

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

LUCAS POSSAMAI DELLA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *KAIZEN* PARA REDUZIR O REFUGO
INERENTE AO PROCESSO NO CORTE DE BARRAS EM UMA SEÇÃO DE
USINAGEM**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

LUCAS POSSAMAI DELLA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *KAIZEN* PARA REDUZIR O REFUGO
INERENTE AO PROCESSO NO CORTE DE BARRAS EM UMA SEÇÃO DE
USINAGEM**

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

Orientador: Msc. Wanderson S. Paris

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *KAIZEN* PARA REDUZIR O REFUGO INERENTE AO PROCESSO NO CORTE DE BARRAS EM UMA SEÇÃO DE USINAGEM

Esta monografia foi apresentada no dia 31 de outubro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Lucas Possamai Della apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Msc. Wanderson S. Paris
Orientador

Msc. Sérgio Zagonel
Banca

Msc. Egon Bianchini Calderari
Banca

Dra. Luciana Vieira de Lima
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente à minha esposa Nayadie por estar ao meu lado em todos os momentos e aos meus pais, Rosalino e Eliane, pelos valores e crenças ensinados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à toda minha família pelo suporte e apoio em todos os momentos da minha vida, em especial a minha esposa Nayadie Jorge Lóh, meus pais Rosalino Possamai Della e Eliane Fontanella Possamai Della e minha irmã Luana Possamai Della.

À empresa WEG Equipamentos Elétricos S.A. por investir no desenvolvimento de seus colaboradores e ao meu gerente Marcelo Jorge Winter pela oportunidade de realizar este curso e pelo incentivo a constante evolução.

Ao meu orientador Professor MSc. Wanderson S. Paris pela disponibilidade e apoio na realização deste projeto de monografia.

E por fim, a todos os professores da universidade e colegas desta turma de pós-graduação, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação e obtenção de novos conhecimentos.

“Se faltam máquinas, você pode comprá-las; se não há dinheiro, você toma emprestado; mas homens você não pode comprar nem pedir emprestado; e homens motivados por uma ideia são a base do êxito”

Eggon João da Silva

RESUMO

DELLA, Lucas Possamai. **Aplicação da metodologia Kaizen para reduzir o refugo inerente ao processo no corte de barras em uma seção de usinagem.** 2020. 33 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Como consequência do crescente aumento de competitividade entre as empresas, a identificação e redução das perdas e desperdícios de processos se tornaram cruciais para redução de custos e garantir vantagens competitivas para estas empresas. Neste sentido, o *Kaizen* é uma filosofia de extrema importância para garantir o aperfeiçoamento contínuo e o combate aos desperdícios da Manufatura de Classe Mundial, também conhecida como WCM. O presente estudo tem como objetivo geral identificar possibilidades de redução de desperdícios no processo de corte de barras em uma seção de usinagem, onde o refugo inerente ao processo se destaca como mais relevante. Para realizar este estudo, se fez necessário: mapear o processo atual de corte de barras, analisar os dados e aplicar as ferramentas do *Kaizen* para identificar e implantar melhorias. Após essa etapa, foi possível identificar que o principal motivo pelo elevado desperdício, média anual R\$555.361, estava relacionado ao comprimento padrão das barras utilizadas no processo, pois não garantiam um bom arranjo físico do processo de corte e haviam muitas sobras após esta operação. Depois de tomar algumas ações voltadas para o procedimento de execução da atividade e redefinição do comprimento padrão de 3 das 6 barras utilizadas no processo, foi possível reduzir R\$396.780 do desperdício com refugo inerente ao processo destes materiais. Para este projeto foi utilizado o tipo de pesquisa quantitativo-descritivo e aplicado uma metodologia para determinar a natureza do problema. O estudo de caso foi extremamente importante para reforçar a necessidade de as empresas adotarem a melhoria contínua e o mapeamento das perdas e desperdícios do seu processo como algo usual e rotineiro, pois somente assim, consegue-se identificar e mensurar as perdas para o desenvolvimento de projetos de redução de custo com grande impacto nos resultados da organização.

Palavras-chave: Manufatura de Classe Mundial. Melhoria Contínua. *Kaizen*.

ABSTRACT

DELLA, Lucas Possamai. **Application of the Kaizen methodology to reduce the scrap inherent in the process of cutting bars in a machining section.** 2020. 33 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

As a consequence of the increasing competitiveness among companies, the identification and reduction of losses and waste of processes have become crucial for reducing costs and guaranteeing competitive advantages for these companies. In this sense, *Kaizen* is a philosophy of the utmost importance to ensure continuous improvement and combating waste from World Class Manufacturing, also known as WCM. The present study has the general objective of identifying possibilities for reducing waste in the process of cutting bars in a machining section, where the waste inherent in the process stands out as the most relevant. To carry out this study, it was necessary: to map the current bar cutting process, analyze the data and apply the *Kaizen* tools to identify and implement improvements. After this step, it was possible to identify that the main reason for the high waste, annual average R\$555.361, was related to the standard length of the bars used in the process, as they did not guarantee a good physical arrangement of the cutting process and there were many leftovers after this operation. After taking some actions aimed at the procedure for carrying out the activity and redefining the standard length of 3 of the 6 bars used in the process, it was possible to reduce R\$396.780 with scrap inherent in the process of these materials. For this project, the type of quantitative-descriptive research was used and a methodology was applied to determine the nature of the problem. The case study was extremely important to reinforce the need for companies to adopt continuous improvement and the mapping of losses and waste in their process as something usual and routine, because only then, it is possible to identify and measure losses for the development of cost reduction projects with great impact on the organization's results.

Keywords: World Class Manufacturing. Continuous improvement. *Kaizen*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do WCM: pilares técnicos e gerenciais	14
Figura 2 - Fases de implantação do WCM	15
Figura 3 - Sistemática do WCM	15
Figura 4 - Hierarquia na resolução de problemas	16
Figura 5 - Exemplo de refugo inerente ao processo	23
Figura 6 - Barra bruta aguardando o corte	23
Figura 7 - Sobras do processo de corte que serão refugadas	24
Figura 8 - Comprimentos cortados. a) Barra item 10967343; b) Barra item 11701733	26
Figura 9 - Comprimentos cortados. a) Barra item 11701035; b) Barra item 10323675	27
Figura 10 - Comprimentos cortados. a) Barra item 10323674; b) Barra item 10323671	28
Figura 11 - Procedimento para controle das sobras de barras	29
Figura 12 - Arquivo de controle das sobras	29

LISTA DE FLUXOGRAMAS / GRÁFICOS / TABELAS

Fluxograma 1 - Etapas do projeto	22
Gráfico 1 - Pareto de refugo das barras	25
Quadro 1 - Os 10 mandamentos do <i>Kaizen</i>	19
Tabela 1 - Detalhamento das principais barras refugadas	26
Tabela 2 - Proposta e previsão de ganhos	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL	13
2.1.1 Pilar Melhoria Focada	16
2.2 MELHORIA CONTÍNUA	18
2.2.1 <i>Kaizen</i>	19
3 PROCECIMENTOS METODOLÓGICOS	21
3.1 PRIORIZAÇÃO E COLETA DE DADOS	22
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE RESULTADOS	25
4.1 SITUAÇÃO ATUAL	25
4.2 ANÁLISE GRÁFICA	26
4.3 SITUAÇÃO PROPOSTA	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da competitividade entre as empresas, tanto a nível nacional quanto mundial, as empresas necessitam buscar meios para reduzir os seus custos de fabricação e obter vantagens competitivas. Corrêa Netto e Vieira (2008) informam que um dos principais meios para reduzir os desperdícios do processo e consequentemente os seus custos é o *Kaizen*.

Ainda segundo Corrêa Netto e Vieira (2008), o *Kaizen* é uma filosofia mundialmente conhecida e largamente aplicável em pequenas e grandes organizações. A sua essência está no contínuo aperfeiçoamento do processo e, a cada melhoria implantada, é capaz de criar um novo padrão como referência. Partindo-se deste pressuposto, se faz necessário iniciar um estudo para identificar melhorias e reduzir desperdícios no processo de corte de barras em uma seção de usinagem.

Nesta etapa de corte das barras, há um desperdício elevado no que diz respeito ao refugo inerente ao processo. Este tipo de refugo se caracteriza pela diferença entre o que é estruturado na lista técnica do produto e o que é consumido na prática. A partir de uma barra bruta de 6.000mm de comprimento, por exemplo, consegue-se cortar e produzir 2 eixos com comprimento médio de 2.500mm, o que gera uma sobra de 1.000mm. Esta sobra resultante dos cortes normalmente é refugada, pois não haverá necessidade de um outro eixo com comprimento tão pequeno.

Este estudo é relevante para empresa, pois durante a implantação do WCM (*World Class Manufacturing*), e análise das suas matrizes que contabilizam as perdas e desperdícios por área produtiva, ficou evidente que o refugo inerente ao processo é um dos principais desperdícios da seção de usinagem e precisa de uma atenção especial.

O presente trabalho tem como objetivo geral identificar possibilidades de redução de desperdício e melhorias no processo de corte de barras na seção de usinagem. Para tanto, tais objetivos específicos foram traçados para guiarem este estudo: mapear o processo atual de corte de barras, analisar, por meio das ferramentas do *Kaizen*, as possibilidades de redução de desperdício e, por fim, descrever as possibilidades de melhoria para reduzir o refugo inerente ao processo.

Um estudo de caso é aplicado pela necessidade de entender o problema e os fatores envolvidos para que ele ocorra. Dessa forma, deve-se utilizar uma abordagem quantitativa do problema para coletar e analisar os dados disponíveis e descrever as soluções aplicáveis.

A estrutura deste trabalho é constituída pelos seguintes elementos: um capítulo sobre o referencial teórico, onde serão apontados elementos essenciais para a redação da revisão da

literatura; posteriormente, serão apresentadas instruções acerca dos procedimentos metodológicos; na sequência, serão destacadas informações pertinentes a apresentação e análise dos dados e, por fim, são apresentadas as considerações finais e conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será realizada a revisão da literatura e abordado conceitos sobre a manufatura de classe mundial, princípios e as suas principais ferramentas. O pilar melhoria focada também será abordado junto com uma breve explanação sobre importância da metodologia Kaizen nos processos de melhoria contínua e redução de desperdícios.

2.1 MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL

De acordo com Passarella (2007), a Manufatura de Classe Mundial, mais comumente conhecida como WCM (*World Class Manufacturing*), segue técnicas baseadas nos princípios da produção enxuta formando um conjunto de conceitos, princípios e políticas que são utilizadas no gerenciamento de processos operacionais de uma empresa. Yamashina (2000), acrescenta dizendo que o WCM é um sistema em que se pretende analisar os problemas e suas perdas relacionadas, para assim, determinar um método para reduzir tais perdas e controlar os resultados.

A Manufatura de Classe Mundial tem como objetivo desenvolver o sistema de produção da organização por meio do envolvimento das pessoas e aplicação de métodos e ferramentas, sendo também considerado como instrumento de gestão. Este sistema de gestão tem como base a metodologia de atividades criadas pela indústria japonesa após a segunda guerra mundial e nos resultados obtidos para a organização da produção (BRAGA, DE CASTRO e FRANCO, 2016).

Segundo Schonberger (1986), as empresas que utilizam os princípios do WCM como base de sua manufatura, tendem a ter um aumento de competitividade e de desempenho e assim conquistam maiores fatias de mercado.

Hayes e Wheelwright introduziram o termo Manufatura de Classe mundial em 1984 descrevendo as capacidades desenvolvidas pelas empresas da Alemanha e Japão ao entrarem na disputa por mercados de exportação. Schonberger abordou este mesmo termo em 1986 no seu livro *World Class Manufacturing* onde considerou que as práticas de *Just-in-Time* e qualidade total poderiam possibilitar qualquer companhia na redução do tempo de processo e ser uma empresa de Manufatura de Classe Mundial (CORTEZ, et al., 2010).

O *World Class Manufacturing*, de acordo com Rubrich (2004), deve ser implementado em todos os níveis da fábrica, tendo como premissa básica o comprometimento desde a alta

diretoria até o operador de produção. Toda a cadeia produtiva sofre alguma transformação, enfatizado pelo aumento da produtividade, eliminação de refugo, aumento de qualidade e satisfação do cliente.

Cortez *et al.* (2010), menciona que, desde o seu surgimento, o WCM já teve uma série de revisões promovidas pela Associação Mundial do WCM (associação das empresas que aplicam o programa) e que a estrutura atual tem como base 10 pilares com cunho técnico e outros 10 pilares com cunho gerencial, como pode ser verificado na Figura 1. Os pilares técnicos têm o objetivo de eliminar os desperdícios e os gerenciais sustentam e apoiam os pilares técnicos na obtenção dos resultados.

Passarella (2007), complementa informando que os pilares técnicos estão ligados à produção onde se estrutura a Manufatura de Classe Mundial. Estes pilares possuem objetivos específicos que devem ser levados em consideração e implantados na empresa para desenvolver o sistema. Cada objetivo é detalhado e estruturado em sete passos para delimitar o curso de sua implantação. Os passos iniciais, geralmente os 3 primeiros, corrigem os problemas de forma reativa, já os 2 seguintes passos possuem um caráter preventivo, e por fim, nos últimos passos é incluído o aspecto proativo para se antecipar no aparecimento de problemas.

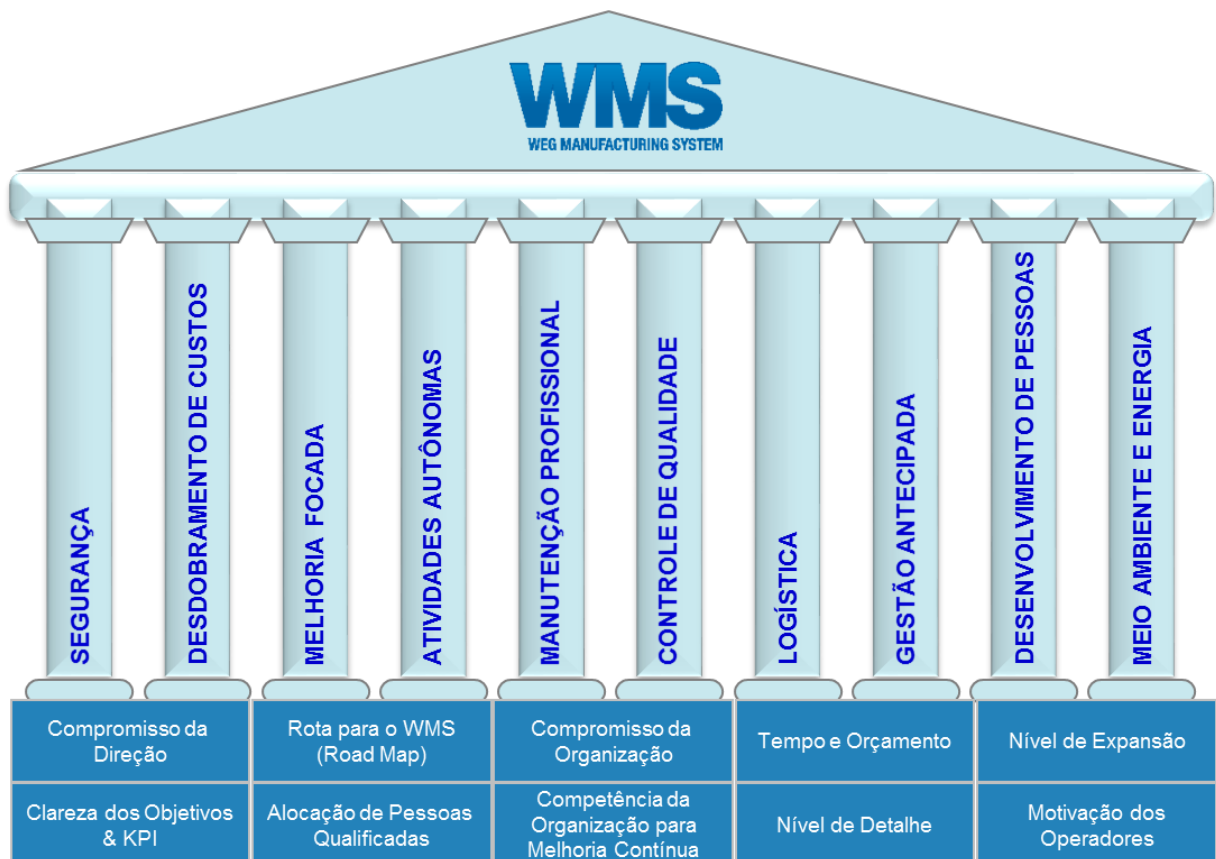


Figura 1 - Estrutura do WCM: pilares técnicos e gerenciais
Fonte: material interno WEG (2020) apud Passarella (2007).

Os 10 pilares técnicos, segundo Cortez *et al.* (2010), referem-se aos aspectos da produção e formam a estrutura do WCM. A prática é baseada em uma metodologia com 7 passos, os quais compreendem as fases reativas, preventivas e proativas. Na Figura 2 apresenta-se a ilustração dessas fases e os passos correspondentes.



Figura 2 – Fases de implantação do WCM

Fonte: material interno WEG (2020) apud Cortez *et al.* (2010).

De forma sucinta, Cortez *et al.* (2010) cita que os 7 passos, também ditos como *steps*, podem ser explicados da seguinte forma:

- Passo 1: identificar que problemas precisam ser resolvidos;
- Passo 2: detectar onde estão os problemas;
- Passo 3: priorizar os problemas com base ao *Cost Deployment*;
- Passo 4: analisar os problemas e escolher os métodos corretos;
- Passo 5: implementar as soluções com rigor;
- Passo 6: avaliar os resultados atingidos contra o objetivo original;
- Passo 7: padronizar e expandir.

Nos materiais de treinamento e divulgação da empresa WEG também é apresentada na Figura 3 o esquema de como a estrutura do WCM funciona e atua na redução sistemática de perdas e desperdícios com o envolvimento de todos os níveis da empresa.

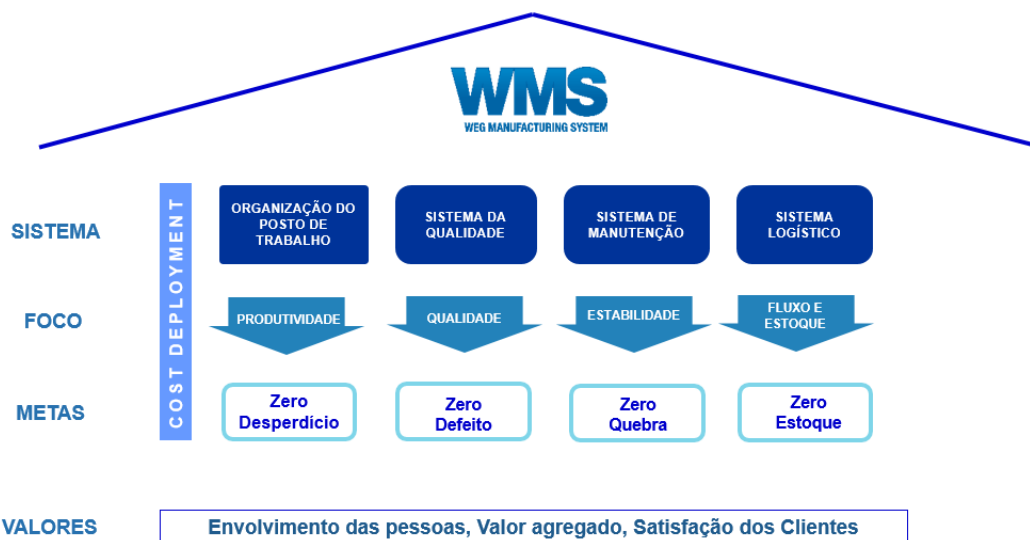


Figura 3 - Sistemática do WCM

Fonte: material interno WEG (2020).

2.1.1 Pilar Melhoria Focada

Dentro dos 10 pilares técnicos da Manufatura de Classe Mundial, Longhi (2017), destaca que o pilar Melhoria Focada atua de forma objetiva na eliminação das principais perdas levantadas pelo pilar *Cost Deployment* e tem como missão gerenciar o conhecimento das ferramentas e métodos aplicados. Este pilar tem forte impacto sobre os principais indicadores de performance da fábrica e seus projetos resultam em economias significativas.

Segundo Corrêa Netto e Vieira (2008), o pilar tem como princípio focar na resolução de problemas específicos e identificáveis que se propõem a obter resultados em curto prazo, tendo como benefício redução de custos devido às perdas e os desperdícios. São aplicadas técnicas, ferramentas e métodos para a solução de problemas interligados com as causas de cada problema estudado. A partir do momento em que as causas raízes são identificadas e eliminadas, é estabelecido um novo padrão para garantir e manter os resultados obtidos e provocar à melhoria contínua.

Com o uso dos conceitos em torno do pilar melhoria focada, cria-se na indústria uma bagagem de conhecimento e respeito em relação à aplicação dos métodos e das ferramentas. O pilar, através das áreas iniciais de implantação, ajuda no desenvolvimento do conhecimento dos métodos de melhoria sistêmica juntamente com outros pilares diretamente envolvidos (LONGHI, 2017).

Como já comentado, Corrêa Netto e Vieira (2008) dizem que, para solucionar os problemas mais simples utilizam-se um grupo de ferramentas que se diferencia das ferramentas empregadas quando se trata de uma questão crônica. O pilar melhoria focada possui uma hierarquia de resolução de problemas, onde a complexidade do problema é de suma importância na escolha da ferramenta mais adequada, como pode ser visualizado na Figura 4.

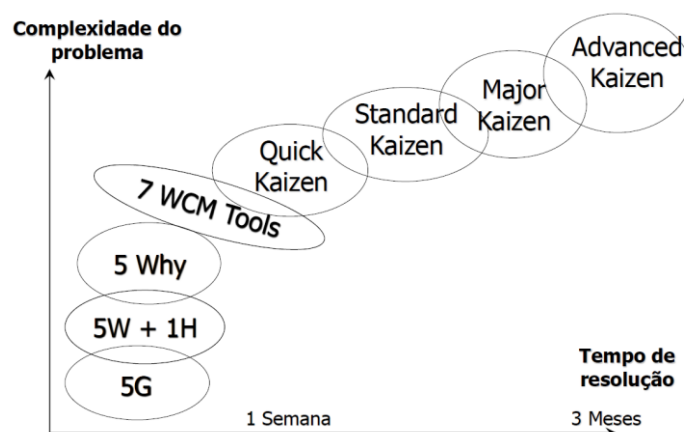


Figura 4 - Hierarquia na resolução de problemas
Fonte: material interno WEG (2020) apud Longhi (2017).

Ainda de acordo com Longhi (2017), as ferramentas que tratam de problemas menos complexos são:

- 5G: reestabelecer as condições básicas do processo por meio de observação direta do posto de trabalho: indo ao local de trabalho, examinando os fenômenos do processo, verificando os fatos e dados, seguindo a teoria e os padrões operacionais estabelecidos;
- 5W +1H: perguntas pré-estabelecidas para melhorar a descrição do problema e identificar os pontos de análise;
- 5 *Why* (5 porquês): após a identificação de possíveis causas, esta ferramenta auxilia na determinação da causa raiz de cada problema estudado;
- 7 *WCM Tools* (7 ferramentas do WCM): referem-se à estruturação de cada passo de análise de um problema. A seguinte lógica é obedecida: priorização e descrição do problema, detalhamento do estado atual, aplicação das ferramentas 5G, 5W + 1H e 5 *Why* para determinar a causa raiz do problema, implantação de plano de ação, monitoramento do indicador e, por fim, o último passo é a padronização das melhorias implantadas.

Longhi (2017) informa que para os problemas de média a alta complexidade aplicam-se os métodos de *Kaizen*, tais como: *Quick Kaizen*, *Standart Kaizen*, *Major Kaizen* ou *Advanced Kaizen*, tais características destacadas abaixo.

a) *Quick Kaizen*

Método utilizado para resolver problemas simples, normalmente ligados ao dia-a-dia e direcionados aos pilares de organização do posto de trabalho e manutenção autônoma. Também é ideal para solucionar problemas esporádicos onde normalmente as soluções partem dos próprios operadores envolvidos no projeto.

b) *Standart Kaizen*

Utilizado para resolver problemas crônicos simples, normalmente ligados ao dia-a-dia, com atuação principal dos pilares de organização do posto de trabalho, manutenção autônoma e profissional e qualidade. Os benefícios obtidos com esta atividade devem ser monitorados nos indicadores e validados pelo *Cost Deployment*. Normalmente são utilizados quando a solução do problema não é conhecida e é necessário fazer análise da causa raiz.

c) *Major Kaizen*

É um método mais refinado de melhoria com times multidisciplinares que possuem maior tempo de estudo. Ocorre com maiores níveis de detalhes durante a análise dos processos envolvidos.

d) Advanced Kaizen

Aplicado para ataque a perdas crônicas e extremamente complexas, onde utiliza-se métodos mais robustos de melhoria, com times maiores e maior tempo de implementação. Normalmente tem como base uma ferramenta avançada específica, como o DOE, que auxilia na execução de experimentos planejados e comprovação da causa raiz.

2.2 MELHORIA CONTÍNUA

No contexto atual, é de extrema importância que as organizações concentrem esforços na melhoria contínua, buscando a redução de desperdícios, custos, prazos com o objetivo de aumentar a sua margem de lucro e proporcionar o aprimoramento de seus processos produtivos. Nesta linha, as empresas precisam dar liberdade aos seus colaboradores para que manifestem suas sugestões, ideias e criatividade para identificar problemas e, ao mesmo tempo, terem liberdade para estudar e solucionar os problemas levantados. (MOTTA, 1999).

Nessa linha de pensamento, Caffyn e Bressant (1996), definem melhoria contínua como sendo um processo em que toda a empresa deve ter como foco a inovação incremental e contínua. É necessário a busca permanente por melhorias, de forma gradual e constante, pertinente a resolução de problemas que são significativos para o desempenho da organização.

Para completar, Jager *et al.* (2004), enfatizam a importância em desenvolver estruturas internas para promover a sua prática. Segundo os autores, ao invés de enfatizar apenas em métodos e técnicas para a solução de problemas, deve-se valorizar os aspectos comportamentais na coordenação de projetos de melhoria e garantir o comprometimento de todos os envolvidos.

Para Slack *et al.* (2002), é necessário que ocorra o gerenciamento e desenvolvimento de determinadas habilidades para que a melhoria contínua seja difundida em todos os processos da organização, pois a melhoria contínua, não se refere tão somente a implantar melhorias, mas também em estar comprometido em melhorá-las continuamente. De acordo com os autores, a globalização exige que as empresas estejam empenhadas e comprometidas com o contínuo e completo aprimoramento de seus produtos, colaboradores e processos.

Shiba (1997) enfatiza que a melhoria contínua implica em mudanças na cultura das empresas, necessitando o envolvimento de todas as pessoas da organização no sentido de procurar, de forma constante e sistemática, o aperfeiçoamento dos produtos e processos empresariais.

2.2.1 *Kaizen*

De acordo com Briaes (2005), a ferramenta *Kaizen* foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com o objetivo de avaliar os processos de fabricação e reduzir os seus desperdícios gerados, almejando a melhoria contínua da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade. Reforça também que foi dentro do Sistema Toyota de Produção que essa ferramenta se tornou mundialmente conhecida.

Pode ser verificado no Quadro 1 os 10 mandamentos do *Kaizen* de acordo com Braga (2013).

1	O desperdício é o inimigo nº1. Para eliminá-lo é preciso sujar as mãos.
2	Melhorias graduais feitas continuamente; não é ruptura pontual.
3	Todos na empresa tem de estar envolvidos, desde os gestores do topo e intermédios, até o pessoal de base; a metodologia não é elitista.
4	A estratégia deve ser barata. O aumento da produtividade deve ser feito sem investimentos significativos. Não se deve aplicar somas astronômicas em tecnologia e consultorias.
5	Aplicar-se em qualquer lugar; não serve só para os japoneses.
6	Apóia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos e valores; torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos.
7	Focaliza a atenção no local onde se cria realmente o valor ('gembu', em japonês).
8	Orienta-se para os processos.
9	Dá prioridade às pessoas, ao <i>humanware</i> ; acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação da moral, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo).
10	O lema essencial da aprendizagem organizacional é aprender fazendo.

Quadro 1 - Os 10 mandamentos do *Kaizen*

Fonte: Braga (2013).

Os japoneses utilizam o termo *Kaizen* para se referir à melhoria contínua. Que por sua vez, é a filosofia que busca aperfeiçoar todos os fatores relacionados com o processo contínuo de conversão de *inputs* em *outputs*. Abrange equipamentos, métodos, materiais e pessoas. (STEVENSON, 2001).

Para que se consiga realizar as mudanças, as pessoas precisam querer mudar, pois muitas vezes existe a resistência à mudança, ocorrendo assim, a necessidade de estimular as pessoas a visualizarem a melhoria como benéfico próprio ou até como satisfação (BHASIN, 2015). Bhasin (2015) acrescenta que as pessoas tendem a mudar quando a mudança é de seu interesse. Acrescenta ainda que as pessoas geralmente prosperam sob um desafio positivo, mas também desanimam em um ambiente cujo clima é negativo.

Wang (2011) contextualiza *Kaizen* como sendo um sistema de melhoria contínua em qualidade, tecnologia, processos, cultura da companhia, produtividade, segurança e da liderança, buscando melhorar um processo ou um produto específico. Wilson (2010) complementa que *Kaizen* é um conceito de melhoria de processos, realizado em pequenos passos e contínuos. Algumas vezes a melhoria é pequena e de difícil mensuração, mas os resultados e efeitos são significantes.

Corrêa Netto e Vieira (2008), enfatizam que o *Kaizen* possui algumas características que podem otimizar os trabalhos para melhoria dos processos:

- Objetivos claros;
- Processos que envolvem o trabalho em equipe;
- Prioriza o tempo para obter os resultados;
- Utiliza a criatividade dos envolvidos no processo;
- Impede gastos excessivos na aplicação das ideias;
- Rapidez e simplicidade ao utilizar os recursos necessários disponíveis.

Watson (1992) ressalta que o estudo da filosofia *Kaizen* é crucial, uma vez que toda instituição tem a oportunidade de melhorar a qualidade dos seus serviços e produtos, almejando a satisfação de seus colaboradores, clientes e fornecedores. Sob esse ponto de vista, o colaborador pensa em desenvolver seu trabalho melhorando sempre reduzindo custos para a empresa e cultivando a ideia de mudanças positivas e continuadas.

Durante a aplicação do *Kaizen* todas as pessoas devem buscar constantemente a redução de desperdícios, como transporte desnecessário, espera do material ou mão de obra, processamento impróprio, movimentação de pessoas, produzir mais do que o necessário, retrabalhos e, por fim, estoques (BHASIN, 2015). Denomina-se desperdício como sendo qualquer atividade que não agregue valor ao produto, o que o cliente não vê, não paga. Bhasin (2015) afirma que o *Kaizen* se concentra na busca constante de avanços em qualidade, redução de custos, redução de tempos e melhorias em produtos.

3 PROCECIMENTOS METODOLÓGICOS

Na sequência será apresentada uma descrição sucinta das principais teorias em torno da documentação direta via pesquisa de campo e a técnica de pesquisa utilizada neste projeto.

Lakatos e Marconi (2003), afirmam que os dados de uma documentação direta podem ser obtidos de duas formas distintas: via pesquisa de campo ou pesquisa de laboratório, sendo que em ambas, o levantamento dos dados ocorre no local onde os fenômenos acontecem. Segundo os autores, na pesquisa de campo tem-se como objetivo obter informações em torno de um problema por meio de análises dos dados observados e coletados.

Tal como Trivinos (1987), Lakatos e Marconi (2003) também dividem as pesquisas de campo em 3 grupos principais: quantitativo-descritivos, exploratórios e experimentais.

a) Quantitativo-descritivo

São investigações de pesquisa empírica com objetivo de delinear e analisar as características de fenômenos ou fatos. Utiliza-se métodos formais como o planejamento de experimentos para obter precisão e controle estatístico durante a comprovação de hipóteses. Nestes experimentos são empregadas técnicas como questionários, entrevistas e uso de procedimentos de amostragem (LAKATOS e MARCONI, 2003).

b) Exploratório

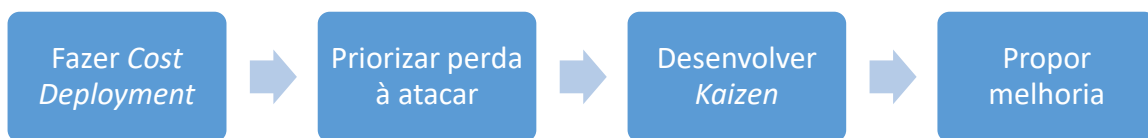
Este é um tipo de pesquisa empírica com foco em desenvolver hipóteses, aprofundar o conhecimento do pesquisador com o fenômeno em estudo e realizar uma pesquisa estruturada. Há uma grande diversidade de métodos para fazer a coleta de dados, tais como: entrevista, análise de conteúdo, observações e entre outros. Normalmente, não há o uso de técnicas probabilísticas de amostragem (LAKATOS e MARCONI, 2003).

c) Experimental

Trata-se de investigações de pesquisa empírica com finalidade de testar hipóteses relacionadas a causa-efeito. São utilizados procedimentos experimentais para controlar grande parte dos fatores envolvidos no processo e entender a influência de cada um no resultado final (TRIVINOS, 1987).

Para realizar este projeto foi utilizado o tipo de pesquisa quantitativo-descritivo e aplicado uma metodologia para determinar a natureza do problema. A abordagem do problema será quantitativa, tendo em vista que os dados serão mensurados em números, classificados e analisados. O método adotado para amparar essa pesquisa foi o estudo de caso, em função da necessidade de aprofundar o conhecimento em torno de um problema pouco definido (MATTAR, 1996).

De forma sucinta, o projeto foi desenvolvido de acordo com Fluxograma 1 abaixo:



Fluxograma 1 - Etapas do projeto

Fonte: O autor (2020).

Após priorizar a perda levantada na *Cost Deployment*, inicia-se o projeto de *Kaizen* para identificar quais são as causas do elevado refugo e o que pode ser feito para reduzir esta perda. Devido ao projeto envolver diversas áreas da empresa, será necessário montar uma equipe multifuncional contendo representantes da área de Suprimentos, Usinagem e Engenharia Industrial.

Os seguintes passos serão seguidos e discutidos em equipe:

- Identificar quais barras apresentam maior refugo;
- Registrar o comprimento padrão de fornecimento de cada barra bruta;
- Compilar os comprimentos de eixos cortados a partir de cada barra bruta;
- Fazer tratamento dessas informações com auxílio do histograma de frequência;
- Analisar os resultados e propor melhorias.

3.1 PRIORIZAÇÃO E COLETA DE DADOS

Os dados para desenvolver este projeto foram coletados a partir da base de dados oriunda da *Cost Deployment* de 2019 do Departamento de Usinagem. Na matriz identificou-se que o pilar melhoria focada apresentava o maior valor de perdas, destacando-se a perda de refugo inerente ao processo de corte de barras. O valor desta perda era de R\$555.361 que representam 131.471 kg refugados no ano em questão.

O refugo inerente ao processo é a diferença entre a quantidade de material listada na lista técnica com o que foi realmente consumido na produção. Por exemplo: a partir de uma barra com tamanho padrão de 6.000mm, corta-se, em média, 2 eixos com tamanho variado, como pode ser verificado na Figura 5. Neste caso específico, a sobra de 700mm seria refugada e considerada como refugo inerente ao processo, pois não poderia ser reaproveitada em outro projeto em função do comprimento reduzido.

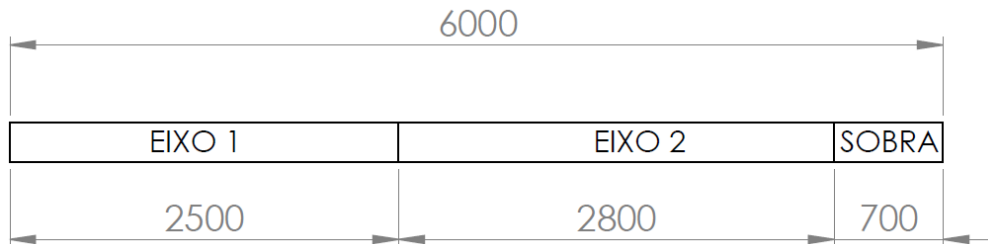


Figura 5 - Exemplo de refugo inerente ao processo

Fonte: O autor (2020).

O processo de fabricação de eixos depende do fornecimento de barras de aço de fornecedores externos visualizados na Figura 6, sendo que estas possuem comprimento de até 6.000mm e diâmetros variados, mais comumente utilizado entre 203,2mm a 254mm. Estas barras são cortadas na serra de acordo com a necessidade de produção. Entre as ordens de produção, um mesmo diâmetro de barra pode ser utilizado em outro lote com comprimento diferente. O problema é que nem todo o comprimento das barras é aproveitado para a fabricação dos eixos conforme Figura 7.



Figura 6 - Barra bruta aguardando o corte

Fonte: O autor (2020).



Figura 7 - Sobras do processo de corte que serão refugadas
Fonte: O autor (2020).

O capítulo seguinte apresentará os dados levantados com sua análise, as oportunidades de melhoria identificadas e a proposta para reduzir a perda com refugo inerente ao processo no corte de barras.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE RESULTADOS

Na sequência serão apresentados os dados levantados do período de 1 ano priorizando as barras que tiveram maior impacto na perda com refugo. Após essa priorização, será realizada a análise dos comprimentos cortados a partir de cada barra e, com auxílio gráfico, identificar o comprimento otimizado de cada barra para reduzir o percentual de refugo. Todos os dados apresentados foram coletados no sistema interno da WEG, o qual mensura o refugo de cada tipo de barra comparando a diferença entre o que é estruturado na lista técnica e o que é consumido na produção.

4.1 SITUAÇÃO ATUAL

No período analisado, 523 eixos foram processados a partir de 19 itens de diferentes barras. Cada barra possui suas características específicas, tais como: material, diâmetro e comprimento. O Gráfico 1 detalha o quanto cada barra representa no total da perda de refugo inerente ao processo. Destaca-se para os 6 primeiros itens, que totalizam 93% do total refugado.

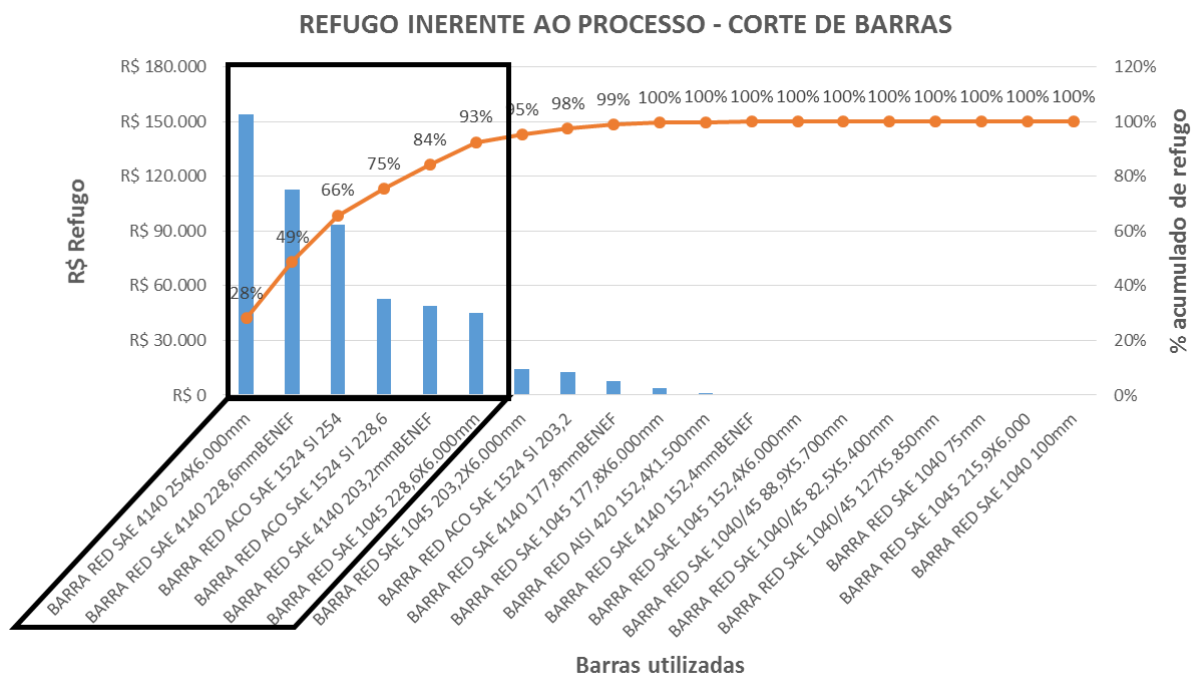


Gráfico 1 - Pareto de refugo das barras
Fonte: O autor (2020).

Este projeto tomou como base os 6 itens priorizados pelo pareto. A Tabela 1 apresenta mais detalhes sobre essas barras:

Tabela 1 - Detalhamento das principais barras refugadas

ITEM	DESCRIÇÃO	COMPRIENTO BARRA (MM)	REFUGO (R\$)	REFUGO (KG)	COMP. MÉDIO REFUGO (MM)
10967343	BARRA RED SAE 4140 254X6.000mm	6.000	R\$ 154.105	26.712	819
11701733	BARRA RED ACO SAE 1524 SI 254	6.000	R\$ 128.337	25.292	1.156
10323675	BARRA RED SAE 4140 228,6mmBENEF	4.900	R\$ 112.865	26.524	792
11701035	BARRA RED ACO SAE 1524 SI 228,6	6.000	R\$ 66.017	13.181	951
10323674	BARRA RED SAE 4140 203,2mmBENEF	4.650	R\$ 48.759	11.452	536
10323671	BARRA RED SAE 1045 228,6X6.000mm	6.000	R\$ 45.277	14.399	1.241
GERAL			R\$ 555.361	117.560	916

Fonte: O autor (2020).

Pode-se verificar que o comprimento médio refugado por barra é elevado, sendo este de 916mm. O comprimento bruto de cada barra fornecida varia para cada item, apresentando desde 4.650mm até 6.000mm. No tópico a seguir será detalhado o comprimento dos eixos cortados a partir destas barras, a fim de identificar se o comprimento atual já está otimizado ou se ainda há margens de ganho.

4.2 ANÁLISE GRÁFICA

A seguir são apresentados os gráficos com os comprimentos cortados para cada barra priorizada, Figuras 8, 9 e 10. Para todas as análises, foi considerado que cada barra poderia ser cortada 2 vezes, ou seja, originar 2 eixos.

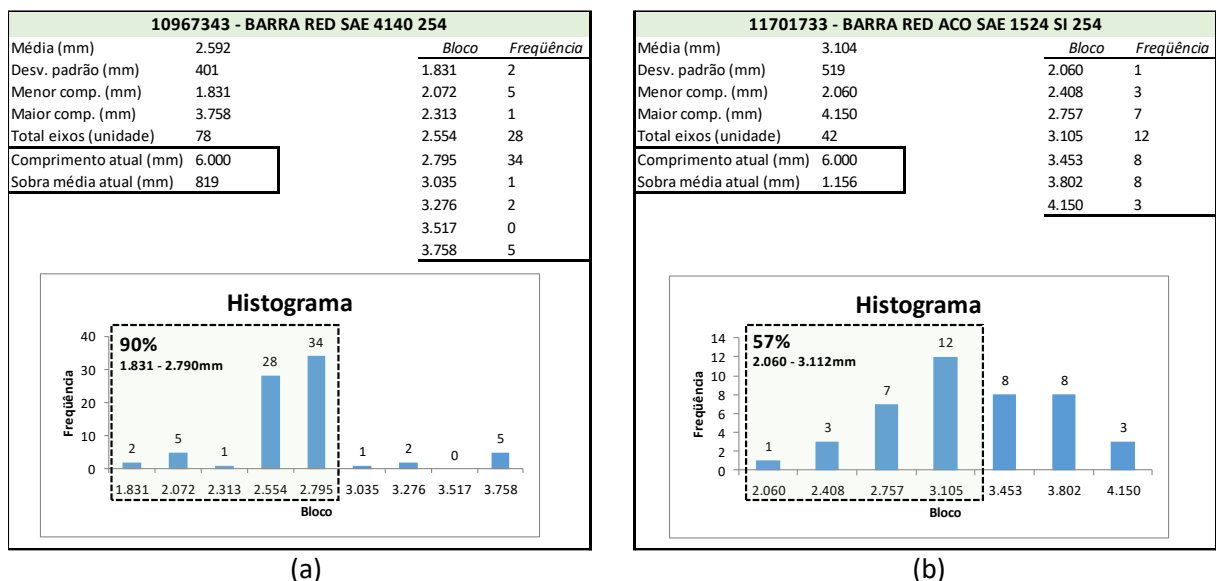


Figura 8 - Comprimentos cortados. a) Barra item 10967343; b) Barra item 11701733
Fonte: O autor (2020).

Na Figura 8 temos:

- Item 10967343: há uma concentração de comprimento na faixa de 2.554mm até 2.795mm. Neste caso, o comprimento atual de 6.000mm não é o mais adequado pois há uma grande margem de sobras. O comprimento otimizado seria de 5.700mm que garantia os 2 cortes e teria uma margem de segurança de 100mm.

- Item 11701733: o comprimento atual é de 6.000mm e também não está otimizado. O refugo seria reduzido caso o comprimento fosse alterado para 6.300mm, já que a maior concentração de cortes está em torno de 3.100mm.

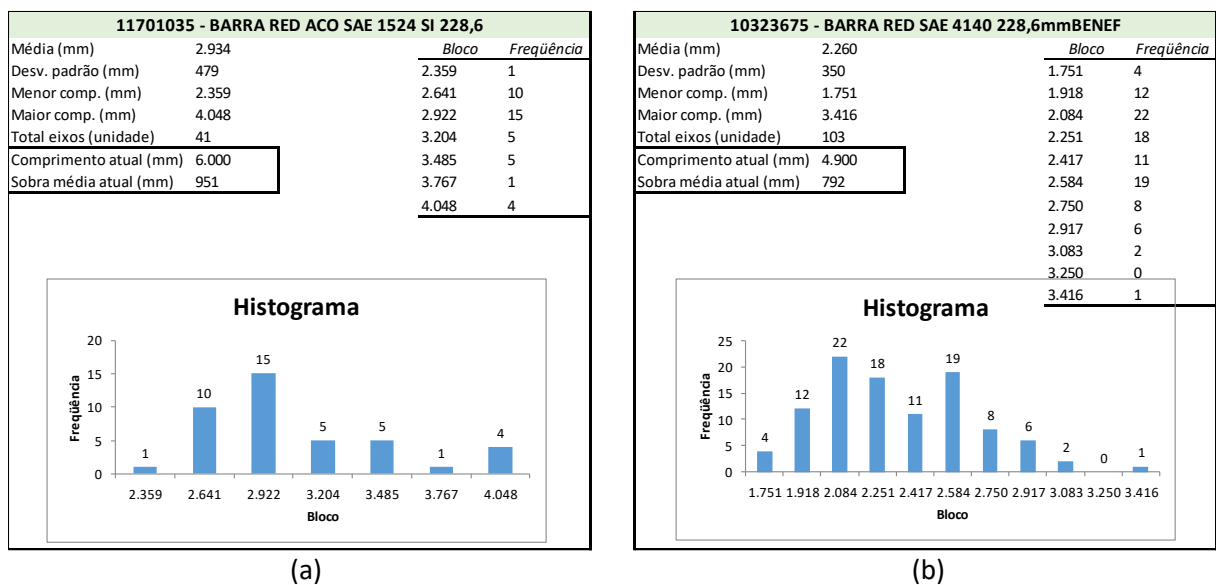


Figura 9 - Comprimentos cortados. a) Barra item 11701035; b) Barra item 10323675
Fonte: O autor (2020).

Para os casos da Figura 9, há uma dispersão muito grande no comprimento dos eixos cortados, o que dificulta determinar um comprimento ótimo para a barra bruta. Considerando isso, estes 2 itens não devem sofrer alteração.

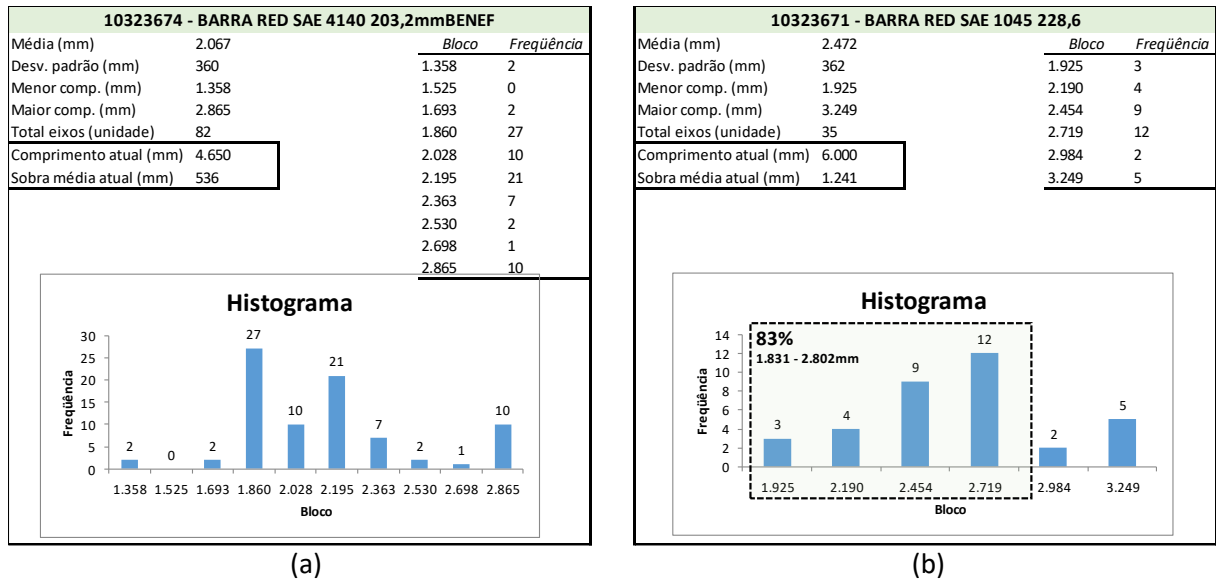


Figura 10 - Comprimentos cortados. a) Barra item 10323674; b) Barra item 10323671
Fonte: O autor (2020).

O item 10323674, mostrado na Figura 10, repete o comportamento das 2 barras citadas anteriormente. Já o item 10323671, que possui comprimento padrão de 6.000mm, tem uma concentração de corte na faixa de 2.454mm até 2.719mm. Para este caso, o comprimento otimizado seria de 5.600mm e garantiria uma quantidade de refugo menor.

4.3 SITUAÇÃO PROPOSTA

Considerando o conhecimento e resultados obtidos com a análise dos gráficos, pode-se fazer a seguinte proposta:

- Redefinir o comprimento ótimo das barras: 10967343, 11701733 e 10323671, de acordo com a tabela 2 abaixo que apresenta um resumo da condição atual, a proposta e a previsão de ganhos.

Tabela 2 - Proposta e previsão de ganhos

MATERIAL		ATUAL		PROPOSTO			REDUÇÃO REFUGO R\$
ITEM	DESCRIÇÃO	COMPRIMENTO BARRA (MM)	COMP. MÉDIO REFUGO (MM)	COMPRIMENTO BARRA (MM)	COMP. MÉDIO REFUGO (MM)	REDUÇÃO REFUGO (%)	
10967343	BARRA RED SAE 4140 254X6.000mm	6.000	819	5.700	258	68%	R\$ 105.557
11701733	BARRA RED ACO SAE 1524 SI 254	6.000	1.156	6.300	124	89%	R\$ 114.572
10323675	BARRA RED SAE 4140 228,6mmBENEF	4.900	792	4.900	214	73%	R\$ 82.354
11701035	BARRA RED ACO SAE 1524 SI 228,6	6.000	951	6.000	432	55%	R\$ 36.041
10323674	BARRA RED SAE 4140 203,2mmBENEF	4.650	536	4.650	258	52%	R\$ 25.270
10323671	BARRA RED SAE 1045 228,6X6.000mm	6.000	1.241	5.600	337	73%	R\$ 32.986
GERAL			916		271	68%	R\$ 396.780

Fonte: O autor (2020).

Além da ação de otimizar o comprimento das barras, é necessário desenvolver um procedimento de reaproveitamento das sobras em projetos futuros, garantindo que a sobra da barra após o 1º corte seja utilizada para um eixo com comprimento o mais próximo possível desta medida.

Sendo assim, foi definido que o preparador de materiais responsável pela organização das barras e eixos cortados deverá seguir o procedimento da Figura 11 e 12 antes de encaminhar a barra para um novo corte:

1. Transferir a barra bruta do estoque do Almojarifado para o estoque da Usinagem;
2. Realizar o corte da barra conforme dimensão solicitada no desenho do eixo usinado;
3. Avaliar o comprimento da sobra e tomar as seguintes ações:
 - 3.1. Sucatar a sobra da barra quando:
 - 3.1.1. Comprimento da sobra for menor que a média histórica do item;
 - 3.1.2. Não há previsão de reserva de materiais na tela MD04.
 - 3.2. Caso o comprimento não atenda os itens 3.1.1. e 3.1.2., tomar as seguintes ações:
 - 3.2.1. Manter a sobra no estoque da Usinagem;
 - 3.2.2. Registrar na planilha de controle o item e o comprimento da sobra;
 - 3.2.3. Quando surgir necessidade, utilizar a sobra que está no estoque da Usinagem.

Figura 11 - Procedimento para controle das sobras de barras

Fonte: O autor (2020).

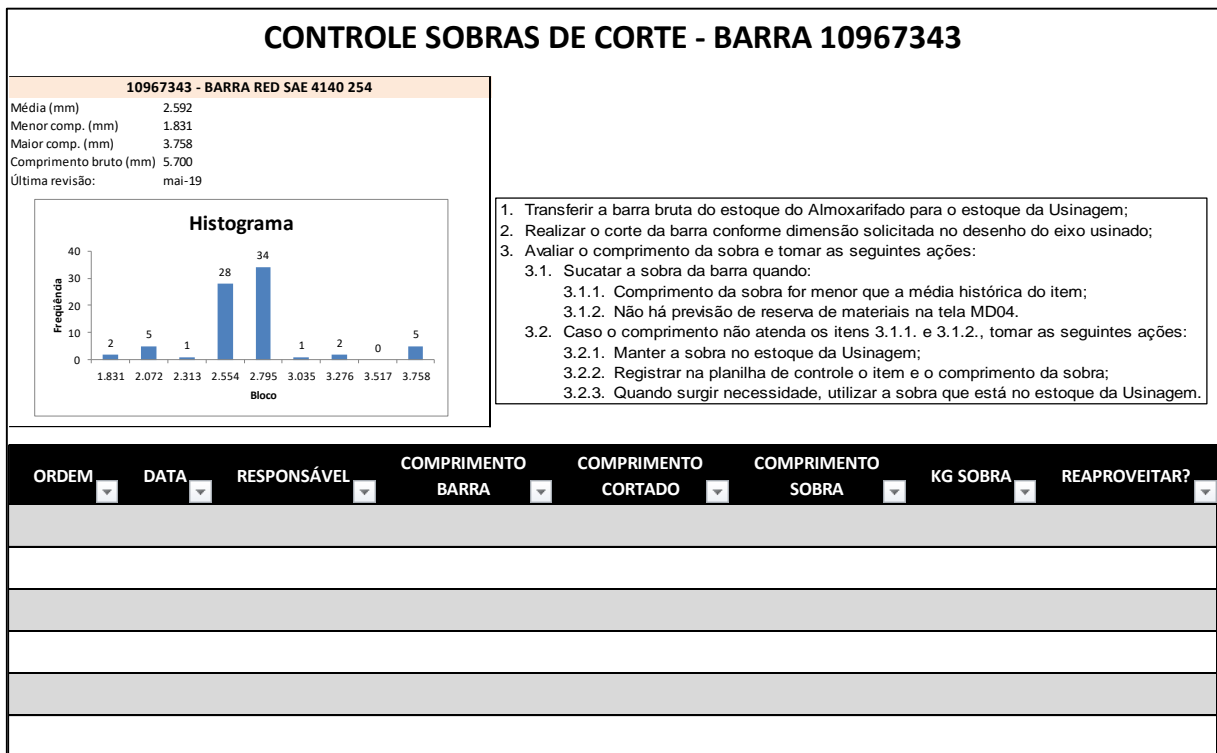


Figura 12 - Arquivo de controle das sobras

Fonte: do autor (2020).

Com a implantação dessas 2 ações, há a previsão de reduzir o refugo médio das barras de 916mm para 271mm, o que representa uma redução aproximada de 68%. Em termos financeiros, o valor da perda de refugo inerente ao processo reduzirá cerca de R\$396.780 por ano. Importante ressaltar que toda essa análise deve se tornar uma rotina anual, já que a gama de produtos poderá alterar e modificar o comprimento dos eixos cortados e como consequência, alterar o comprimento ótimo das barras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto de melhoria apresentou a aplicação da ferramenta *Kaizen* como peça fundamental na redução de custos das empresas por meio da eliminação das perdas e desperdícios do seu processo. Neste estudo de caso, a metodologia foi empregada para identificar melhorias no processo de corte de barras de uma seção de usinagem e reduzir o desperdício com o refugo inerente ao processo.

No estado atual, havia uma quantidade muito elevada de refugo oriundo das sobras do processo de corte de barras. Para os 6 principais itens utilizados pela empresa, o comprimento bruto fornecido estava na faixa de 4.650mm até 6.000mm, sendo que, em média, 961mm sobravam do processo do corte e eram refugados. Contabilmente, este refugo representava R\$555.361 por ano de desperdício para seção de usinagem, já descontando o valor recebido pela venda destas sobras como sucata.

Após a análise dos dados levantados e gráficos com os comprimentos de corte em cada barra bruta, identificou-se que o principal motivo pelo elevado refugo era que o comprimento das barras não era otimizado em função dos cortes que receberia no processo e que não havia um reaproveitamento ideal das sobras em cortes futuros.

Desta forma, duas principais ações foram tomadas para combater este desperdício: redefinição do comprimento bruto de 3 itens de barra conforme apresentado no capítulo anterior e desenvolvimento de um procedimento para reaproveitar as sobras em projetos futuros, garantindo assim otimização dos cortes e redução das sobras.

No estado futuro, após implantação das ações, será possível reduzir o comprimento de sobra de 916mm para 271mm, o que representa 68% de ganho. Em termos financeiros, esse ganho representará R\$396.780 por ano.

Uma consideração a ser feita, é que a avaliação dos comprimentos de corte deverá se tornar um hábito para empresa e realizada anualmente, pois o portfólio de produtos pode sofrer alterações e, como consequência, necessitar que o comprimento bruto das barras sofra uma nova revisão para garantir a melhor otimização do processo possível.

Por fim, este projeto deixou claro a importância de as empresas adotarem a melhoria contínua e o mapeamento de perdas e desperdícios do seu processo como algo rotineiro, para assim, poder focar em projetos com ganhos expressivos e poder otimizar a sua linha de produção para obter vantagens competitivas.

REFERÊNCIAS

- BHASIN, S. **Lean Management Beyond Manufacturing: a holistic approach**. Springer, 2015.
- BRAGA, G. C. A.; DE CASTRO, S. M.; FRANCO, R. R. **Implantação do pilar workplace organization do WCM em empresa de serviços gerais**. Centro Universitário UNA. Sete lagoas, MG. 2016.
- BRAGA, K. F. **Kaizen: estudo de cada em uma indústria automobilística**. 2013. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- BRIALES, J. A. **Melhoria contínua através do Kaizen: estudo de caso Daimlerchrysler do Brasil**. 2005. Dissertação. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- CAFFYN, S.; BESSANT, J. **A capability-based model for continuous improvement**. Proceedings of 3 International Conference of the EUROMA. London, 1996.
- CORRÊA NETTO, O. J.; VIEIRA, G. E. **Kaizen Preparação do Processo de Produção: estudo de caso de melhoria contínua em indústria cosmética**. In: Anais do XV Simpósio de Engenharia de produção – SIMPEP 2008.
- CORTEZ, P. R. L. et al. **Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e as ferramentas do WCM: estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico**. XXX ENGEPE – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos. 2010.
- JAGER, B. et al. Enabling continuous improvement: a case study of implementation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 15, n. 4, p. 315-324, 2004.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LONGHI, T. F. **Metodologia WCM: redução de perdas por setup em uma linha de usinagem de componentes, com base no pilar melhoria focada**. 2017. 39 p. Monografia (especialização) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento**. São Paulo: Atlas, 1996.
- MOTTA, P. R. **Transformação organizacional: a teoria e prática de inovar**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- PASSARELLA, M. **Benchmarking Production System**. 2007.
- RUBRICH, L.; WATSON, M. **Implementing world class manufacturing: includes lean enterprise: business manual**. Fort Wayne: WCM Associates, 2004.
- SCHONBERGER, R. **World class manufacturing: the lessons of simplicity applied**. Seattle: Free Press, 1986.

SHIBA, S. **TQM**: quarto revoluções na gestão da qualidade. Porto Alegre, 1997.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TRIVINOS, A. N. S. **Introdução a pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, SP: Atlas, 1987.

WANG, J. X. **Lean Manufacturing**: business botton-line based. New York, NW: CRC Press, 2011.

WATSON, G. H. **The benchmarking workbook**. Publisher Message by Norman Bodek. Portland, Oregon: Productivity Press, 1992.

WILSON, L. **How to implement Lean Manufacturing**. USA: McGraw Hill Companies, 2010.

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