

Solução de problemas aplicada à melhoria contínua de resistências de chuveiros elétricos

Troubleshooting applied to continuous improvement of showerheads

Gabriel Beltrame Derner Silva * – gabrielbds@gmail.com
Guilherme Linhares Laureano ** – guilinhares777@gmail.com

*Universidade Federal de Santa Catarina – (UFSC), Florianópolis, SC

**Faculdade Capivari – (FUCAP), Capivari de Baixo, SC

Article History:

Submitted: 2017 - 09 - 25

Revised: 2017 - 10 - 04

Accepted: 2017 - 10 - 18

Resumo: Uma metodologia baseada nas práticas *lean* para implementação de projetos de melhoria é proposta e experimentada em uma empresa fabricante de chuveiros elétricos, visando aumentar a confiabilidade da resistência elétrica do produto. O modelo utiliza práticas de produção enxuta e possui três pilares básicos: (1) solução de problemas; (2) melhoria contínua e (3) qualidade no processo. O modelo foi criado e posteriormente aplicado por uma equipe responsável por melhorias contínuas da organização. Foram utilizadas ferramentas da qualidade para a identificação, priorização, desenvolvimento, implantação e verificação da eficácia da solução. As ferramentas foram diagrama de Pareto, *brainstorming*, diagrama de Ishikawa e os 5 porquês. Os resultados alcançados demonstram que o modelo pode ser utilizado como referencial na estruturação e planejamento das atividades necessárias a soluções de problemas, seja em melhorias contínuas em operações produtivas ou em produtos, tanto em empresas fabricantes do tipo de produto aprimorado no trabalho quanto em organizações fabricantes de produtos similares, o que eleva o potencial de abrangência da metodologia.

Palavras-chave: Práticas *Lean*; Solução de Problemas; Melhoria Contínua; Qualidade no Processo; Chuveiro Elétrico

Abstract: A methodology based on lean philosophy to implement of improvement projects is proposed and tried out in a company that fabricates electrical showers, aiming to increase the reliability of the product electric resistance. The model utilizes lean practices and has three basic pillars: (1) problem solving, (2) continuous improvement and (3) process quality. The model was created and later applied by a team responsible for continuous improvement of the organization. Quality tools were used to identify, prioritize, develop, implement and verify the effectiveness of the solution. The tools were Pareto diagram, brainstorming, Ishikawa diagram and the 5-Why-Method. The results show that the model can be used as a reference in structuring and planning the activities necessary to solve problems, either in continuous improvements in productive operations or in products, both in manufacturing companies of the type of product improved in the work as in manufacturing organizations of similar products, which increases the comprehensiveness of the methodology.

Keywords: Lean Practices; Problem Solving; Continuous Improvement; Process Quality; Electrical Shower

1. Introdução

Conhecendo as expectativas e necessidades do mercado, novas tecnologias são desenvolvidas ou melhorias são implementadas em produtos existentes visando elevar o nível de satisfação do cliente. Simultaneamente, tendo em vista o crescimento da concorrência, organizações buscam trabalhar de forma enxuta para ter redução de custos e alavancagem da competitividade.

Aplicar práticas de produção enxuta é uma conhecida maneira de se atingir tais necessidades. Também conhecidas por práticas *lean*, as mesmas são extremamente difundidas visando melhores resultados em uma linha de produção. Entretanto, como mostram os trabalhos de Welo e Ringen (2016) e de Tortorella *et al.* (2015), também é almejado utilizar práticas *lean* no desenvolvimento e melhorias de produto.

Neste contexto, uma empresa fabricante de chuveiros elétricos criou uma metodologia para implantar projetos de melhoria a qual propõe solução de problemas em projetos existentes com o uso de práticas *lean*. Similarmente ao que sugere Netland, Schloetzer e Ferdows (2015), o modelo criado pode ser aplicado em qualquer fábrica que visa a melhoria contínua.

Sobre o produto fabricado pela empresa do estudo de caso, o chuveiro elétrico, trata-se uma invenção brasileira. Foi criado em meados da década 30 e aprimorada até os dias atuais. A inovação foi impulsionada devido à abundância de oferta de energia elétrica existente no Brasil, situação diferente dos países europeus e dos Estados Unidos, os quais utilizam chuveiro abastecido a gás.

O aparelho elétrico apresenta uma concepção bastante simples. No seu interior encontra-se uma resistência, a qual aquece a água por efeito joule quando uma corrente elétrica é aplicada. Como a resistência é composta por material metálico, está sujeita a romper por corrosão, o que é conhecido popularmente como “queima da resistência”. Este inconveniente inviabiliza o correto funcionamento do aparelho, sendo necessário substituir o componente avariado, o que implica em desconforto e, conseqüentemente, atribui uma imagem ruim à marca por parte do usuário. Ainda, quando a falha ocorre no período de garantia, o consumidor troca o produto por um novo sem quaisquer custos, o que gera altos prejuízos à empresa.

Visando diminuir o índice de devoluções devido ao problema citado, este artigo realiza uma busca na literatura e aplica alguns conceitos *lean*, dentre eles a solução de problemas, melhoria contínua e qualidade de processo. Estrategicamente, a implantação da melhoria elevaria o *market share* da empresa devido à disseminação no mercado de que a marca possui produtos com confiabilidade muito maior do que os concorrentes.

2. Revisão bibliográfica

A presente seção do trabalho encontra-se subdividida em tópicos os quais consideram os seguintes conceitos: práticas *lean*, solução de problemas, melhoria contínua e qualidade no processo. Tais conceitos são de fundamental importância para uma melhor compreensão da metodologia empregada.

2.1. Práticas *lean*

A filosofia *lean* alude a práticas e métodos comumente associadas ao sistema Toyota de produção (Flumerfelt e Green, 2013). Visam a execução de uma análise sistêmica para reduzir perdas e promover a melhoria contínua. Além disso, *lean* pode ser entendida como uma filosofia e estratégia de longo prazo visando estruturar a organização. O presente trabalho utilizou a filosofia *lean* justamente para criar uma metodologia de solução de problemas visando o longo prazo, ou seja, a perenidade sustentável da organização.

Neste contexto, o sistema Toyota de produção visa também à eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos. A ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (Ohno, 1997). A maioria das empresas, bem como alguns pesquisadores, têm relatado resultados satisfatórios a partir de sua implementação. Ferreira *et al.* (2016) trazem um exemplo em que práticas *lean* são utilizadas no mapeamento de fluxo de valor aplicado em uma companhia multinacional automobilística localizada no sul do Brasil.

Ademais, práticas *lean* relacionam as exigências do cliente com os conceitos de produção enxuta, sempre visando aumentar a qualidade, reduzir os custos e tempo de entrega. Existem diversas ferramentas utilizadas para tornar a produção mais enxuta. Dentre as principais,

pode-se mencionar: solução de problemas, manutenção preventiva total, trabalho em equipe, eliminação de desperdícios, trabalho padrão, mapeamento do ciclo de valor. (Green, 2002). Dentre elas, este trabalho experimentou algumas visando a solução de um problema prático que existia durante um certo período em uma empresa fabricante de chuveiros elétricos. Ao aplicar a técnica de solução de problemas aliada ao trabalho em equipe (Leman, 2008), pode-se notar que realmente tais ferramentas possuem uma alta eficiência na busca de soluções inovadoras, com o intuito de promover a melhoria contínua, a longo prazo, na organização.

Na sequência, serão abordados os conceitos das práticas de produção enxuta majoritariamente empregados neste trabalho, os quais serviram para balizar o modelo proposto.

2.1.1. Solução de problemas

Vindo ao encontro das práticas *lean*, atualmente existem várias empresas tratando os problemas como oportunidades organizacionais. Algumas organizações até atribuem equipes específicas de resolução de problemas para detectar e resolver seus desafios. Como exemplo, Iuga (2017) citou algumas das técnicas mais famosos utilizados pelas organizações como: auditorias, *brainstorming*, listas de verificação para identificação de risco ou *benchmarking*. Neste sentido, buscou-se na literatura quais as principais técnicas que poderiam ser empregadas no tipo de problema relatado e foi definido que uma delas a ser executada seria a solução de problemas.

O método da solução de problemas consiste basicamente na análise e plano de ação para evitar perturbações na linha de produção ou para resolver problemas de qualidade dos produtos finais. Em muitas organizações, é uma técnica que requer aproximadamente 20 minutos para o exercício de *brainstorming*. Os recursos necessários são muito simples e envolvem *flipcharts*, *pinboards*, placas de apresentação e canetas (Iuga, 2017). Para o presente caso, o artifício vai extrapolar a solução de problemas de processo, pois será utilizada para elevar a confiabilidade do produto final.

Além disso, esta técnica é fundamentada no consagrado conceito do PDCA (planejar, executar, checar e agir) e é realizada com a participação de um grupo de pessoas objetivando a coleta de ideias de todos. Para isso, é comum utilizar práticas da gestão visual para enriquecer e

fomentar as discussões (Schwarz *et al.*, 2017). Corroborando com Schwarz, este trabalho utilizou práticas de gestão visual e as discussões realmente conseguiram ser enriquecidas. Por exemplo, foi utilizado o diagrama de Ishikawa, visando encontrar as possíveis causas para o problema avaliado.

Ainda, eventualmente o auxílio de uma folha A3 facilita o entendimento do inconveniente por parte do leitor, possibilitando a interpretação de forma visual. Nesta folha, as seções comuns de se encontrar são as de: esclarecimento do problema, implementação de ações de contenção, análise da situação atual, identificação do ponto da causa, definição do problema, identificação das causas diretas, identificação da causa raiz, avaliação das soluções, planejamento da implementação das soluções, verificação da eficácia da solução e, finalmente, execução de melhorias, padronização e extensão. Aludindo ao caráter multidisciplinar da ferramenta, Bassuk e Washington (2013) apresentam um caso em que o A3 foi aplicado para melhoria de performance de um método científico para pesquisas na área da saúde.

2.1.2. Melhoria contínua

A melhoria contínua é um dos pilares para as práticas de produção enxuta (Indrawati, 2015). Também conhecida por *Kaizen*, busca o aperfeiçoamento continuado, norteia todos os esforços da organização e todos os membros da cadeia devem procurar por melhores formas de criar valor.

A utilização de melhoria contínua pode ser realizada em vários aspectos e segmentos da Engenharia de Produção. Por exemplo, Costa e Costa (2016), trazem um caso de melhoria ao sistema de movimentação interna em uma planta da indústria automobilística. Já Lira *et al.* (2016), apresentam um exemplo em que melhoria contínua foi aplicada em uma organização produtora de imunobiológicos. Em outro artigo, Taquetti *et al.* (2017) mostram o emprego da ferramenta *Lean Six Sigma* com o intuito de melhorar a produtividade de uma linha de montagem de produtos eletrônicos. Com isso, pode-se perceber que melhoria contínua é extremamente versátil e é um dos pilares da filosofia *lean* utilizada para aumentar a competitividade, evitar desperdícios e agregar valor ao cliente em diversas corporações. Devido a esta versatilidade, a mesma pode ser empreendida também no presente trabalho.

Um dos métodos utilizados para empregá-la é com PDCA, o qual busca atingir resultados dentro de um sistema de gestão e pode ser utilizado em qualquer empresa de forma a garantir o sucesso nos negócios, independente da área de atuação. O ciclo começa pelo planejamento, em seguida a ação ou conjunto de ações planejadas são executadas, checa-se se o que foi executado estava de acordo com o planejado, constantemente e repetidamente (ciclicamente), e toma-se uma ação para eliminar ou ao menos mitigar defeitos no produto, processo ou na execução (Paladini, 2009). A Figura 1 expõe como funciona o ciclo.



Figura 1 – Metodologia PDCA – adaptado (Pårv, 2017)

2.1.3. Qualidade no processo

Vários autores publicaram acerca da qualidade no processo ao longo dos anos. O caso apresentado neste trabalho é baseado em uma melhoria de processo para aumentar a durabilidade do produto final. Portanto, algumas considerações serão colocadas na sequência sobre o tema.

Processo pode ser definido de diversas formas. Considerando a área da Engenharia de Produção, Juran (1992) afirma que processo é uma forma sistemática de ações direcionadas visando atingir metas. Para Falconi (2009) é como sendo um conjunto de causas que provocam um ou mais efeitos. Segundo Harrington (1993), processo deve ser considerado como qualquer

atividade que receba uma entrada, posteriormente agrega-se valor e gera uma saída para um cliente interno ou externo, utilizando os recursos da organização.

O processo pode ser entendido como uma série de atividades que consomem recursos e produzem um bem ou um serviço (Das, Mukherjee, 2008). Isto é válido para qualquer processo industrial. Para criar um bem ou um produto é necessário empreender vários processos diferentes de maneira sequenciada e lógica, ou seja, uma série de processos interligados.

A busca pela qualidade dentro de uma organização deve tornar-se um objetivo estratégico primário. Com ela podem-se integrar os esforços de todas as pessoas envolvidas no processo para incrementar a satisfação dos clientes por uma melhoria contínua da qualidade na empresa (Oakland, 2007). Complementando, o uso de práticas *lean* também colaboram para o atingimento do sucesso da empresa. Por exemplo, solução de problemas pode ser aplicada objetivando reduzir a instabilidade de processo visando garantir melhor qualidade.

Segundo os autores Falconi (2009), Scholtes (1992) e Harrington (1993), a utilização de ferramentas da qualidade possibilitam que se conheça a empresa como um todo, resultando em melhorias, redução da variação de processos, diminuição das repetições de erros, aumentam a satisfação e motivação dos empregados proporcionando desta forma incrementos nos índices de produtividade.

Tendo como base a bibliografia pesquisada nesta secção, o presente trabalho foi desenvolvido com foco em aumentar a qualidade do produto final por meio da alteração de processo das etapas de fabricação da resistência elétrica do chuveiro. Ainda, considerou-se como premissa que ao se elevar esse nível de qualidade, fatalmente a competitividade da organização aumentaria, a marca se fortaleceria e, conseqüentemente, seria agregado maior valor ao cliente.

3. Método proposto

Antes de se detalhar o modelo, será contextualizada a organização a qual o criou. Na empresa onde o estudo de caso foi empreendido, o setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D) era dividido em três áreas: a) pesquisa, b) desenvolvimento tecnológico, c) melhorias. Isto mostra

que a empresa possuía forte interesse em realizar projetos *lean*, com foco na melhoria contínua de seus processos e produtos.

A área de melhorias do P&D era responsável por gerenciar os projetos de melhoria contínua. Em cada projeto montava-se uma equipe de participantes, cada um com uma determinada especialidade, a fim de identificar, propor e aplicar ideias, baseado na técnica de solução de problemas. Para o presente trabalho, focado em aumentar a durabilidade das resistências elétricas, o time foi composto por pessoas dos setores de P&D, Produção, Engenharia de Processos e Qualidade da organização. Esta foi a equipe responsável por criar e testar o modelo.

Desta forma, o modelo proposto foi estruturado de acordo com algumas das práticas *lean*, com destaque para solução de problemas, melhoria contínua e qualidade no processo. Ademais, foi concebido de acordo com as fases do PDCA: planejamento, desenvolvimento, verificação e ação. O modelo prevê, também, o responsável por cada fase, as atividades a serem realizadas para se atingir a melhoria, quais as interfaces devem participar de quais atividades e, por último, quais os registros devem ser realizados. A Figura 2 expõe o modelo criado.

A entrada representa uma demanda previamente identificada, priorizada com base nos registros de defeitos externos de produto, registrados pelo setor de Qualidade da organização. Já durante a fase de planejamento, as seguintes etapas ocorrem: levantamento e avaliação das possíveis hipóteses causadoras do problema, realização de pesquisas e cronograma, bem como uma análise de viabilidade para implementação das possíveis soluções.

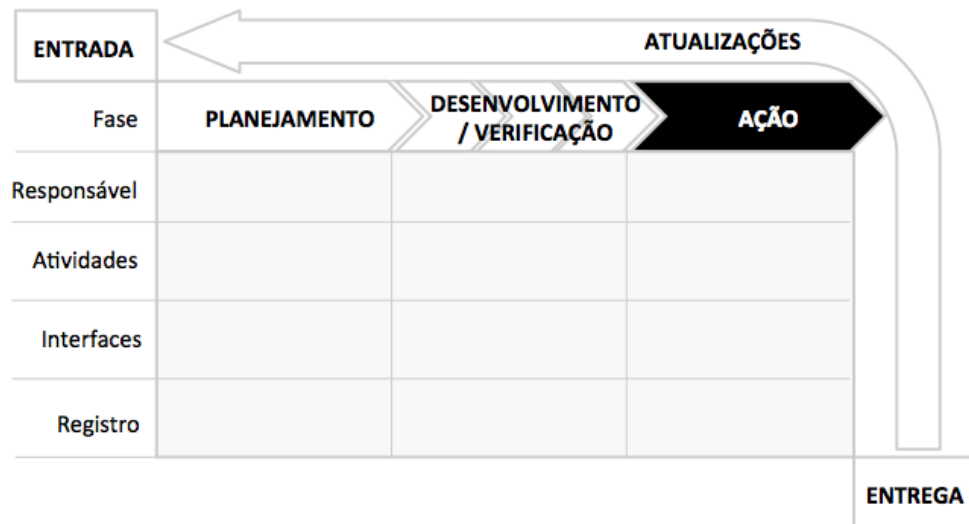


Figura 2 – Modelo criado a partir das práticas *lean* para solução de problemas de qualidade

O desenvolvimento da solução do problema pode ocorrer em duas situações: a) alteração de uma matéria-prima; b) alteração do processo de fabricação do produto. Para os dois casos, a entrega é uma alteração de projeto que culminará na alteração da lista técnica do produto e/ou procedimento operacional para a fabricação dos componentes ou montagem do produto final. Ainda, detalha-se:

Melhoria em matéria-prima: deve-se solicitar e aprovar a amostra inicialmente por meio de ensaios laboratoriais, seguindo de escalonamentos para homologação em linha de produção, culminando na alteração de projeto.

Melhoria em processo: neste caso deve-se solicitar amostra de um componente processado de firma diferente caso o processo seja externo ou projetar uma linha protótipo caso o processo esteja verticalizado. Após isto, são realizados testes preliminares para aprovação da amostra ou da linha. Caso aprovado, um lote piloto deve ser montado, visando um teste com maior número amostral já em linha de produção. Em caso de aprovação do lote piloto por intermédio de uma análise crítica, deve-se escrever os procedimentos para posterior treinamento de recursos humanos, culminando na implantação da melhoria.

O presente modelo também utiliza ferramentas da gestão da qualidade. Neste caso, foram empregadas algumas delas, como: *brainstorming*, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e

os 5 porquês (Carvalho e Paladini, 2005). Na sequência estas ferramentas serão descritas detalhadamente.

Brainstorming: é uma ferramenta para geração de ideias, conceitos e soluções para qualquer assunto num ambiente livre de críticas e de restrições à imaginação.

Diagrama de Pareto: é um recurso gráfico que permite determinar prioridades entre os diversos problemas. Elaborado, segundo alguma fonte de coleta de dados por intermédio da lista de verificação, da observação instantânea e outros, este instrumento ajuda o grupo a dirigir sua atenção e esforços a problemas realmente importantes. Torna visivelmente clara a relação ação/benefício, ou seja, prioriza a ação que trará o melhor resultado (Garcia, 1996).

Diagrama de Ishikawa: constitui-se em um diagrama de registro das diversas causas de um enigma a partir da análise e da classificação das prováveis origens destas causas. É conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe. É comum, por exemplo, a utilização do diagrama de Pareto e diagrama de Ishikawa em conjunto.

Ferramenta dos 5 porquês: esta técnica permite analisar o problema com uma sequência de 5 perguntas, as quais possibilitam descobrir a causa primária. Em outras palavras, a técnica dos 5 porquês faz com que analisemos cada causa em vários níveis, sempre questionando “por quê” até chegarmos à raiz do problema (Falconi, 2009).

Após a utilização das ferramentas da qualidade citadas para o desenvolvimento e verificação, tem-se a etapa de implementação. Antes de implementar, deve-se comunicar a todas as áreas responsáveis por alguma etapa no processo de fabricação do produto, esta é uma boa prática listada nos processos da área de gerenciamento das comunicações (PMBOK GUIDE, 2008). Além disso, escreve-se um procedimento e treina-se os operadores participantes da cadeia de valor do produto.

Finalmente, satisfazendo o PDCA, o modelo propõe um ciclo contínuo de atualizações proativas no processo sugerido, o que faz não depender unicamente de reivindicações percebidas e realizadas pelo consumidor ou pelos operadores da fábrica.

Para ilustrar o que foi descrito neste capítulo, o fluxograma seguinte, da Figura 3, mostra o funcionamento do modelo proposto a fim de se conseguir a solução dos problemas existentes na empresa.

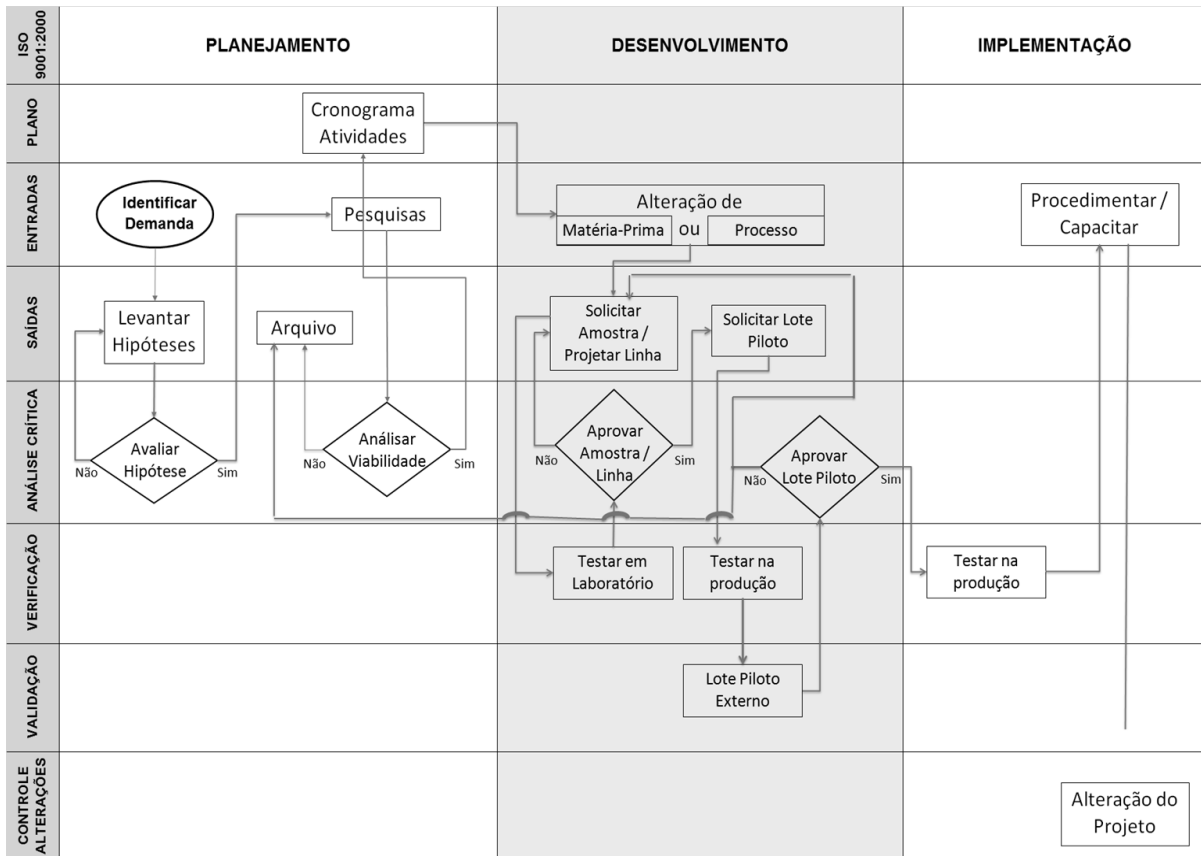


Figura 3 – Fluxograma proposto para a solução de problemas

4. Aplicação do modelo

A fim de validar a efetividade do modelo, visando definir uma prioridade para executar um projeto de melhoria contínua fundamentada na ferramenta *lean* de solução de problemas, aplicou-se o diagrama de Pareto com base nos motivos que levam a devolução dos chuveiros elétricos à empresa fabricante. Depois que o projeto de melhoria teve início, foi acompanhado por dois anos a fim de verificar o desempenho da melhoria implementada e realizar novas ações caso necessário, pois, como mencionam Bassuk e Washington (2013), o último passo de um projeto de solução de problemas é realizar o acompanhamento (ou auditoria) da melhoria implementada.

Então, escolheu-se o modelo de chuveiro com maior faturamento e levantou-se um diagrama de Pareto referente a um referido mês, chamado de “mês 1” neste trabalho. Este diagrama mostra, na Figura 4, que dentre os principais motivos relacionados às devoluções de produto tinha-se: a resistência queimada, a falta de instalação, quebras provenientes do transporte, pino plano impedindo ligação, vazamento no espalhador, dentre outros. De todos estes motivos, a queima da resistência do chuveiro era o problema mais crítico, responsável por, aproximadamente, 22% das devoluções do modelo de chuveiro escolhido para a análise.

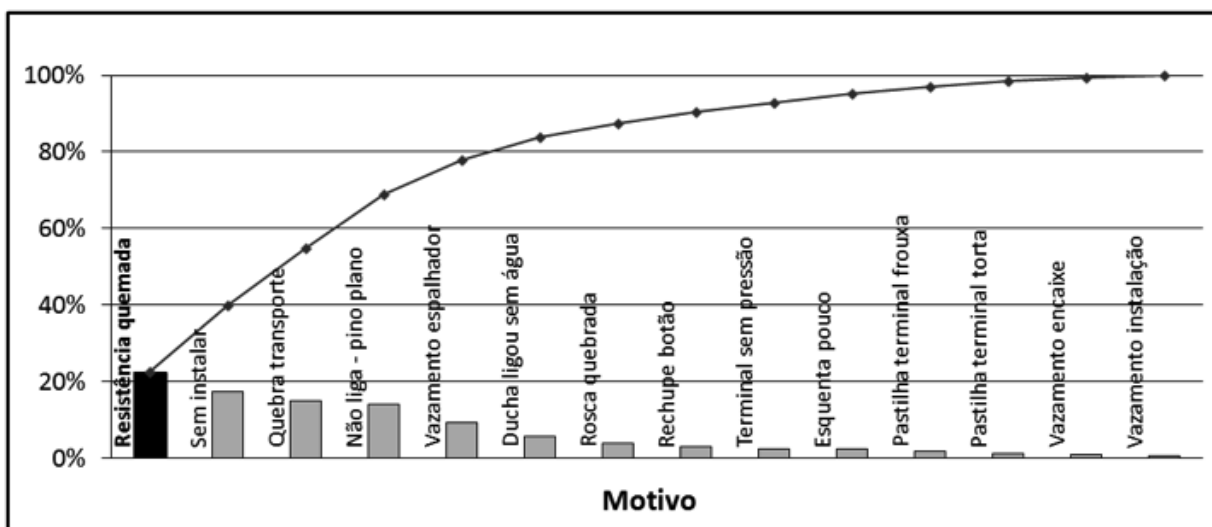


Figura 4 – Diagrama de Pareto: motivo das devoluções no mês 1

Na sequência, visando identificar as hipóteses para a ocorrência do problema e, finalmente, a causa raiz, a equipe do projeto de melhoria montou um diagrama de Ishikawa, empregando a técnica dos “5 porquês” (Carvalho e Paladini, 2005). O resultado desta etapa está apresentado na Figura 5.

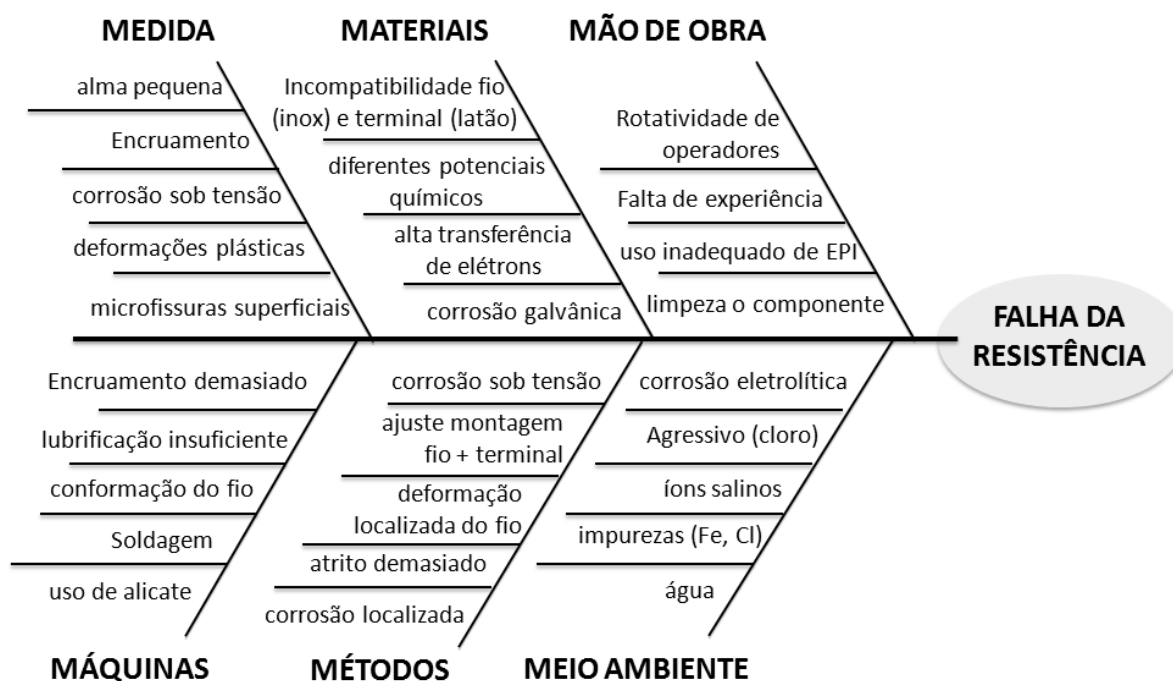


Figura 5 – Diagrama de Ishikawa: possíveis causas para a falha da resistência

Dentre as possíveis causas indicadas pelo diagrama de Ishikawa, percebeu-se que o maior índice de devoluções estava relacionado ao rompimento do arame da resistência na região de união com o terminal. Isto se explica devido à corrosão eletrolítica desenvolvida na junção de dois tipos diferentes de material, ou seja, incompatibilidade química entre o fio de aço inoxidável e o terminal de latão.

Na tentativa de solucionar o problema, foi realizado um *brainstorming* com intuito de levantar hipóteses para solução do rompimento da resistência (Iuga, 2017). As ideias elencadas foram:

- ✓ Tratamento térmico de climatização (método);
- ✓ Substituição do material da liga (material);
- ✓ Alteração do projeto elétrico por intermédio da mudança das propriedades do arame (medida); e
- ✓ Adição de camada superficial protetora (método).

Na análise de viabilidade tomando como referências custo de produção, logística, estoque e disponibilidade de material, verificou-se que a solução mais promissora seria a adição de uma camada superficial protetora sobre o arame da resistência elétrica, ou seja, seria implementada uma melhoria no processo de fabricação visando elevar a qualidade do produto.

Tal solução pôde ser encarada como uma inovação no método de fabricação, já que pela primeira vez uma camada superficial foi adicionada sobre uma resistência elétrica de chuveiro com vistas a elevar a durabilidade. Vale ressaltar que este tipo de aplicação não fica restrita a resistências elétricas para chuveiros. A mesma solução pode ser empreendida em qualquer componente o qual sofra o processo de corrosão em situações similares, por exemplo tubos e dutos submarinos.

Na sequência, buscando o desenvolvimento da melhoria, solicitaram-se amostras junto aos fornecedores, foram realizados e aprovados ensaios a nível laboratorial. Ao fim desta etapa, também foram executados testes em linha de produção iniciando o escalonamento da melhoria, os quais também foram aprovados. Após isto, as condições técnicas de fornecimento foram ajustadas e a lista técnica do produto foi alterada, concluindo a implantação da melhoria. Em paralelo, os procedimentos para a montagem foram atualizados e os operadores treinados. Desta forma, o fluxograma de aplicação de melhoria foi totalmente contemplado.

5. Resultados

Depois de realizados todos os procedimentos para inserção da solução do problema no mercado, novamente foi plotado o diagrama de Pareto a fim de monitorar o efeito da melhoria.

A solução de adição de camada superficial entrou em linha de produção no auge da crise, no mês 1. Como pode ser observado na Figura 6, o índice de devoluções um ano depois já apresentou queda apreciável concernindo o número de devoluções em função do motivo “resistência queimada”.

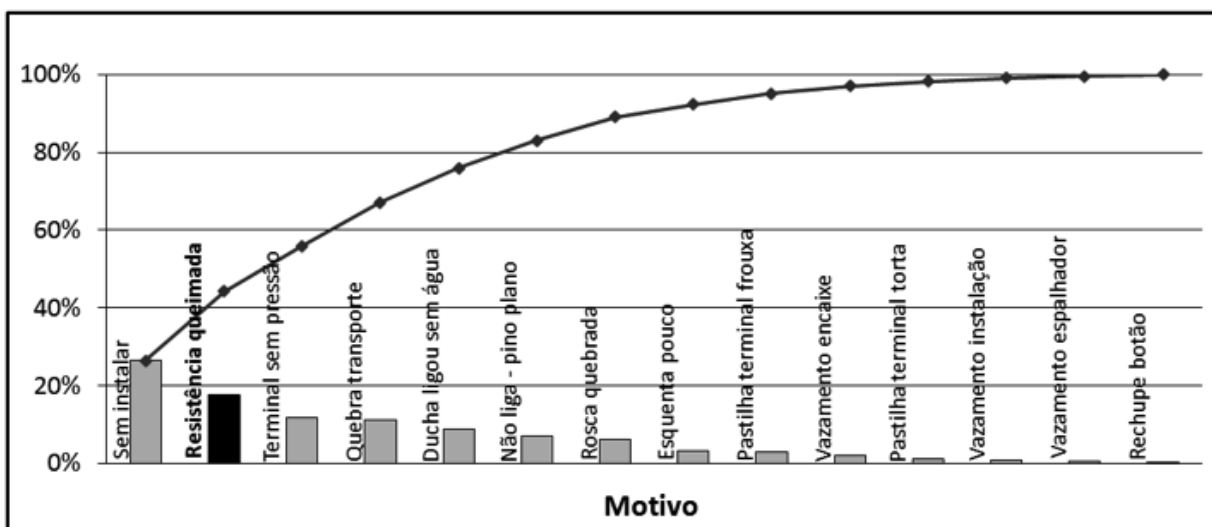


Figura 6 – Diagrama de Pareto: motivo das devoluções: um ano depois da implementação do projeto

Como apresentado anteriormente na Figura 4, o motivo mais crítico de devolução das duchas era o de “resistência queimada”, com 22% de representatividade, seguido pelo item “sem instalar”, “quebra durante transporte” e assim por diante. A Figura 6 mostra que o item “resistência queimada” passou de 22% para 18% no período de um ano, deixando de ser o fator mais crítico do retorno de mercadorias.

Para acompanhamento dos resultados da melhoria proposta, adotando o recomendado por Bassuk e Washington (2013), após dois anos da implantação realizou-se mais um levantamento, o qual mostra, pelo diagrama de Pareto da Figura 7, que o motivo de devoluções devido à “resistência queimada” passou para a sexta posição na escala de criticidade, passando de 22% de representatividade no início do projeto, para 9% de representatividade sobre o total de defeitos depois de dois anos, assim, ficando fora dos 80% dos motivos mais críticos.

Em suma, isto significa 60% de redução de devoluções devido a problemas relacionados à queima de resistência depois de dois anos da implementação da melhoria, com a aplicação do modelo para a solução do problema descrito neste trabalho.

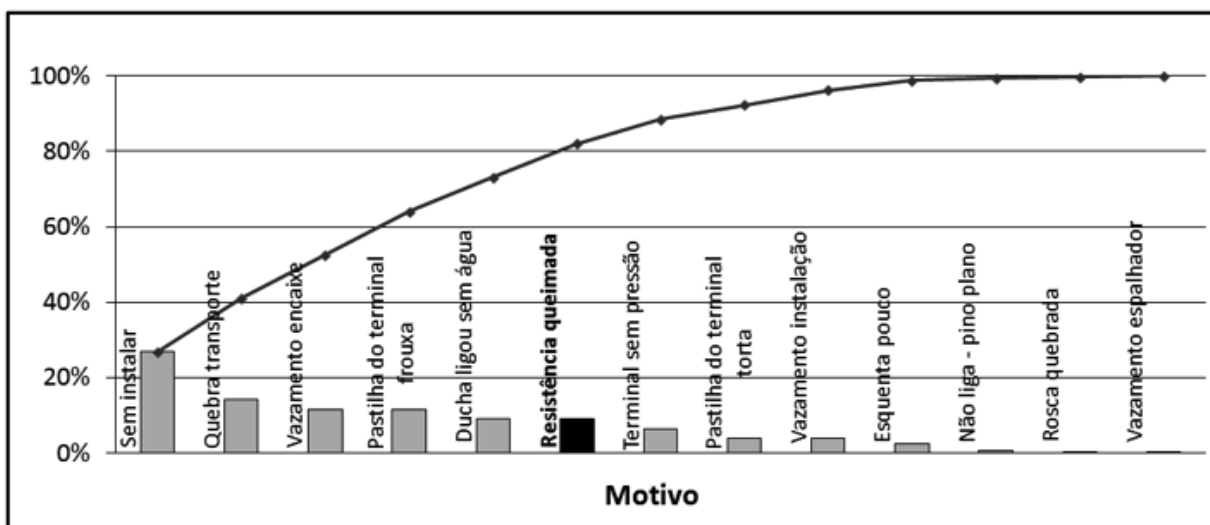


Figura 7 – Diagrama de Pareto: motivo das devoluções: dois anos depois da implementação do projeto

Outrossim, em termos de custos, considerando o número de duchas faturadas, a redução de duchas devolvidas, o custo de manufatura, o custo médio de frete para distribuição e o custo da etapa de aplicação da camada superficial na resistência, a empresa obteve uma contenção de gastos equivalente ao custo de produção de 2.400 duchas, durante um ano, com a implantação da melhoria.

Ademais, estrategicamente o maior benefício que a empresa teve, o qual não pode ser facilmente mensurado, é o conceito da marca perante o mercado, a qual certamente deu um passo no sentido de ser reconhecida como sinônimo de qualidade e confiabilidade. Isto está totalmente aderido aos objetivos das práticas *lean*, as quais prezam entre outros aspectos pela redução de custos de manufatura e melhoria da qualidade dos processos e produtos, sempre com foco no que agrega valor ao cliente.

Finalmente, o estudo mostrou como a organização comporta-se frente ao mercado. Para conseguir manter o crescimento dos anos anteriores, bem como atingir as metas estipuladas, a empresa vislumbrou o problema e o transformou em uma oportunidade de melhoria, além de conseguir propor e implementar a solução para o obstáculo com o apoio de ferramentas *lean*.

6. Conclusões

Depois de dois anos do início do projeto de melhoria contínua, comprovou-se a eficácia do método e da solução proposta, pois o fluxograma de planejamento, desenvolvimento e implantação de melhoria foi satisfeito, bem como as ferramentas da qualidade pesquisadas e utilizadas proporcionaram um excelente resultado. Isto foi concluído porque constatou-se uma redução de devoluções devido à motivos ligados à queima de resistência em 60%. Além disso, a tendência é que o problema seja cada vez menor, pois as resistências problemáticas serão gradativamente substituídas no mercado.

Outro fator interessante diz respeito à imagem da marca. Com a implantação da melhoria, pode-se afirmar que a marca passou a ser mais bem vista pelos consumidores.

Como recomendação, sugere-se aplicar a mesma metodologia visando encontrar soluções para todos os outros motivos de devolução. Por exemplo, pode-se empreender o mesmo modelo no sentido de erradicar o problema “sem instalar”, o qual é o motivo mais crítico do último diagrama de Pareto levantado, com aproximadamente 27% de causa das devoluções.

Ademais, a técnica empreendida no presente trabalho pode ser utilizada em outras áreas nas quais um componente de engenharia sofra o processo de corrosão em situações similares, por exemplo tubos e dutos submarinos. Portanto, a solução proposta tem um potencial de abrangência muito mais promissor e não fica restrita somente ao mercado de chuveiros elétricos, podendo ser extrapolada para diversas áreas da engenharia.

Finalmente, o guia balizado pela filosofia *lean* e suas ferramentas pode ser facilmente aproveitado por organizações de outros ramos que possuem processos similares e que buscam oferecer produtos com maior qualidade, e, por conseguinte, maior agregação de valor ao cliente.

REFERÊNCIAS

- Bassuk, J. A. Washington, I. M. (2013) The A3 Problem Solving Report: A 10-Step Scientific Method to Execute Performance Improvements in an Academic Research Vivarium. *PloS One*, 8(10): e76833. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076833>
- Carvalho, M. M.; Paladini, E. P. (2005) *Gestão da Qualidade: Teoria e Caso*. Rio de Janeiro: Campus.
- Costa, T. H. G.; Costa, S. E. G. (2016) Aplicação de Ferramentas *Lean* para a Melhoria do Sistema de Movimentação Interna de Materiais em uma Planta da Indústria Automobilística. *Journal of Lean Systems*, 1(2): 90-106.
- Das, P.; (2008) Mukherjee, S. Modeling of Customer Preferences on Product Features and Comparing the Competitors' Performances. *Quality Engineering*, 20(1): 53-62.
- Falconi, V. (2009) *O Verdadeiro poder*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.
- Ferreira, C. C.; Cetnarski, E. M.; Saldanha, G. C.; Costa, S. E. G.; Lima, E. P. (2016) Consequências da implantação pontual de ferramentas *Lean*. *Journal of Lean Systems*, 1(1): 51-66.
- Flumerfelt, S.; Green, G. (2013) Using Lean in the Flipped Classroom for At Risk Students. *Educational Technology and Society*, 16(1): 356–366.
- Garcia, F. (1996) *Os Economistas. Pareto*. Título Original: Manual d' Economia Política. São Paulo: Nova Cultural.
- Garvin, D. A. (2002). *Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Green, S. D. (2002) The human resource management implications of lean construction: critical perspectives and conceptual chasms. *Journal of Construction Research*, 3(01): 147-165.
- Harrington, J. H. (1993) *O processo de aperfeiçoamento: como as empresas americanas, líderes de mercado, aperfeiçoam o controle da qualidade*. São Paulo, McGraw Hill.
- Indrawati, S. (2015) Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Industrial Engineering and Service Science*, 4: 528-534.
- Ishikawa, K. (2009) *Building form the basics*. Quality Progress, ASQ.
- Iuga, M. V.; Rosca, L. I. (2017) Comparison of problem solving tools in lean organizations. *MATEC Web of Conferences*, 121. <http://10.1051/mateconf/201712102004>
- Juran, J. M. (1992) *Qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. São Paulo, Pioneira.
- Leman, S. A. (2008) Testing the Limits of Team Development. *Quality Progress*, 41(4): 34-38.
- Lira, M. F. L.; Dias, L. C.; Mendonça, V. D. S.; Scavarda, A.; Reis, A. C. (2016) Gestão por Indicadores como Prática *Lean* para Melhoria Contínua: Um Estudo de Caso em um Produtor de Imunobiológicos. *Journal of Lean Systems*, 1(4): 23-38.
- Netland, T. H.; Schloetzer, J. D.; Ferdows, K. (2015) Implementing corporate lean programs: The effect of management control practices. *Journal of Operations Management*, 36: 90-102. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2015.03.005>
- Oakland, J. S. (2007) *Gerenciamento da Qualidade Total – TQM*. São Paulo: Nobel.
- Ohno, T. (1997) *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Paladini, E. P. (2009) *Gestão Estratégica da Qualidade: Princípios, Métodos e Processos*. São Paulo: Atlas.
- Pârv, L. (2017) Continuous Improvement Processes Using Lean Management Tools. A Case Study. *MATEC Web of Conferences*, 94, 06016. <http://2017.10.1051/mateconf/20179406016>

PMBOK Guide (2008) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Fourth Edition: Project Management Institute.

Scholtes, P. R. (1992) *Times da qualidade: como usar equipes para melhorar a qualidade*. Rio de Janeiro: QualityMark.

Schwarz, U. T.; Nielsen, K. M.; Stenfors-Hayes, T.; Hasson, H. (2017) Using kaizen to improve employee well-being: Results from two organizational intervention studies. *Human Relations, The Tavstock Institute*, 70(8): 966-993. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0018726716677071>

Taquetti, L. B.; Colombo, S. G.; Malacarne, R.; Cleto, M. G.; Seleme, R. (2017) Aplicação da Integração *Lean Six Sigma* para Melhoria da Produtividade em uma Linha de Montagem. *Journal of Lean Systems*, 2(4): 44-63.

Tortorella, G. L.; Marodin, G. A.; Fettermann, D. C.; Fogliatto, F. S. (2015). Relationships between lean product development enablers and problems. *International Journal of Production Research*, 54(10): 2837-2855. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2015.1106020>

Welo, T.; Ringen, G. (2016) Beyond waste elimination: Assessing lean practices in product development. *Procedia CIRP*, 50: 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.093>