miranda dos. Gerenciamento da rotina: implantação em uma indústria eletrônica. Monografia (Curso de Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.

SHINGO, S. Sistema Toyota de produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SILVA, J. A.. Apostila de Controle da Qualidade I, Juiz de Fora: UFJF, 2006.

SOUZA, R. Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte. 1997. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUSA, V. Sistema de gestão da qualidade. Repositório Comum. 2012.

SMADI, S.A. Kaizen strategy and the drive for competitiveness - challenges and opportunities. Competitiveness Review: an International Business Journal, v.19, n.3, pp. 203-211, 2009.

SOBECK II. DK; SMALLEY, A. Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2010

STEWART, Thomas A. Capital intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas. Rio de Janeiro: 11. ed. Campus, 1998.

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A; MERGULHÃO, Qualidade – Gestão e Métodos. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2017.

ULRICH, Dave. Recursos humanos estratégicos: novas perspectivas para os profissionais de RH. São Paulo: Futura, 2000.

VILLELA, Cristiane S. S., Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 6. ed. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

WOOD JR., T.; CURADO, I. B.; CAMPOS, H. M. Vencendo a crise: mudança organizacional na Rhodia Farma. In: WOOD Jr., T. (coord.). Mudança organizacional: aprofundando temas atuais em administração de empresas. São Paulo: Atlas, 1995.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 12 de novembro de 2020.

Ilsid Carneiro Carvalho	201349133
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Carvalho	117 886 176 73
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.