

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

EDOÍNO ADÃO GAIKE

**PROPOSTA DE MELHORIA:
ALTERAÇÃO NO DESENHO MECÂNICO DO FLANGE DE FECHAMENTO
DOS TANQUES DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2017

EDOÍNO ADÃO GAIKE

**PROPOSTA DE MELHORIA:
ALTERAÇÃO NO DESENHO MECÂNICO DO FLANGE DE FECHAMENTO
DOS TANQUES DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA**

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

Orientador: Prof. M. Sc. Jairo Muller Wolff.

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE MELHORIA: ALTERAÇÃO NO DESENHO MECÂNICO DO FLANGE DE FECHAMENTO DOS TANQUES DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Esta monografia foi apresentada no dia 04 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. M. Sc. Jairo Muller Wolff
Orientador

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto
Banca

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista a minha família, pelo apoio e compreensão prestada ao longo desde curso, pois foi necessário abdicar-se de muitos outros compromissos para dedicar-se aos estudos e, sem o auxílio da esposa Dulce Weber Gaike e dos filhos Jennyfer Gaike e Gabriel Gaike, certamente o caminho percorrido teria sido uma tarefa mais árdua.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela saúde recebida para poder realizar esta especialização.

À empresa do ramo eletromecânico em estudo, por acreditar e incentivar a minha pessoa na busca do aprimoramento do conhecimento.

À minha família por todo apoio prestado.

À UTFPR, por ministrar de forma muito profissional este curso.

À todos os professores em especial ao orientador Prof. M. Sc. Jairo Muller Wolff, por compartilhar o conhecimento, incentivar os alunos e dar todo suporte necessário.

*“Aquilo que escuto eu esqueço, aquilo que vejo
eu lembro, aquilo que eu faço eu aprendo”.*

Confúcio

RESUMO

GAIKE, Edoíno Adão. Proposta de melhoria: alteração no desenho mecânico do flange de fechamento dos tanques de transformadores de potência. 2017. 40 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

A globalização torna cada vez maior a concorrência no mercado, conseqüentemente cabe às empresas buscar constante evolução dos seus processos produtivos, tornando-os capaz de competir e oferecer melhores preços, prazos e com o máximo de qualidade e segurança em seus produtos. Para que isso seja possível, é fundamental que as empresas busquem processos de melhoria contínua, baseados na produção enxuta e na redução dos desperdícios. Assim, este trabalho tem como objetivo principal elaborar uma proposta de melhoria partindo de uma alteração no desenho mecânico do flange de fechamento nas laterais dos tanques de transformadores de potência, mais especificamente: pesquisar subsídios teóricos a cerca do tema em estudo, ou seja, melhoria contínua, *kaizen*, sete desperdícios e *brainstorming*; descrever o processo atual da fabricação do flange de fechamento e apresentar proposta de melhoria quanto ao flange de fechamento, por meio de comparativos quanto a qualidade e custos da solda. Para tanto, foram utilizados como procedimentos de coleta a pesquisa bibliográfica, observação e *brainstorming* com colaboradores do departamento de caldeiraria de uma empresa do ramo eletromecânico em estudo, para responder a situação problema investigada e propor um novo processo de fabricação. A partir dos resultados apresentados, concluiu-se que com a proposta de melhoria, que há uma considerável redução de tempo de fabricação, custo do produto e melhor qualidade do processo. Diante disso, é possível afirmar que a proposta é viável, tanto do ponto de vista econômico quanto logístico, uma vez que o processo será mantido, alterando apenas a altura do posicionamento do flange de fechamento sobre as laterais do tanque.

Palavras-chave: Melhoria contínua. Flange de Fechamento. *Kaizen*.

ABSTRACT

GAIKE, Edoíno Adão. *Improvement proposal: change in the mechanical design of the closing flange of power transformer tanks*. 2017. 40 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Globalization makes competition in the market more and more, so it is up to companies to seek constant evolution of their production processes, making them capable of competing and offering better prices, deadlines and maximum quality and safety in their products. For this to be possible, it is fundamental that companies seek continuous improvement processes based on lean production and waste reduction. Thus, this work has as main objective to elaborate a proposal of improvement starting from a change in the mechanical design of the closing flange on the sides of the tanks of power transformers, more specifically: to investigate theoretical subsidies the sow of the subject under study, that is, improvement Continuous, kaizen, seven wastes and brainstorming; To describe the current process of the manufacturing of the closing flange and to present a proposal to improve the closure flange by comparing the quality and costs of the weld. For this purpose, the bibliographical research, observation and brainstorming with collaborators of the boiler department of a company of the electromechanical branch under study were used as a procedure to answer the problem situation investigated and propose a new manufacturing process. From the results presented, it was concluded that with the improvement proposal, that there is a considerable reduction of manufacturing time, product cost and better quality of the process. In view of this, it is possible to affirm that the proposal is feasible, both economically and logistically, since the process will be maintained, changing only the height of the positioning of the closing flange on the sides of the tank.

Keywords: Continuous improvement. Closing. Flange. Kaizen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conjunto Caldeiraria (Tampa, Tanque e Conservador e Radiadores)	25
Figura 2: Flange de fechamento.....	26
Figura 3: Serra fita	25
Figura 3b: Programa de corte.....	27
Figura 4a: Corte Plasma	25
Figura 4b: Montar e soldar o flange.....	27
Figura 5a: Montagem Tanque.....	26
Figura 5b: Montagem flange sobre o tanque.....	28
Figura 6a: Desenho de montagem flange fechamento	26
Figura 6b: Solda do cinto	28
Figura 7: Alteração desenho montagem flange fechamento	30
Figura 8: Comparativo de solda do método atual e do método proposto	31
Figura 9: Corpo de prova do flange.....	32
Figura 10: Bobina de arame novo com 18Kg	32
Figura 11: Máquina de solda com bobina de 50mts de arame de solda	33
Figura 12: Cordão de solda efetuado com altura de 06mm	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Etapas metodológicas para a elaboração da pesquisa.....	24
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tempo médio para soldar flange no método atual	31
Tabela 2: Tempo médio para soldar flange no método proposto	31
Tabela 3: Porcentagem de Arame utilizado para 01 metro de solda	33
Tabela 4: Total em Kg de arame utilizado para atender a demanda de 408 tanques	34
Tabela 5: Custo de arame	34
Tabela 6: Tempo e custo da mão de obra.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 MELHORIA CONTÍNUA	15
2.1.1 <i>Kaizen</i>	16
2.1.2 Os Sete Desperdícios.....	18
2.1.3 <i>Brainstorming</i>	20
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	22
3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	22
4 DESENVOLVIMENTO	25
4.1 MÉTODO ATUAL	27
4.2 MÉTODO PROPOSTO	29
4.2.1 Comparativo Método Atual e Proposto.....	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

Os transformadores de potência são equipamentos utilizados para distribuir energia elétrica através de um fluxo magnético, tendo como função baixar ou elevar a tensão, reduzindo as perdas. São compostos de duas partes principais: elétrica, parte interna também conhecida como parte ativa e; mecânica, parte externa também conhecida como conjunto caldeiraria.

A partir da concepção do projeto interno da parte ativa, inicia-se o projeto mecânico, já com as referências do dimensional do invólucro, conhecido popularmente como tanque, nomenclatura utilizada para este estudo. Após a conclusão do projeto, parte-se para o planejamento dos programas de corte e posteriormente, inicia-se o processo de fabricação, em que na empresa do ramo eletromecânico em estudo, o departamento de caldeiraria é a área de competência mecânica responsável pelos processos de corte de chapas, usinagem, dobra, calandra, montagem, solda, jateamento e pintura. Em uma das etapas do processo de montagem, é realizada a fabricação do flange de fechamento, o qual possui a função principal de unir o tanque (envoltório da parte ativa), com a tampa principal do transformador.

Sistematicamente a cada 60 dias, todas as áreas da empresa recebem a responsabilidade em apresentar ao menos uma melhoria *kaizen*, a qual inicia-se com um *brainstorming*, onde a equipe traz os mais diversos problemas enfrentados, seja de qualidade, produtividade, ergonomia, segurança, redução de custo ou do prazo de entrega.

Assim, de acordo com o banco de sugestão, os soldadores relataram a dificuldade em efetuar a solda do flange de fechamento do transformador, a qual demanda muito tempo de execução e com qualidade no aspecto visual muito abaixo do esperado. Partindo-se deste ponto, começou-se um trabalho para analisar melhor esta demanda, buscando identificar os desperdícios e as oportunidades de melhoria, respondendo perguntas inerentes deste processo. É possível fazer diferente? É possível fazer melhor? É possível eliminar desperdícios?

A justificativa principal para a realização deste estudo parte da busca pela eliminação de um desperdício de processamento desnecessário. Considerando que com a alteração da altura do flange de fechamento em relação à lateral de 10mm

para 05mm, é possível reduzir em 50% os tempos de trabalho e os custos com materiais e mão de obra.

Por esta razão, o processo de montagem para a fabricação do flange de fechamento tornou-se insatisfatório, devido ao tempo e desperdícios desnecessários, o que demanda novas técnicas de gestão administrativa e operacionais. Francisco (2015), diz que as indústrias não têm que se adaptar a um modelo sugerido pelo gestor, mas o gestor é quem deve adaptar-se os processos, elaborando novas propostas e procedimentos para que se moldem às necessidades de cada empresa, com a finalidade de mantê-la competitiva e lucrativa.

Assim, buscando resposta para a situação do problema, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados, a pesquisa bibliográfica, observação e *brainstorming* com colaboradores no departamento da empresa em estudo, a fim de propor melhoria para eliminar desperdícios, quanto a soldagem da flange, garantindo qualidade ao produto.

A relevância do estudo deve-se ao fato de que por meio da Engenharia de Produção, é possível atuar diretamente na gestão de uma empresa, melhorando e adequando processos, a fim de atender novas necessidades do mercado, pois conforme as palavras de Rufino (2005), a área de gerenciamento da produção, pode ser aplicada na gestão de qualquer empresa.

Assim, conforme expressam Slack; Chambers; Jonhston (2002) é preciso potencializar novos processos e procedimentos para contribuir com a expansão da empresa, por meio de uma estrutura de gerenciamento que busca obter o resultado desejado com o menor desperdício de tempo, esforço e materiais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar uma proposta de melhoria partindo de uma alteração no desenho mecânico do flange de fechamento nas laterais dos tanques de transformadores de potência.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar subsídios teóricos a cerca do tema em estudo, ou seja, melhoria contínua, *kaizen*, sete desperdícios e *brainstorming*.
- Descrever o processo atual da fabricação do flange de fechamento.
- Apresentar proposta de melhoria deste, por meio de comparativos quanto a qualidade e custos da solda.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico será abordado assuntos relacionados à melhoria contínua, tema relevante para o desenvolvimento deste estudo. Também são explanadas as ferramentas que fazem parte do processo de melhoria contínua, como *kaizen*; sete desperdícios; *brainstorming*. Todas estas ferramentas são importantes para que a empresa consiga melhorar de forma contínua.

2.1 MELHORIA CONTÍNUA

Atualmente, é fundamental que as empresas tenham foco na melhoria contínua, buscando eliminar desperdícios, reduzindo custos, prazos e conseqüentemente aumentando a margem de lucro, proporcionando o aperfeiçoamento de seus processos produtivos. Para tanto, a empresa deve abrir espaço para que seus colaboradores manifestem suas sugestões, ideias e criatividade para a identificação de problemas, tendo a liberdade de explorar suas habilidades para solucioná-los, encontrando apoio na melhoria contínua. (MOTTA, 1999).

Nesse sentido, Jageret *et al.*, (2004), enfatizam a importância do desenvolvendo de estruturas internas que promovam sua prática, ao invés enfatizar apenas métodos e técnicas para a solução de problemas, todos devem estar comprometidos, com a valorização dos aspectos comportamentais para a condução de um processo de melhoria.

Caffyn e Bressant (1996), definem melhoria contínua como um processo, que toda a empresa deve ter como foco, a fim da inovação incremental e contínua, ou seja, trata-se da busca permanente por melhoramento, de forma gradual e constante, relacionada a resolução de problemas, os quais podem ser significativos para o desempenho da empresa.

Para Slack *et al.* (2002), para melhorar continuamente é preciso o desenvolvimento e gerenciamento de habilidades específicas para serem difundidas em todos os processos da empresa, contando com o envolvimento de todos, pois a melhoria contínua, não se refere tão somente a implantar melhorias, mas também em estar comprometido em melhorá-las continuamente, pois segundo Robles (1994), a nova forma de competição global exige que as empresas estejam

comprometidas com o contínuo e completo aperfeiçoamento de seus produtos, processos e colaboradores.

Na prática, a implantação e manutenção da melhoria contínua, requer disciplina e engajamento de todos na empresa, a partir da utilização de ferramentas como, *just in time* (JIT), kanban, nivelamento da produção, pareto e espinha de peixe, com a finalidade de coletar dados, analisar e implantar melhorias, contribuindo assim para a operacionalização da empresa, aumentando a sua eficiência e a eficácia.

Shiba (1997) afirma que melhoria contínua significa o envolvimento de todas as pessoas da organização no sentido de buscar, de forma constante e sistemática, o aperfeiçoamento dos produtos e processos empresariais e, ainda, que a melhoria contínua pressupõe mudanças no hábito da organização e grandes mudanças com maior planejamento.

Estudos realizados no Brasil, com empresas de médio e grande porte indicam que empresas que investem em melhoria contínua, aumentam sua produtividade, sendo que em média, por colaborador é de 25%. Registrando também melhorias em ciclos de tempo, lucros, participação de mercado e ritmo de crescimento. (ALBUQUERQUE NECO, 2011).

Assim, de acordo com Slack *et al.*, (2002), para os programas de melhoria contínua, torna-se imprescindível a integração de todos os envolvidos, a fim de identificar o problema, onde melhor se aplica a melhoria, como proceder, que recursos organizacionais devem ser utilizados e quais competências devem ser identificadas e desenvolvidas para auxiliar nas mudanças nos processos de trabalho dos quais participam.

2.1.1 *Kaizen*

A ferramenta *kaizen* foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, buscando a melhoria contínua da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade. Essa ferramenta tornou-se mundialmente conhecida pela sua aplicação dentro do Sistema Toyota de Produção (BRIALES, 2005).

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).

Masaaki Imai (1986 *apud* ROBLES, 1994) acredita que o *kaizen* foi e continua sendo, na verdade, o guarda-chuva que abriga todas as técnicas administrativas japonesas, largamente aplicadas nas tecnologias avançadas de produção, como controle de qualidade total (*Total Quality Control* ou TQC), zero defeito e *just in time*.

Para Womack e Jones (1998) o *kaizen* também propõe a melhoria contínua em toda a cadeia, abrangendo início e fim, onde as empresas precisam cooperar na mudança de seus métodos, formando uma empresa enxuta para determinado produto. Muitas melhorias, no fluxo interno de fabricação, só são possíveis se as empresas fornecedoras forem parceiras, oferecendo matérias-primas dentro dos requisitos negociados e nos prazos estipulados.

Imai (1996) também destaca que existem três atividades indispensáveis a um *kaizen* eficiente e bem sucedido, fáceis de entender e implementar, não exigindo conhecimento ou tecnologia sofisticada, cuja única dificuldade é o desenvolvimento da autodisciplina necessária para mantê-las a saber: a padronização, a eliminação do *muda* (palavra japonesa que significa perda e refere-se a qualquer coisa ou atividade que não agregue valor) e os 5S, abrangendo várias tarefas de manutenção da casa (*housekeeping*).

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

- 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.

Finalmente Watson (1992) ressalta que o estudo da metodologia *kaizen* é importante, uma vez que toda organização tem a oportunidade de melhorar a qualidade dos seus produtos e serviços, garantindo a satisfação de seus clientes, colaboradores, sócios e fornecedores. Sob essa óptica, o colaborador pensa em desenvolver seu trabalho melhorando sempre, continuamente, reduzindo custos para a empresa e alimentando a ideia de mudanças positivas e continuadas.

Maurício *et al.*, (2013), cita como exemplo uma empresa de grande porte do setor metalúrgico na região sudeste de São Paulo, a qual fabrica componentes soldados e implantou o *kaizen*. Como principais resultados evidenciados obtiveram-se: melhorias significativas no sistema produtivo, aumento da capacidade produtiva e eliminação de desperdícios, impactando diretamente no custo operacional e na cultura da empresa.

O *kaizen* em uma organização, apesar de ser mais orientado aos processos (equipamentos, métodos e materiais), segundo Shingo (2005), envolve também atividades que promovem melhorias na capacidade individual dos colaboradores, onde decisões em grupo para a solução dos problemas é fundamental, para a melhor eficiência dos processos, uma vez que são eles que devem ser melhorados, no entanto, demandam o envolvimento e o esforço de pessoas, completam Corrêa e Corrêa (2005, p. 145), orientadas em “times de trabalho que, através de intenso envolvimento pessoal, sugerem, analisam, propõem” soluções, com a finalidade de identificar reais causas de problemas, bem como traçar uma visão estratégica de situação ideal futura, para a condução de mudanças nos processos.

2.1.2 Os Sete Desperdícios

Desperdício nas palavras de Womack e Jones (2004) refere-se a tudo que não agrega valor ao produto, o que caracteriza um sério problema nos processos produtivos, devido a gastos em excesso com materiais, tempo dentre outros que poderão aumentar o custo dos bens produzidos, sem beneficiar a organização.

Assim, nos dias atuais é extremamente importante que as empresas tenham um pensamento enxuto, provendo recurso na quantidade e no tempo certo, produzindo com qualidade e na quantidade esperada.

Segundo Ohno (1998), o foco da produção enxuta é a eliminação total do desperdício, o que envolve, por sua vez, mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos.

Shingo (1985) classifica os desperdícios em sete categorias:

- 1) Perda por superprodução: dividida em dois tipos de superprodução: produzir em excesso, fabricando mais produtos que o necessário e, produzir antecipadamente, fazendo produtos antes do necessário;

- 2) Perda por espera: refere-se ao intervalo de tempo onde não ocorre nenhuma transformação no produto e pode ser classificada como perda por espera do operador, no processo ou do lote. (GHINATO, 2000);
- 3) Perda por transporte: perda que é inerente a todos os processos produtivos. Torna-se mais grave em virtude de inadequações do *layout* da unidade produtiva. Também se deve lembrar que esta atividade não agrega nenhum valor ao produto;
- 4) Perda por processamento: representa situações onde o desempenho do processo encontra-se abaixo do ideal ou quando há parcelas do processo que poderiam ser eliminadas (atividades que não agregam valor) sem afetar as funções ou características básicas do produto;
- 5) Perda por estoques: excesso de matéria-prima, de estoque intermediário ou de produtos acabados, gerando tempos de atravessamentos longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte, de armazenagem e atrasos;
- 6) Perda por movimentação: trata-se dos movimentos desnecessários feitos pelos operadores na execução de uma atividade. Assim como a perda por transporte, pode se tornar significativa devido a inadequações do *layout* produtivo;
- 7) Perda por produção de produtos defeituosos: a perda por defeitos é o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora de uma especificação ou padrão estabelecido. Além disso, os itens defeituosos precisam ser retrabalhados ou descartados.

Para Slack *et al.*, (2002) os sete tipos de desperdício descritos, são de simples utilização pela produção enxuta, a fim de identificar e reduzir os desperdícios. Assim, partindo do pressuposto dos autores é importante identificar e eliminar todos os tipos de desperdícios na cadeia produtiva, pois são atividades que não agregam valor ao produto e por outro lado só aumentam os custos de produção.

De acordo com Holanda *et al.*, (2012), em estudo realizado em uma indústria fabricante de máquinas de costura doméstica, instalada na cidade de Juazeiro do Norte, região do Cariri cearense, priorizando um tipo de perda específica, foi aplicado ferramentas da manufatura enxuta como *kaizen* (melhoria contínua),

produção puxada e *kanban*, obtendo como resultados, redução dos níveis de inventário em processo no fluxograma da empresa.

Werkema (2006), diz que perdas e desperdícios são constituídos por atividades que não agregam valor, gerando gastos de tempo e dinheiro. Atividades que não agregam valor devem ser eliminadas sem alterar o desempenho da empresa.

2.1.3 *Brainstorming*

A palavra *brainstorming* deriva da língua inglesa, em que o termo *brain* significa cérebro e *storming* significa tempestade, ou seja, “explosão de ideias”, explica Minicucci (2001), técnica utilizada para promover a interação de grupos de trabalho a fim de obter o maior número possível de ideias e sugestões para a solução de problemas.

Osborn (1957 *apud* MONGEAU, 1993), desenvolveu a técnica de *brainstorming* devido à frustração em relação à falta de ideias e criatividade de seus colaboradores na resolução de problemas. O principal objetivo da técnica é a liberdade da imaginação sem que o julgamento de ideias, interfira no processo criativo. Osborn afirma que a chave para a liberdade da imaginação de um indivíduo é a não discriminação de ideias e opiniões.

Segundo Junior *et al.*,(2006), esta conceituação tem o intuito de expandir e delinear ideias, porém com um enfoque pré-estabelecido. As ideias são originais de uma atmosfera sem inibições. O *brainstorming* busca pela diversidade de opiniões, partindo de um processo baseado na criatividade e da interação de um determinado número de pessoas, dividido em três fases: clareza e objetividade na apresentação do assunto, problema ou situação; geração e documentação das ideias e a análise e seleção das ideias.

O *brainstorming* de acordo com Minicucci (2001) envolve três fases a seguir descritas:

- 1ª fase - Exposição de abertura: o responsável apresenta o problema, bem como todas as informações relevantes que possam auxiliar na geração das ideias, apresentando claramente o objetivo da reunião;

- 2ª fase - Exposição de ideias: é a etapa de produção, onde efetivamente são expostas as ideias e sugestões quanto ao problema levantado, fase também denominada como produtiva;
- 3ª a fase - Fase de escrutínio: seleção das ideias para solucionar o problema.

O *brainstorming* é uma das técnicas mais utilizadas e conhecidas pela maioria das empresas a fim de solucionar problemas, por meio de ideias e opiniões diversas de um determinado número de pessoas, visando o aumento de produtividade.

Na Mercedes-Benz do Brasil, unidade de Juiz de Fora, o *brainstorming* é realizado para o levantamento de dados sobre tudo que é necessário para que o trabalho possa ser desenvolvido com qualidade. A equipe levanta ideias de ações para o alcance dos objetivos e metas são propostas, as quais quando aprovadas, são implantadas no processo. Nessa situação, apresentam-se os resultados alcançados para todos os envolvidos. A participação de uma equipe multidisciplinar no desenvolvimento de melhorias contribui significativamente para a eficácia dos resultados. (BRAGA, 2013).

Martins e Alta (2010), enfatizam que o *brainstorming* é um processo desenvolvido a partir de grupos de pessoas, em que ideias inovadoras são geradas e aplicadas, a fim de que melhorias possam ser implementadas.

Braga (2013, p. 43), ressalta ainda que “a eficiência e eficácia das iniciativas de processos de melhoria garantem relevantes benefícios para as empresas. Na maioria dos casos as metas, inicialmente fixadas, são superadas e outros resultados não previstos são alcançados”. A participação de toda a organização nas ações de melhoria é imprescindível para a continuidade das mesmas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo tem como finalidade apresentar e descrever os procedimentos metodológicos utilizados durante o desenvolvimento deste estudo, visando elaborar a proposta de melhoria partindo de uma alteração no desenho mecânico do flange de fechamento nas laterais dos tanques de transformadores de potência.

Os procedimentos metodológicos referem-se aos métodos de investigação para responder ao problema e atender aos objetivos traçados. Para Barreto; Honorato (2000, p. 72), é um “conjunto detalhado e sequencial de métodos e técnicas científicos a serem executados ao longo da pesquisa, de tal modo que se consiga atingir os objetivos inicialmente propostos”.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Dentre dos objetivos propostos, este estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória qualitativa e descritiva quantitativa.

A pesquisa exploratória para Gonçalves (2004, p. 37), tem como finalidade “descobrir melhor o problema-raiz que são apontados através de sintomas para se alcançar os objetivos”.

A pesquisa qualitativa, para Marconi e Lakatos (2008, p. 269), “preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos. [...] Fornece análise mais detalhada sobre as investigações”.

Na pesquisa quantitativa segundo Marconi e Lakatos (2008, p. 269), “vale-se de amostras amplas e informações numéricas”, considerado mais adequado para a investigação de valores.

A pesquisa descritiva segundo Malhotra (2001, p. 108), como o próprio nome indica, descreve alguma coisa, normalmente características ou funções de determinada população, ou fenômeno ou objeto.

3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Com o intuito de alcançar os objetivos traçados durante a elaboração deste estudo, elaborou-se o plano de pesquisa, dividido em etapas a seguir descritas.

De início, para a primeira etapa da pesquisa, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, que segundo Marconi e Lakatos (2008), abrange bibliografias tornadas públicas, ou seja, temas que já foram publicados sobre o assunto pesquisado, a partir de livros, revistas, artigos e documentos eletrônicos.

Na segunda etapa foi realizada observação no ambiente em estudo, ou seja, no departamento de caldeiraria de uma empresa do ramo eletromecânico, para coletar dados sobre o processo atual de fabricação do flange de fechamento.

Em seguida como terceira etapa foi realizada *brainstorming*, que consiste em reuniões organizadas em tempo não muito longo, em local informal, com um líder organizando a reunião da qual participam colaboradores com suas ideias sendo eliminadas as duplicadas, selecionando as que trazem oportunidade de inovações (COTEC, 1999).

A primeira reunião de *brainstorming* foi realizada com os colaboradores da seção Tanques de Força pertencente ao Departamento de Caldeiraria, no dia 10/08/2016 com duração aproximada de 30 minutos, onde após explicar alguns fundamentos da melhoria contínua com ênfase na identificação de desperdícios, em seguida foi dado a oportunidade para que o time contribuíssem com melhorias e sugestões.

A segunda reunião foi realizada no dia 15/08/2016, com duração de 45 minutos, onde de posse da demanda trazida pelos colaboradores na reunião primeira reunião, foi então definido os assuntos prioritários, dentre os quais o problema da solda do flange de fechamento do tanque, observado como um relevante potencial de melhoria.

A quarta etapa, foi para solucionar o problema, sendo proposto um *kaizen*, o qual teve a participação de soldadores envolvidos, este pesquisador como coordenador da área e do Kaizen e também analistas da engenharia de processos e engenheiros responsáveis pelo desenho mecânico.

O trabalho desta equipe multifuncional, partiu inicialmente do relato dos soldadores referente à dificuldade de atingir qualidade na execução do cordão de solda, devido a necessidade de dois cordões sobrepostos, por conta da altura de 10mm do cinto do tanque em relação à lateral. Esta informação foi de suma importância, pois na discussão em grupo, conclui-se que a altura poderia ser alterada de forma a solucionar o problema, sem causar nenhum impacto no funcionamento do equipamento.

De posse de todas as informações, elaborou-se então a proposta de melhoria, propondo um novo processo de fabricação do flange de fechamento nas laterais dos tanques de transformadores de potência, a qual foi encaminhada para uma comissão de especialistas da engenharia, para avaliação e validação da mesma e, posteriormente revisão das regras de elaboração dos desenhos de fabricação dos transformadores de potência.

A seguir, o Quadro 01 apresenta as etapas metodológicas realizadas para a elaboração do presente estudo.

Etapas/Tipo de pesquisa	Método de coleta de dados	Resultados
1ª Pesquisa bibliográfica	Bibliografias tornadas públicas, ou seja, livros, revistas, artigos e documentos eletrônicos.	Fundamentação teórica, com abordagem dos temas melhoria contínua, <i>kaizen</i> , sete desperdícios e <i>brainstorming</i> .
2ª Observação	Departamento de caldeiraria de uma empresa do ramo eletromecânico.	Descrição do processo atual de fabricação do flange de fechamento, com apresentação de imagens do processo atual
3ª <i>Brainstorming</i>	Duas reuniões organizadas com colaboradores da seção tanques de força, pertencentes ao departamento de caldeiraria com duração nos dias 10 e 15/08/2016.	Exposição de fundamentos da melhoria contínua e identificação de desperdícios. Contribuição de melhorias e sugestões. Identificação do problema da solda do flange de fechamento do tanque, observado como um relevante potencial de melhoria.
4ª <i>Kaizen</i>	Definido o time <i>Kaizen</i> com a participação de soldadores envolvidos, este pesquisador como coordenador da área e do <i>Kaizen</i> e também analistas da engenharia de processos e engenheiros responsáveis pelo desenho mecânico.	Elaboração da proposta de melhoria para a solda do flange de fechamento do tanque, para a melhor eficiência do processo

Quadro 1: Etapas metodológicas para a elaboração da pesquisa

Fonte: Autoria própria.

4 DESENVOLVIMENTO

O departamento de caldeiraria na empresa em estudo, no que se refere a parte mecânica do projeto possui 04 seções distintas:

- Seção de Preparação de Componentes: responsável pelo corte de peças, dobra, usinagem e preparação de kits de montagem de acordo com o projeto;
- Seção de Tanques: responsável pelo processo de fabricação de tanques de distribuição com potências de 45 KVA até 300 KVA, tanque industriais com potências de 300 KVA até 3000 KVA, tanques de média potência de 03 MVA até 20 MVA;
- Seção de Tanques Força: Responsável pelo processo de fabricação de tanques de potência elevada acima de 20 MVA;
- Seção de radiadores: responsável pela fabricação de todos os radiadores utilizados em todas as potências, sejam eles soldáveis ou destacáveis.

O conjunto caldeiraria, conforme demonstra a Figura 1, subdivide-se em quatro partes principais: tampa, tanque, conservador e radiadores.

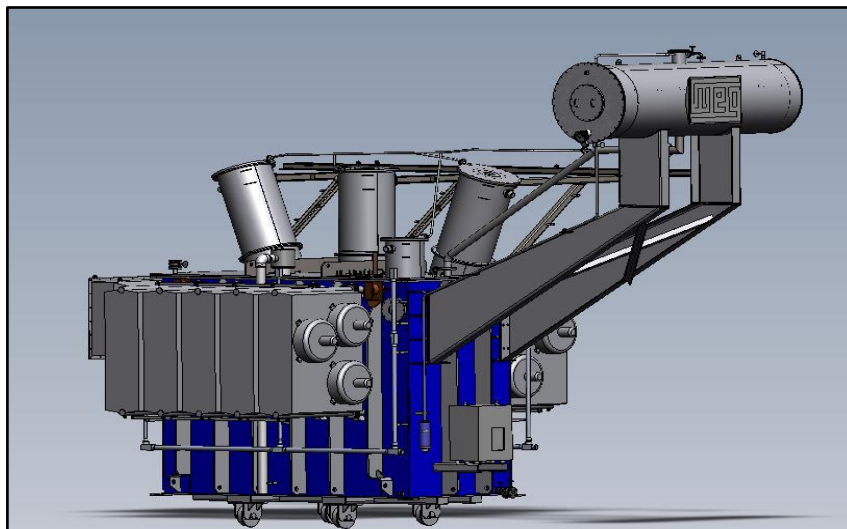


Figura 1: Conjunto Caldeiraria (Tampa, Tanque e Conservador e Radiadores)
Fonte: Autoria própria.

A tampa, têm como função através dos canecos circulares que são soldados sobre a mesma, sustentar as buchas de alta e baixa tensão e acomodar os TCs que

são equipamentos para monitorar a temperatura do transformador, também serve para fixar a parte ativa do transformador.

O tanque tem como função principal servir como invólucro da parte ativa e também de recipiente do óleo isolante da parte ativa.

O conservador tem o objetivo de permitir a expansão do óleo quando este se aquece e conseqüentemente se eleva, posteriormente e gradativamente permite que o mesmo retorne ao tanque quando a temperatura baixa (por isso é posicionado no ponto mais elevado).

Os radiadores posicionados ao redor do tanque têm a função de refrigerar o transformador quando estiver em uso, contribuindo para a redução do aquecimento do óleo.

No tanque, o flange de fechamento (Figura 2 – parte destacada em azul), é soldado na parte superior, para realizar a fixação da tampa no tanque.

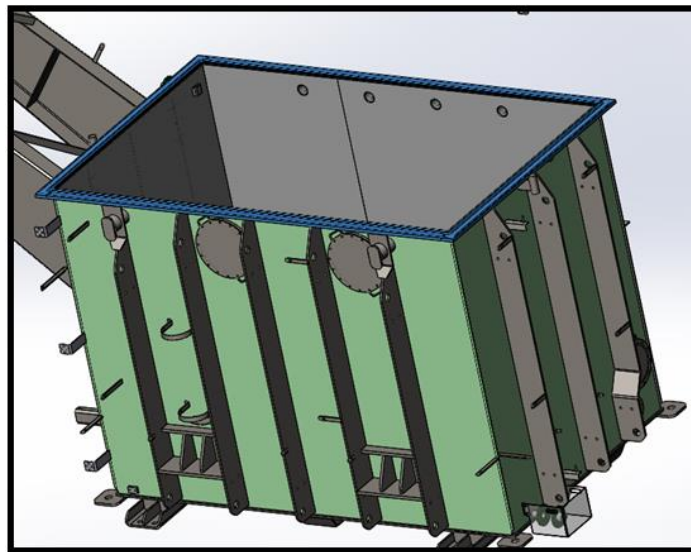


Figura 2: Flange de fechamento

Fonte: Autoria própria.

O flange, pode apresentar diversos formatos: circular, oblongo, quadrado, retangular e outros. O qual deve seguir a geometria do tanque e da tampa. A altura do posicionamento deste flange no tanque é o principal objeto de estudo deste trabalho.

4.1 MÉTODO ATUAL

O processo atual de fabricação do flange de fechamento (cinto) tem início na seção da preparação de componentes, onde a barra chata é cortada na serra fita (Figura 3a), na medida correta conforme desenho.



Figura 3a: Serra fita e 3b Programa de corte
Fonte: Autoria própria.

Quando o flange possui parte curva, o mesmo é cortado diretamente na máquina de corte, onde requer que a parte curva do flange seja inserida em um programa de corte, conforme demonstra a Figura 3b.

Posteriormente, o flange é cortado na máquina de corte plasma, conforme demonstrado na Figura 4a.

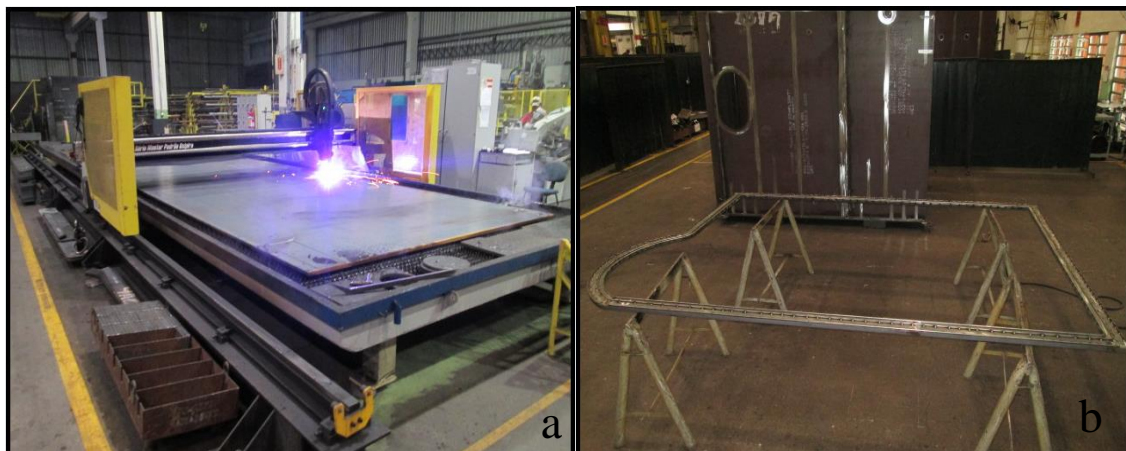


Figura 4a: Corte Plasma e 4b montar e soldar o flange
Fonte: Autoria própria.

Depois determinada a etapa de corte, o flange é entregue na seção de tanques de força, onde é emendado e soldado (Figura 4b).

Em paralelo ao processo de fabricação do flange o tanque já é montado com o fundo e as laterais, conforme a Figura 5a.

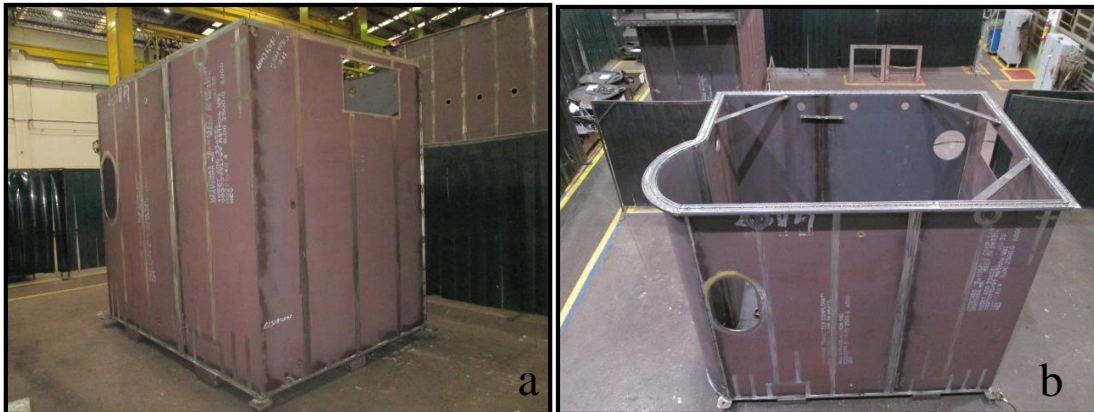


Figura 5a: Montagem Tanque e 5b Montagem flange sobre o tanque
Fonte: Autoria própria.

Para finalizar o processo, a última etapa é montagem do flange sobre as laterais, conforme a Figura 5b.

Para montar e soldar o flange no tanque, o soldador segue o desenho mecânico elaborado pelo projetista responsável pelo projeto. Para isso, o desenho apresenta um detalhe (Figura 6a), indicando a altura que o flange deverá ficar em relação às laterais, onde neste processo é sempre padrão de 10mm.

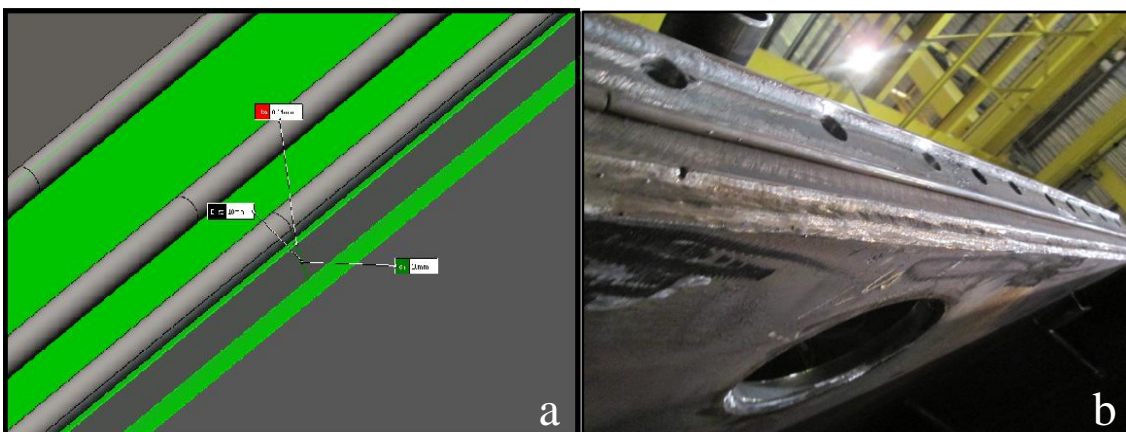


Figura 6a: Desenho de montagem flange fechamento e 6b Solda do cinto
Fonte: Autoria própria.

Sobre o cinto são soldados 03 limitadores de barra redonda de 08mm, os quais têm a função de impedir que a junta de vedação posicionada no local, se

desloque e perca sua função de vedar o tanque com a tampa, impedindo assim que o óleo isolante venha a vazar. Outra função é servir de apoio para a tampa, quando é realizado o aperto dos parafusos de fixação, principalmente sobre o 3º limitador, posicionado na extremidade externa do flange.

Estes limitadores também são soldados com solda contínua, igual a solda efetuada sobre a lateral para prender o flange. No processo atual devido à altura de 10mm, o soldador precisa, portanto, executar um cordão de solda sobre a lateral e outro acima deste cordão, até o primeiro limitador na extremidade interna (Figura 6b), porém o aspecto visual do cordão de solda é de pouca qualidade com descontinuidades e mordeduras.

O resultado da qualidade da solda foi o problema relatado pelos soldadores na primeira reunião de *brainstorming*, é, portanto, um dos objetivos a ser alcançado através da proposta apresentada.

4.2 MÉTODO PROPOSTO

Após duas reuniões de *brainstorming* e da definição de um time *kaizen*, o próximo passo foi a visita ao “gemba” (local onde o problema foi diagnosticado). Após acompanhamento do processo, os participantes se reuniram por cerca de 01 hora onde foi possível compreender a dificuldade de executar um cordão sobreposto ao outro com qualidade, evidenciou-se também que havia significativo desperdício de atividade que não agrega valor, conforme descrito no item 4 desse estudo.

Nesta reunião foram definidos os responsáveis em analisar o custo dos desperdícios encontrados e possíveis impactos que poderia haver em uma eventual alteração do processo. Com o objetivo de melhoria contínua, a equipe focou em aumento de qualidade e eliminação de desperdício de processamento desnecessário, porém, sem a necessidade de alterar as características funcionais do transformador.

Definiu-se o coordenador da equipe e as atribuições de cada área: A fábrica ficou responsável em levantar todas as dificuldades encontradas, para que a engenharia de processos analisasse alternativas de formas de soldagem, enquanto a engenharia do produto ficou responsável em analisar possíveis impactos de produtividade na engenharia, mudança funcional do transformador e custo do

produto. Após uma semana, a equipe voltou a se reunir onde chegou-se a seguinte proposta final.

A proposta é de que o processo de corte e montagem do flange de fechamento permanece o mesmo, a única alteração é o posicionamento do flange sobre as laterais do tanque, onde no método atual, a altura é de 10mm sendo necessários 02 cordões de solda, ocasionando algumas desvantagens conforme já citadas anteriormente.

A proposta da alteração de 10mm para 05mm na altura do flange em relação a lateral do tanque (Figura 7), proporciona vantagem de acordo com o apresentado no referencial teórico citado neste estudo, pois elimina desperdício, pois não será necessário soldar 02 cordões de solda, a altura proposta garante a qualidade do produto e reduz o custo em 50%.

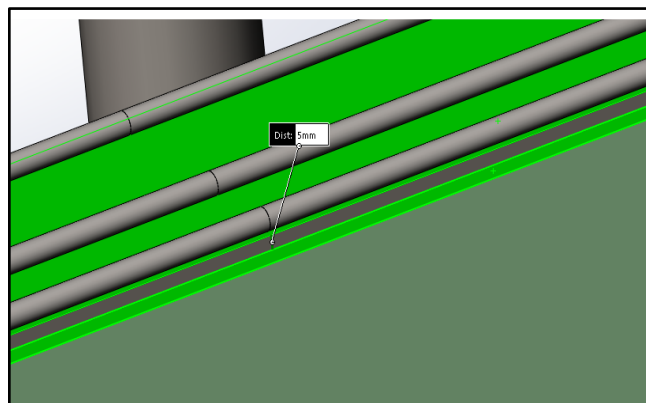


Figura 7: Alteração desenho montagem flange fechamento
Fonte: Autoria própria.

A proposta de alteração foi aceita pelo grupo como a melhor solução para o problema apresentado. O último passo foi então apresentar para a comissão de melhoria contínua da empresa, o comparativo entre os métodos e as vantagens alcançadas, descritas a seguir.

4.2.1 Comparativo Método Atual e Proposto

No comparativo entre os métodos atual e o proposto (Figura 8), é perceptível a melhoria de qualidade, pois no novo método o soldador consegue dar um único passo de solda e com isso garante a estanqueidade, aumentando a qualidade visual do cordão.

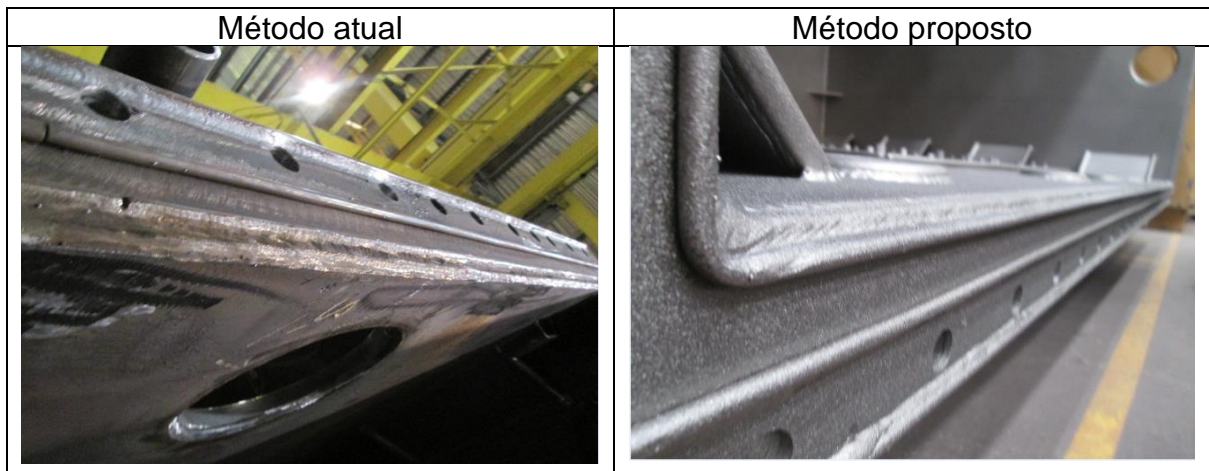


Figura 8: Comparativo de solda do método atual e do método proposto
 Fonte: Autoria própria.

No que se refere aos custos, a redução é de 50%, conforme pode-se observar na Tabela 1 que apresenta o tempo para soldar o flange no método atual.

Método atual		
Média do comprimento linear do flange de fechamento do tanque	Quantidade de cordão de solda	Tempo para soldar
12 Metros	2	01 hora

Tabela 1: Tempo médio para soldar flange no método atual
 Fonte: Autoria própria.

A Tabela 2 apresenta o tempo para soldar o flange no método proposto.

Método proposto		
Média do comprimento linear do flange de fechamento do tanque	Quantidade de cordão de solda	Tempo para soldar
12 Metros	1	30 minutos

Tabela 2: Tempo médio para soldar flange no método proposto
 Fonte: Autoria própria.

A redução de custo de materiais também é de 50%, representando relevante economia para a empresa. Para a obtenção da quantidade de arame de solda revestido de 1,2mm de diâmetro, inicialmente foi construído um corpo de prova (Figura 9), de 01 metro de comprimento, simulando de forma idêntica à forma construtiva do flange de fechamento com altura de 05mm.



Figura 9: Corpo de prova do flange
Fonte: Autoria própria.

Em seguida com uma bobina de arame novo, foi verificada a descrição da mesma com identificação de 18Kg, conforme demonstra a Figura 10 a seguir.



Figura 10: Bobina de arame novo com 18Kg
Fonte: Autoria própria.

Logo após, conforme pode-se observar na Figura 11, foi desbobinado 50 metros de arame, passando para uma segunda bobina, a qual foi inserido em uma máquina de solda.



Figura 11: Máquina de solda com bobina de 50mts de arame de solda
Fonte: Autoria própria.

Na sequência foi efetuado o cordão de solda sobre o corpo de prova e conferido à altura do cordão de solda, conforme a Figura 12.

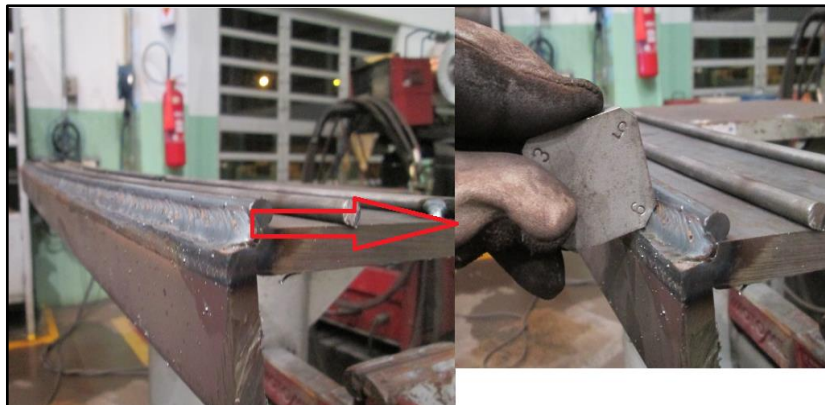


Figura 12: Cordão de solda efetuado com altura de 06mm
Fonte: Autoria própria.

Novamente foi verificado a metragem que restou da bobina de 50 metros e o quanto foi utilizado para soldar 01 metro do corpo de prova (Tabela 3). Para finalizar, foi realizado uma nova medição de 27 metros, conforme o que foi utilizado para soldar e então verificou-se o peso destes 27 metros de arame, para saber a relação em percentual do rolo de 18Kg.

O quê	Peso total da bobina	Peso dos 27 mts utilizados
Gramas	18000	235
%	100	1,31

Tabela 03: Porcentagem de Arame utilizado para 01 metro de solda
Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados apresentados na Tabela 3 é possível calcular a quantidade de material utilizado para soldar 12 metros de solda, o que corresponde à 01 tanque (média obtida entre os diversos tamanhos fabricados) e conseqüentemente para soldar a demanda anual de 408 tanques fabricados na planta de Blumenau.

Cálculo em Kg de arame de solda 1,2mm para soldar a demanda anual de 408 tanques.

Peso total da bobina	Peso utilizado para soldar 01 metro de solda	Metros de solda por tanque	Peso Utilizado para soldar 01 tanque	Demanda anual de tanques	Peso utilizado para soldar 408 tanques por ano
18kg	0,235235	12	2,82282	408	1151,71056

Tabela 4: Total em Kg de arame utilizado para atender a demanda de 408 tanques
Fonte: Autoria própria.

Sabendo-se que para soldar a demanda de 408 tanques anuais são necessários 1.151,7 Kg de arame de solda, é possível calcular o valor gasto, (Tabela 05) partindo do cadastramento do arame no sistema da empresa com o material 10156322 (Arame solda carbono – ER705-6 1,2mm) onde o custo por Kg é de R\$ 5,22.

Custo em R\$ para soldar 408 tanques

Demanda anual de tanques	Peso em Kg utilizado para soldar 408 tanques por ano	Valor em R\$ por Kg de arame	Valor total em R\$ para soldar 408 tanques
408	1151,71056	5,22	6011,929123

Tabela 5: Custo de arame
Fonte: Autoria própria.

Outro cálculo importante é o tempo de operação para soldar 408 taques e a economia do valor da mão de obra, conforme apresenta-se na Tabela 6.

Tempo total em horas para soldar 408 tanques e custo em R\$

Valor Hora Homem	Demanda anual de tanques	Tempo para soldar 01 tanque	Tempo total para soldar 408 tanques	Custo total Hora Homem
57,35	408	0,5	204	11699,4

Tabela 6: Tempo e custo da mão de obra
Fonte: Autoria própria.

A partir do exposto, é possível afirmar que a proposta de alteração é viável tanto do ponto de vista econômico quanto logístico, pois o processo será mantido, alterando apenas a altura do posicionamento do flange de fechamento sobre as laterais do tanque de 10mm para 05mm.

A redução de custos anual será de R\$17.711,32, sendo R\$6.011,92 de economia de arame de solda e R\$11.699,40 de redução de custo com hora homem. Também o tempo de processo será reduzido em 204 horas, estando alinhado com o objetivo do estudo que requer um produto competitivo, com melhores prazos, ao menor custo e na maior qualidade possível.

Este estudo foi aprovado pela comissão de melhoria contínua, oficializado na engenharia de produto e extensível às demais plantas da empresa, localizadas no Brasil e no exterior e com isso é possível elevar ainda mais os ganhos obtidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao elaborar a proposta de melhoria partindo da alteração no desenho mecânico do flange de fechamento dos tanques de transformadores de potência, concluiu-se que para a empresa, houve uma considerável redução de tempo de fabricação, custo do produto e melhor qualidade do processo, quanto à altura do flange de fechamento do tanque, o que demonstra a viabilidade da proposta, tanto do ponto de vista econômico quanto logístico, sem interferir na funcionalidade do produto.

Em síntese o trabalho contemplou todos os objetivos e apresentou excelente resultado do ponto de vista econômico, com a redução de custo de R\$ 17.711,32 ao ano, considerando a análise realizada apenas na empresa onde o trabalho foi desenvolvido. Porém a comissão de melhoria contínua da empresa, já solicitou que o trabalho seja estendido nas demais plantas da empresa, localizadas no Brasil e no exterior. Com isso, o valor poderá atingir uma redução de custos em aproximadamente R\$ 50.000,00 anuais.

Para a empresa em estudo, esta melhoria foi determinante não somente pelos resultados financeiros ou de qualidade, mas também pelo envolvimento da equipe multifuncional, a qual demonstrou empenho em identificar o problema, ouvindo as pessoas interessadas, envolvendo-as nas decisões, tornando-as também responsáveis pelo resultado a ser alcançado.

Desse modo, a partir do exposto, pode-se dizer então, que os objetivos traçados para a elaboração deste estudo foram alcançados, bem como foi possível responder as perguntas inerentes sobre ao processo de fabricação do flange de fechamento, reduzindo custos e eliminando desperdícios.

Vale ressaltar que o estudo também foi relevante tanto para o crescimento pessoal quanto para o profissional, pois foi sem dúvida uma grande experiência, uma vez que ao ser o líder desta equipe de melhoria, pode-se perceber que o envolvimento das pessoas desde o chão de fábrica até a diretoria da empresa é a chave do sucesso, sendo que a melhoria é um processo contínuo, o qual agrega valores fundamentais para o fortalecimento do trabalho em equipe.

Na empresa em estudo, também já estão sendo realizadas, novas reuniões de *brainstorming*, para futuros trabalhos, a fim de identificar os problemas e/ou sugestões de melhorias no processo de fabricação do tanque, onde os resultados

obtidos, certamente vão impulsionar a realização de novos estudos e novas conquistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NECO, M. R. A. **Melhoria contínua**: um estudo de caso sobre a implantação na área administrativa de uma empresa e os seus resultados. Monografia. Universidade Federal do Paraná-UFPR. 2011. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/33855/MARILIS%20ROCHA%20ALBUQUERQUE%20NECO.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

BARRETO, A. V. P.; HONORATO, C. T. **Manual de sobrevivência na selva acadêmica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Objeto Direto, 2000.

BRAGA, K. F. **Kaizen**: estudo de caso em uma indústria automobilística. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Katiuscia.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

BRIALES, J. A. **Melhoria contínua através do kaizen**: estudo de caso Daimlerchrysler do Brasil. 2005. Dissertação. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_19126.pdf>. Acesso em: 15 no.v 2016.

CAFFYN, S.; BESSANT, J. **A capability-based model for continuous improvement**. Proceedings of 3th International Conference of the EUROMA. London, 1996.

CORRÊA NETTO, O. J.; VIEIRA, G. E. **Kaizen 3p** - 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. Disponível em: <http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00026_PCN64305.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2016.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2005.

COTEC. **Pautas Metodológicas em Gestion de la tecnologia y de La Inovación para Empresas**. Madrid: Innovation, 1999. Disponível em: <file:///D:/Downloads/Machado_R_Melhoria%20Continua.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2016.

FRANCISCO, W. C. **Engenharia de produção**. 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_216_277_26873.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

GHINATO, P. **Produção & competitividade**: aplicações e inovações. Recife: UFPE, 2000.

GONÇALVES, C. A. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

HOLANDA, S. A. *et al.* **Estratégias de melhoria contínua para redução dos níveis de inventário em processo**. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_157_914_20770.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen**: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.

JUNIOR, I. M. *et al.* **Gestão da qualidade**. 8 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

JAGER, B.; MINNIE, C.; JAGER, J.; WELGEMOED, M.; BESSANT, J.; FRANCIS, D. Enabling continuous improvement: a case study of implementation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 15, n. 4, p. 315-324, 2004. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/Artigo%20-%20Carla-Toledo%20-%20Gepros%20-%20310512.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2016.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAURICIO, F. H. *et al.* **Aplicação do kaizen para melhoria na fabricação de componentes soldados em uma cooperativa metalúrgica**: um estudo de caso. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_007_22068.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

MINICUCCI, A. **Técnicas do trabalho de grupo**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MONGEAU, P. A. The Brainstorming Myth. In: **Annual Meeting Of The Western States Communication Association**. Albuquerque, 1993. Disponível em: <<file:///D:/Downloads/65-1061-1-PB.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

MOTTA, P. R. **Transformação organizacional**: a teoria e prática de inovar. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ROBLES, J. A. **Custos de qualidade**: uma estratégia para a competição global. São Paulo: Atlas, 1994.

RUFINO, S. **(Re)fazer, (Re)modelar, (Re)criar**: a autogestão no processo produtivo. São Paulo, 2005. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://sistemas-producao.net/redecoop/images/pdf/teses/tese-sandrarufino-2005.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

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

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.

SHINGO, S. **A revolution in manufacturing**: the SMED system. Tradução de: Andrew Oillon. Stamford: Productivity Press, 1985.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

WATSON, G. H. **The benchmarking workbook**. Portland, Oregon: Productivity Press, 1992.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma**: introdução às ferramentas do *lean manufacturing*. Série Seis Sigma, v. 4. Belo Horizonte/MG: Werkema, 2006.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 6 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.