

Aplicação de gerenciamento em projetos Lean Seis Sigma com melhoria da qualidade: um estudo de caso em uma indústria automotiva

Luana Carla da Silva (UNIMEP) lcarla@unimep.br
Fernando Aparecido da Silva (UNIMEP) sonando@uol.com.br

Resumo:

A globalização dos mercados mundiais provocou profundas modificações nas organizações, gerando desafios como a redução de custos e melhores índices de qualidade para manter-se competitivos no mercado. Por esse motivo, cada vez mais as empresas buscam metodologias de gestão que lhes permitam, reduzir custos, melhorar a qualidade, aumentar a rentabilidade e satisfação dos clientes. Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. Neste artigo foi desenvolvido um estudo de caso utilizando conceitos de gerenciamentos de projetos aliado com o Lean Six Sigma com o propósito de melhoria da qualidade e redução de custos em uma linha de produção, utilizando ferramentas largamente utilizadas na produção, tais, como, Total Preventive Maintenance (TPM), DMAIC, Ishikawa, Pareto e Kaizen.

Palavras chave: Gerenciamento de projetos, Seis Sigma, Manufatura Enxuta.

Application of management in Lean Six sigma projects with quality improve: Study case in an automotive industry

Abstract:

The worldwide market globalization brought deep enterprise amendments, creating challenges as cost reduction and better quality index in order to sustain the competitive level in the market. For this reason, even more companies are seeking management methodologies that allow them to cost reduction, quality improvements, increase profitability and customer satisfaction. The Six Sigma is a managerial orderly strategy and quantitative that has as purpose to increase expressively the performance and industries' profitability through products and process quality improvement and customer and consumer satisfaction enhancement. This paper present a case study using project management concepts combined with the Lean Six Sigma in order to quality improvement and cost reduction through production tools such as, Total Preventive Maintenance (TPM), DMAIC, Ishikawa, Pareto and Kaizen.

Key-words: Project management, Six sigma, Lean Manufacturing.

1. Introdução

Projetos Six Sigma estão estritamente próximos a estratégia gerencial da empresa, que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas através da melhoria da qualidade de produtos e processos, aumento da satisfação dos clientes, e também, consumidores (WERKEMA 2012).

O Six Sigma surgiu no final da década de 80 na sede da Motorola, com o objetivo de tornar a empresa mais eficaz contra seus concorrentes que estavam fabricando na época produtos e serviços com maior qualidade e a um custo mais baixo (PANDE, NEUMAN e CAVANAGH,

2000).

A metodologia Six Sigma vem sendo amplamente utilizada e difundida nas empresas nos dias de hoje, através de uma abordagem baseada em projetos estruturados usualmente conhecido como DMAIC, que podem ser classificados, como as fases de um projeto Six Sigma, conforme a seguir: Define (Definir); Measure (Mensurar); Analyze (Analisar); Improve (Melhorar) e Control (Controlar).

Um projeto Seis Sigma possui, desde sua fase Definir, um contrato (charter), onde devem ser explicitados os principais envolvidos (stakeholders) e as metas almejadas (Joglekar, 2003). A existência desse charter desde o início do projeto, premissa indispensável na área de gestão de projetos, mostra como a metodologia Seis Sigma incorporou boas práticas de gestão de projetos desde sua criação. Entretanto, nas fases seguintes, a metodologia Seis Sigma não prevê um uso organizado e estruturado de ferramentas de gestão de projetos, provavelmente porque usualmente projetos Seis Sigma focam-se em poucas ações associadas ao grupo participando do projeto.

A metodologia Lean Six Sigma é largamente aplicada em projetos que tem o intuito de melhorar a qualidade e a produtividade dos setores produtivos. Projeto pode ser definido como um esforço temporário empreendido para criar um bem, serviço ou resultado exclusivo. O término é alcançado somente quando os objetivos tiverem sido atingidos ou quando se concluir que os objetivos não são mais necessários ou ainda quando o projeto não for mais necessário (PMBOK, 2008).

Neste artigo será abordado um estudo de caso, utilizando dados quantitativos para conduzir um projeto de Six Sigma de melhoria da qualidade e redução de custos em uma linha de produção.

2. Lean Six Sigma e Gerenciamento de Projetos

O Six Sigma visa de maneira estruturada, incrementar a qualidade por meio de melhoria contínua dos processos envolvidos na produção de um bem ou serviço, considerando todos os aspectos importantes de um negócio (ROTONDARO et al., 2002).

A definição dos projetos é uma das atividades mais importantes do processo de implementação do Six Sigma, pois os projetos que foram bem selecionados conduzirão a resultados rápidos e significativos e, conseqüentemente, contribuirão para o sucesso, mas se os projetos forem escolhidos inadequadamente resultarão na ausência de resultados, além da frustração de todos os envolvidos desmotivando a implementação do Six Sigma na empresa (PARAST, 2011 e WERKEMA, 2012).

Projeto Six Sigma aparentemente diferem dos projetos de Pesquisa & Desenvolvimento em vários aspectos, pois os projetos de Six Sigma são mais focados na aplicação e orientação para resultados, em menor tempo de execução e com um comportamento mais determinístico com os resultados, requerendo a participação de todos os interessados (PADHY e SAHU, 2011).

Porém, poucas ferramentas estão disponíveis para priorização e seleção de projetos Six Sigma (Su e Chou, 2008). Em algumas organizações, a seleção e priorização de projetos são baseadas em julgamentos particulares acarretando riscos no resultado do projeto.

Harry e Schroeder (2000) afirmam que projetos inovadores de Six Sigma devem estar atrelados aos mais altos níveis de estratégia na organização, pois servem de apoio instantâneo em relação aos objetivos. Os projetos de nível empresarial devem ser baseados em objetivos estratégicos, enquanto os projetos de nível de operação devem concentrar seus esforços em problemas operacionais e técnicos, principais para metas e objetivos estratégicos. E, por fim o nível de

processo, os projetos devem se concentrar em processos e características críticas para a qualidade, pois oferecem o maior retorno financeiro e satisfação do cliente.

No final da Segunda Guerra Mundial (1945), quando o Japão perdeu a guerra, esta data marcou também um recomeço para a Toyota, pois um jovem engenheiro saiu para observar a maior e mais eficiente complexo fabril do mundo na época. Ohno (1997) afirma que implementar o sistema de produção visto era inviável no Japão devido a diversos motivos, tais como: o mercado doméstico era limitado; força de trabalho nativa do Japão não estava mais predisposta a ser tratada como custo variável; a compra de tecnologias de produção ocidentais mais recentes em larga escala era impossível, pelo motivo que a economia do país na época estava devastada pela guerra.

E deste início experimental que nasceu na Toyota, surgiu um Sistema de Produção Toyota, conhecido mundialmente como Lean manufacturing.

O sistema Lean tem como objetivo eliminar desperdícios, eliminar tudo que não agrega valor. A junção do Seis Sigma ao Lean, permite que a empresa desfrute dos pontos fortes de ambas metodologias. Resultando-se assim no que chamamos de Lean Six Sigma que consiste em uma estratégia, poderosa e eficaz para solução de problemas (WERKEMA 2006). A relação entre projetos e processos está na forma de organização das atividades envolvidas. A partir do momento que esta organização não consegue fluir no nível operacional, surge-se a necessidade de um projeto (VALLE 2007).

Conforme Heldman (2006), o conceito de gerenciamento de projeto se refere à aplicação de um conjunto de conhecimentos, competências, ferramentas e técnicas diretamente às atividades de um projeto, com o objetivo único do alcance dos requisitos para o qual ele foi concebido. A aplicação deste conjunto de ferramentas e técnicas sobre um conjunto de entradas oriundas de outros processos produz o que chamamos de saídas dos processos de gerenciamento de projetos, o que permite a execução do gerenciamento do projeto em todo o seu ciclo: iniciação, planejamento, controle e encerramento.

3. Técnicas do Sistema Toyota de Produção

Entre as diversas técnicas e conceitos gerados através do Sistema Toyota de Produção, destacam-se as técnicas que serão apresentadas a seguir:

3.1 Total Preventive Maintenance (TPM)

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em estado no qual este possa desempenhar uma função requerida (NBR 5462, 1994).

Tal abordagem foi difundida após a industrialização, quando era necessário recolocar a máquina ou equipamento em funcionamento, porém, era necessário mais que consertar aquilo que estava mal, era preciso fazer com que o equipamento não mais deixasse de funcionar ou estar disponível no momento apropriado e requerido para o uso. Essa abordagem deixava de ser responsabilidade somente do setor de manutenção e passava então a englobar todos os níveis da empresa.

Nesta linha de raciocínio, Suzuki (1994), diz que O TPM tem como base a participação de todos os membros da empresa, desde a alta gerência aos membros da linha de frente e é realizado por meio de atividades em pequenos grupos.

3.2 Kaizen

Para Martins e Laugeni (2009) o termo Kaizen é formado a partir de KAI, que significa modificar, e ZEN que significa para melhor.

Werkema (2012) define Kaizen, termo japonês que significa melhoramento contínuo, é uma metodologia para o alcance de rápidas melhorias, que consiste no emprego organizado do senso comum e da criatividade dos colaboradores. Esta metodologia é conduzida por uma equipe de pessoas com diferentes funções e cargos hierárquicos na empresa.

A aplicação desta ferramenta engloba a utilização de outras técnicas tais como: Just-in-time, 5S, TPM, Kanban, Círculos da qualidade, Poka-yoke, entre outros, ou seja, o Kaizen é muito mais uma filosofia que uma maneira pronta e metódica de se fazer alguma melhoria.

O Kaizen como filosofia gerencial é bem mais amplo que a Gestão da qualidade total, pois abrange a necessidade de melhoria contínua dos gerentes, dos operários em todos os aspectos da vida (MARTINS E LAUGENI, 2009)

O Kaizen não deve ser utilizado em demasiadamente, pois alguns projetos de melhoria são mais robustos e tornam o processo mais lento e demorado. Porém George, Rowlands, Prince e Maxey (2005), esta metodologia deve ser utilizada quando os desperdícios forem explícitos, escopo de um problema está claramente definido e compreendido; e por fim, os resultados necessitam ser imediatos.

Uma avaliação similar nos diz que o Kaizen é a busca incremental, melhorias e inovações que têm impacto sobre todas as atividades que fazemos todos os dias. Assim, o Kaizen ainda é considerado um conceito em evolução, o que resultou em sentidos diferentes em função do tempo e o contexto organizacional em que são apresentados (TOZAWA E BODEK, 2002).

4. Estudo de Caso

O presente estudo foi realizado em uma empresa de autopeças automotiva, presente no Brasil e em diversos países do mundo. Esta empresa é uma das líderes no segmento que atua.

Na organização da empresa tem-se presente a utilização de programas de melhoria contínua, formando grupos com pessoas de áreas diversificadas, que tem como intuito eliminar quaisquer desperdícios, reduzir custos ou melhoria da qualidade nos processos de fabricação.

Com o objetivo de omitir o nome ou razão social da empresa, neste presente trabalho trataremos o nome da empresa como Quali X. Realizando a análise dos quatros principais indicadores internos, segurança, entrega, refugo e qualidade algumas observações iniciais notou-se a necessidade de aplicar um projeto Six Sigma em uma célula de produção Y, que obtém alto índice de falhas e retrabalho em seu processo de fabricação.

5. Aplicação Six Sigma (DMAIC)

Neste trabalho, o método DMAIC foi estudado em profundidade abrangendo as cinco fases da metodologia *Six Sigma*, ou seja, *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control* conforme os próximos passos a seguir, com o objetivo de aumentar o nível da qualidade.

5.1. Define

O primeiro passo é definir o problema, e também, o que é considerável aceitável no processo. Na empresa Quality X verificou-se que a célula de produção Y, analisando os 4 principais indicadores do processo: segurança, entrega, refugo e qualidade. O único indicador que

apresentava resultados acima do planejado, foi o indicador de refugo, conforme Figura 2.

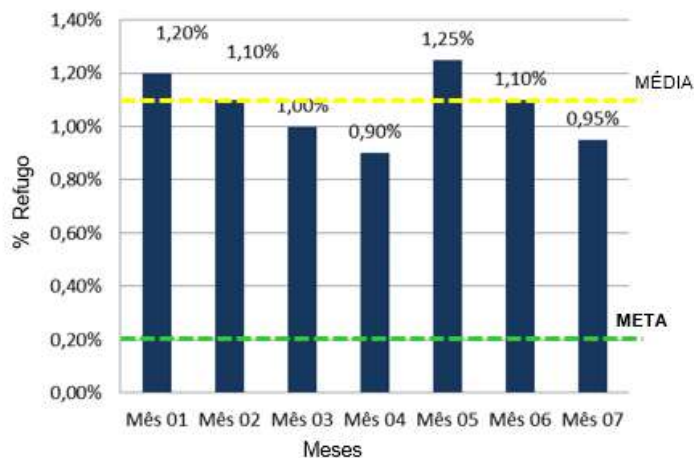


Figura 1 - Refugo Mensal da linha de produção Y

Como apresentado na Figura 3, a meta mensal de refugo para a linha de produção Y é de 0,20%. Atualmente a média de refugo mensal é de 1,10%, esse valor reflete entre a quantidade de produzida e refugada. Na Figura 4 podemos analisar quantidade de refugo por célula, assim a célula de brasagem representa 80,2% do refugo mensal.

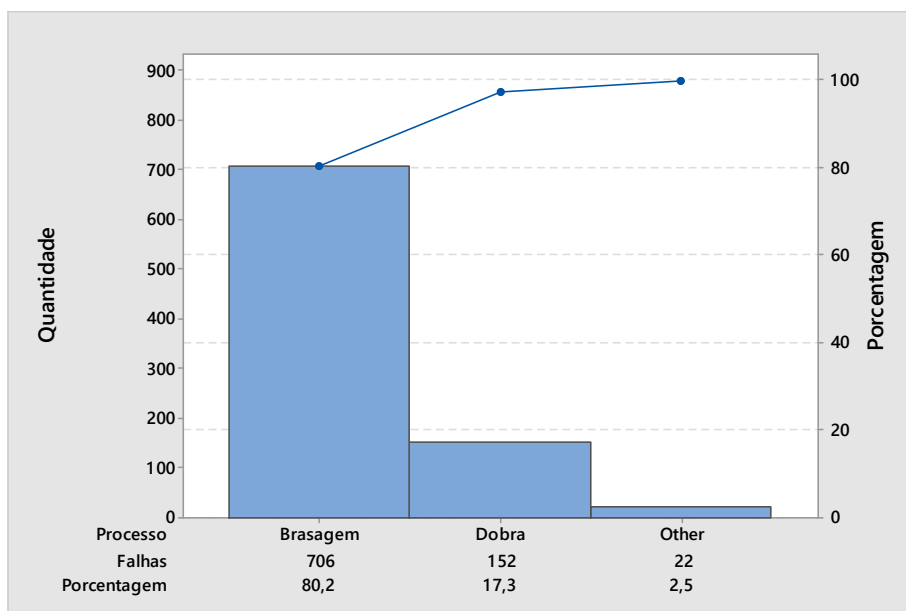


Figura 2 - Estartificação de refugo por célula de produção

O projeto se torna importante, pois a Quality X não está conseguindo atingir as metas de refugo previamente estabelecidas, acarretando atraso na entrega para a próxima célula de produção, podendo ocasionar parada, excesso de produção entre estoque (para absolver a quantidade de peças refugadas no processo desta célula) e atraso na entrega para os clientes, além de estar gerando um déficit financeiro para a empresa, que totaliza aproximadamente 6 mil reais mensais.

Conforme apresentado no fluxo de processos na Figura 4, abaixo, a célula de brasagem é um processo intermediário, entre as células de dobra e montagem fina, assim, conforme mencionado acima, qualquer problema tanto relacionado a qualidade ou produção, afeta o fluxo de produção da linha.



Figura 3 - Fluxograma de processo

Este projeto deve ser desenvolvido, devido a questões financeiras e técnicas, podendo a empresa Quality X levar algum demérito e como consequência perder certificação de qualidade ou de fornecimento o que acarretará em perda de clientes.

5.2. Measure

Para realizar a mensuração dos dados, o primeiro passo, é a verificação dos dados para a focalização do problema. Utilizaremos o Diagrama de Pareto que ordena os problemas, identificando os mais importantes e medindo-os em diversas escalas, ou seja, há muitos problemas sem importância diante de outros mais importantes. Assim apresentado na Figura 3 a célula de produção “Brasagem” corresponde a 80,2% do refugo, no período analisado de 7 meses. Após a verificação dos dados de refugo, segue-se com a estratificação dos índices, conforme Figura 5.

Nota-se que a principais falhas que ocorrem na célula “brasagem” é falha de tubo superaquecido, que corresponde 67,8%, tornando as outras falhas insignificantes no momento. Estes dois fatores serão trabalhados posteriormente com técnicas do *lean manufacturing* como, por exemplo, *Total Preventive Maintenance* (TPM) e *Kaizen*.

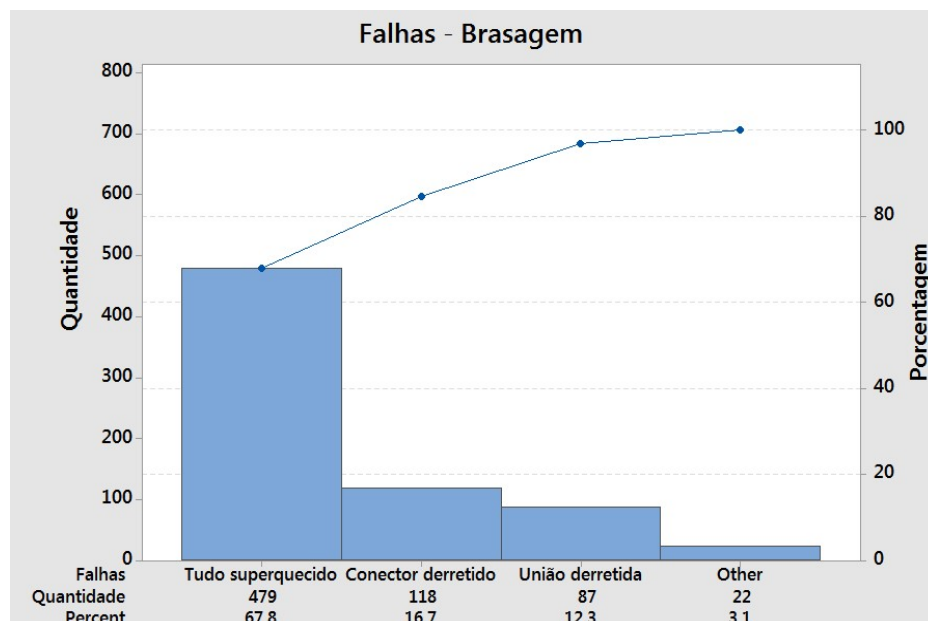


Figura 4 - Estratificação das principais falhas

Para estruturar as melhorias é necessário definir a meta específica que é a redução do índice de

refugo para 0,2%, através da eliminação da falha de tubo superaquecido este índice poderá ser alcançado.

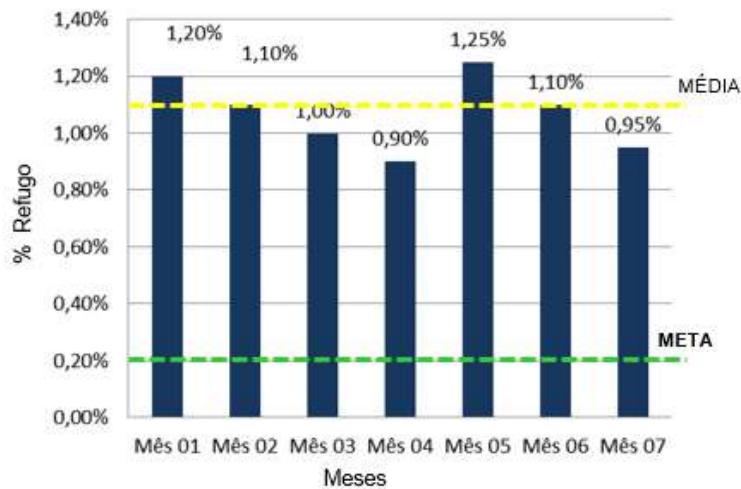


Figura 5 - Estratificação das falhas e meta

5.3. Analyze

Com o intuito de identificar as principais causas dos problemas, os *stakeholders* do projeto se reuniram, baseando na experiência de trabalho de cada um, com a finalidade de identificar as potenciais causas de problemas através de um brainstorming, que resultou primeiramente em uma Diagrama de Ishikawa, ferramenta largamente utilizada em projeto de Six Sigma, conforme a Figura 7.

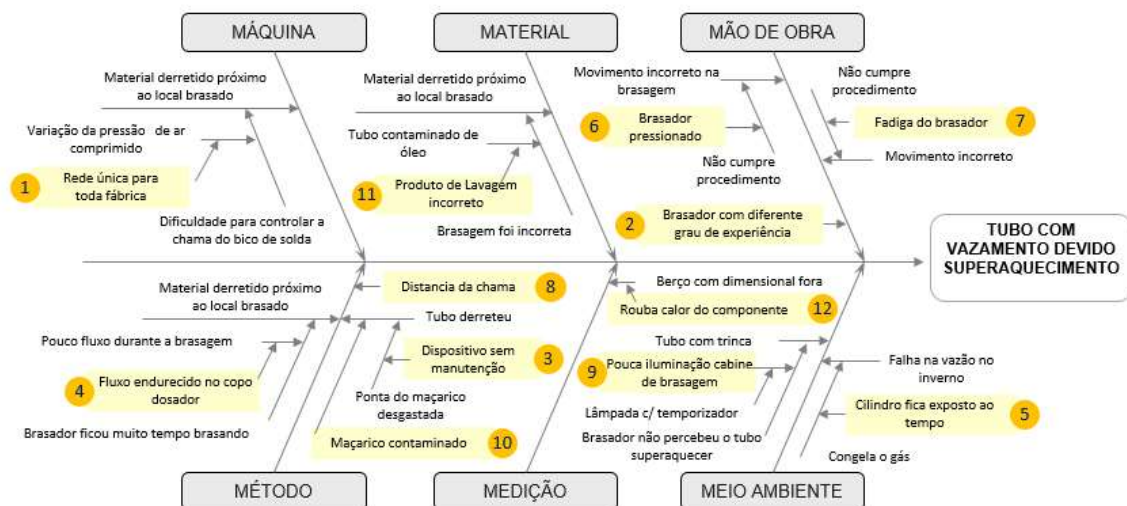


Figura 6 - Diagrama de Ishikawa

Nota-se que os *stakeholders* chegaram a um consenso que a falha do tubo com vazamento devido superaquecimento pode estar relacionada a 12 causas possíveis, conforme Tabela 1.

Item	Causa possível	Item	Causa possível
1	Rede única de ar comprimido	7	Fadiga do operador durante o processo
2	Operadores com experiências diferentes	8	Distancia da chama sem padrão
3	Dispositivo de brasagem sem manutenção	9	Iluminação inadequada
4	Fluxo endurecido no copo dosador	10	Maçarico contaminado durante o processo
5	Cilindro de ar exposto ao tempo	11	Produto com resquícios de óleo
6	Brasador trabalhando sobre pressão	12	Espessura do berço acima do especificado, roubando calor do componente

Figura 7 - 12 causas possíveis que influenciam na falha

Esta fase do projeto é muito delicada, pois se a parte da análise for feito de maneira incorreta todo o trabalho daqui para a frente estará perdido.

Para o aprofundamento das análises, o próximo passo foi a utilização da ferramenta Diagrama de dificuldade X Impacto com as 12 causas possíveis foram utilizadas outras ferramentas da qualidade utilizando outras ferramentas da qualidade.

O Diagrama de Dificuldade X Impacto foi utilizado para selecionar as 12 possíveis causas e eliminar aquelas que demandavam um alto esforço e geravam um baixo impacto na solução do problema, conforme Figura 9.

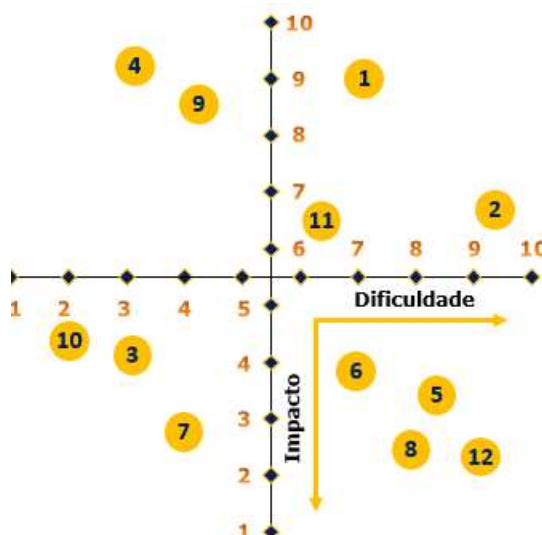


Figura 8 - Diagrama de dificuldade e impacto

Assim, obteve-se 8 causas restantes, essas causas demandam baixo esforço para implementação e alto impacto na solução do problema, o próximo passo foi a utilização do Diagrama de relações, onde analisa-se a inter-relação que existe entre as causas, simplificando a busca por soluções de problemas através da indicação das diversas causas envolvidas em um problema e suas relações.

Com isso, as causas que possuíam maior probabilidade de gerar problemas foram selecionadas pela equipe: Rede única de ar comprimido; Fluxo endurecido no copo dosador e iluminação inadequada na brasagem.



Figura 9 - Diagrama de relações

5.4. Improve

Através do brainstorming realizado pelos *stakeholders* as causas foram levantadas com o intuito de eliminar a falha de tubo superaquecido, que representa 80,2% do refugo da linha de produção Y.

Conforme abordado anteriormente, após a utilização de diversas ferramentas e análise do time, conclui-se que três fatores estão relacionados diretamente com a falha, sendo eles: rede única de ar comprimido, iluminação inadequada na cabine de brasagem e fluxo endurecido no copo dosados. A seguir serão descritos os problemas e a proposta para análise.

- Rede única de ar comprimido

Um dos fatores relacionados diretamente com a falha, é que a rede de ar comprimida das cabines de brasagem é rede única, assim dependendo do grau de utilização em outros acarreta a variação no fornecimento de ar nas cabines de brasagem.

Assim durante o processo de brasagem do tubo, com esta variação da chama, o operador encontra dificuldade para ajustar a chama do maçarico. Com isso, sendo um processo totalmente visual e dependente do visual do operador, para garantir o correto preenchimento com o material de adição, o operador excede o tempo de aquecimento com a chama, assim excede-se o tempo necessário. Então, é ocasionado o superaquecimento da peça, onde, internamente na empresa Quality X, denomina-se de tubo superaquecido.

Para sanar este fator foram avaliadas duas possíveis melhorias: a primeira consistiria na instalação de um compressor em cada cabine de brasagem; e a segunda seria em realizar um fechamento em anel na rede de ar comprimido na célula de brasagem.

A opção escolhida pelo grupo para implementação devido ao custo, rapidez, eficácia e facilidade na implementação, foi a segunda opção, assim após o fechamento da rede de ar comprimido. Com essa ação estabilizou-se o fornecimento de ar para as cabines de brasagem, eliminando a variação durante o dia.

E após o *Kaizen*, pode-se destacar a diminuição na variação da rede através de acompanhamento com a equipe de manutenção, resultando na melhoria do índice de refugo.

Em relação ao tempo da realização do setup da chama do maçarico, a diminuição foi de 60%, pois como a rede está sem oscilação, a dificuldade para ajuste diminuiu.

- Fluxo endurecido no copo dosador

O processo de brasagem consiste na utilização do arame de solda (material de adição para fazer a junção entre o tubo de alumínio e outro componente), este arame deve ser envolto em um por um fluxo (liquido de composto químicos que ajudam na junção do material). Após molhar o arame neste fluxo, o mesmo é aquecido pela chama do maçarico e posicionado no local para preenchimento com material.

O fator identificado foi que o fluxo endurecido no copo de armazenamento, o operador ao realizar o procedimento de mergulhar o arame, não aplicava quantidade suficiente, devido o mesmo estar endurecido no copo, com esta condição falta quantidade de fluxo durante o processo de brasagem e para o operador preencher corretamente o local ele permanecia com a chama por mais tempo no mesmo local, ocasionando a falha de tubo superaquecido.

Foi implementado um sistema elétrico que a cada uma hora é acionado um dispositivo sinalizador, onde o operador verifica a condição do fluxo de brasagem, após a verificação e anotação em folha de registro, este dispositivo é desacoplado.

Para garantir a eficácia da ação foram realizados treinamento com os operadores, líderes e os manuais de operação foram alterados.

- Iluminação inadequada nas cabines de brasagem

Uma característica importante do processo de brasagem manual é o ponto de fusão do material, que deve ser observado pelo operador durante o processo para verificar o correto preenchimento.

Foi levantado durante a análise em loco, no processo, que os operadores possuíam dificuldades para enxergar corretamente, um dos fatores é pela iluminação fraca do ambiente, que, somado à utilização de óculos especiais de solda, tornavam o processo mais difícil. A fábrica possuía, também, um temporizador que, em determinados períodos do dia, desliga as luzes da fábrica, ficando somente com a luz natural.

O grupo realizou uma medição da luminosidade na célula, onde detectou que num certo período do dia, quando as luzes da fábrica eram desativadas, a luminosidade natural não era suficiente.

O grupo discutiu duas possíveis soluções: a primeira foi desativar o temporizador; e a segunda foi a implementação de luminárias de LED nas cabines. A segunda opção foi implementada devido a economia de energia.

Assim com a luminosidade adequada para trabalho de 1100lux, os operadores conseguem visualizar melhor o ponto de fusão do material durante o processo.

5.5. Control

As metas específicas foram alcançadas utilizando as ferramentas que foram descritas anteriormente. Conforme apresentado na Figura, após a implementação das ações conseguiu-se obter um ótimo resultados na redução da falha de tubo superaquecido.

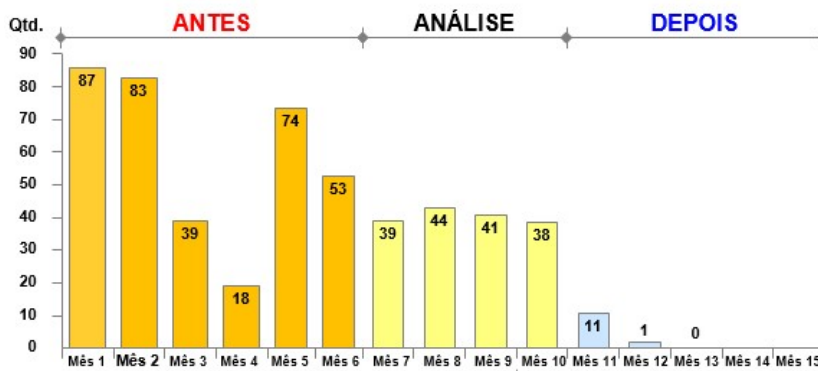


Figura 10 - Gráfico de acompanhamento

Para padronização foram alteradas a ficha de inspeção do equipamento, solicitando a verificação da pressão da rede de ar comprimido, verificação do funcionamento do dispositivo de alerta para verificação da condição do fluxo e das luminárias de LED.

A monitoria dos indicadores de produção é controlada diariamente, com o propósito de controlar quaisquer alterações, se necessário tomar medidas para a correção.

6. Conclusão

A integração entre o Seis Sigma e o Lean Manufacturing, por meio da incorporação dos pontos fortes de cada um deles, é denominado Lean Seis Sigma, uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos.

O *Lean Six Sigma* atrelado o Gerenciamento de Projetos podem contribuir de forma efetiva para garantir uma eficiente implantação de melhoria com agilidade, flexibilidade e com extrema facilidade para integrar, bastando para isso que a liderança organizacional saiba utilizar ambas metodologias de forma lógica e sabendo explorar o melhor de suas funções, foco e benefícios.

O papel da utilização de técnicas de gestão, como Lean Six Sigma e gerenciamento de projetos, onde ambas estão inseridas comumente em empresas de grande porte, em contrapartida, em empresas de pequeno e médio porte, a utilização destes métodos não são tão difundidas.

O artigo buscou contribuir com a visualização de um comparativo das dimensões escolhidas além da possibilidade da utilização de forma integrada das metodologias aqui apresentadas uma vez que possuem pontos em comum. Essa proposta também pode ser utilizada ou desenvolvida de modo prático seja em trabalhos futuros ou em uma iniciativa de implantação estratégica.

5. Bibliografia

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BELHOT, R.V. E CARDOSO, I.A.P. *Reflexos da manutenção no contexto global da organização*. Metalurgia & Materiais, v.50, n. 432, p. 766-769, Agosto/1994.

GEORGE, M.; ROWNLANDS, D.; PRICE, M; MAXEY, J. *The Lean Six Sigma Pocket Toolbox: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed and Complexity*. New York The McGraw-Hill, 2005.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. *Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.

HELDMAN, Kim. *PMP: Project Management Professional – Study Guide*. 3. ed.

IMAI, M. ; *What is total Flow management under Kaizen focus? Three days Conference lecturer in Barcelona, Spain, december 4-6, 2006.*

MCADAM, R.; LAFFERTY, B. *A multilevel case study critique of Six Sigma: statistical control or strategic change*. International Journal of Operations & Production Management. v.2.p.530-49. 2004.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. – *Administração da produção e operações*. Ed. Especial – São Paulo: Saraiva, 2009.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PADHY, R.; SAHU, S. *A Real Option based Six Sigma project evaluation and selection model*. International Journal of Project Management. p.1091–1102. 2011.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. New York The McGraw-Hill, 2008.

PARAST, M. *The effect of Six Sigma projects on innovation and firm performance*. International Journal of Project Management. p.45-55. 2011.

PMBOK - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: guia PMBOK*. v.4. 2008.

ROTONDARO RG. *Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas; 2002.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SU, C.; CHOU, C. *A systematic methodology for the creation of Six Sigma projects: a case study of semiconductor foundry*. Expert Systems with Applications. p.2693–2703. 2008.

SUGAI, M., MCINTOSH, R., NOVASKI, O. *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*. Gestão & Produção, v.14, n.2, p.323-335, 2007.

SUZUKI, T. *TPM in process industries*. Portland: Productivity, 1994.

TOZAWA, B. & BODEK, N. (2002). *Kaizen rápido y fácil*. Madrid: TGP Hoshin.

VALLE AB, Soares CA, Finocchio Junior J, Silva LS. *Fundamentos do gerenciamento de projetos*. Rio de Janeiro: FGV Management; 2007.

WERKEMA, C. *Criando a cultura Lean Six Sigma*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 15. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WERKEMA MC. *Lean Seis Sigma Introduçã: Estratégia gerencial manufacturing*. Rio de Janeiro: Wekema; 2006.