

CONIC SEMESP

15º Congresso Nacional de Iniciação Científica

TÍTULO: APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE VISANDO A REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE REFUGO DE PEÇAS: PESQUISA-AÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE AUTOPEÇAS

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: ENGENHARIAS E ARQUITETURA

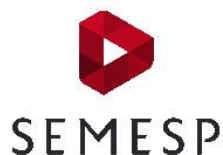
SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: FACULDADES INTEGRADAS EINSTEIN DE LIMEIRA

AUTOR(ES): THAIS CRISTINA DUPPRE, RENATA SCHENOOR CORBINE

ORIENTADOR(ES): IVAN CORRER

Realização:



Apoio:



1. RESUMO

Atualmente a concorrência no mercado tem se desenvolvido, logo para tornar se mais competitivo, é essencial a aplicação da melhoria contínua em seus processos, afim de atingir os requisitos da qualidade e redução de custos. Para isso, muitas empresas utilizam da metodologia MASP, atrelada a aplicação das ferramentas da qualidade. Portanto, o presente trabalho visa reduzir os índices de refugo de peças da linha de produção com a aplicação das ferramentas da qualidade, em uma empresa de fabricação de autopeças e componentes automotivos, localizada no interior do estado de São Paulo. Os dados utilizados nesse estudo foram coletados por meio de uma pesquisa-ação. A partir da aplicação das ferramentas de qualidade, foi proposto e realizado a melhoria do dispositivo de retirada de rebarba. O resultado obtido foi a redução do índice médio de refugo de 4,39% para 0,81%, se aproximando da meta estabelecida pela empresa que é de 0,5%, e resultando em uma economia anual de R\$ 165.744,00.

2. INTRODUÇÃO

Atualmente é importante para todos os seguimentos de mercado, encontrar diferenciais para a sobrevivência neste ambiente competitivo. Segundo Campos (2004), afim de alcançar a sobrevivência é necessário as empresas conquistarem os clientes com produtos de alta qualidade e preços competitivos.

Com isso, empresas fabricantes de autopeças, têm focado em melhoria contínua, para atingir os requisitos de qualidade exigidos pelos clientes, sempre buscando a redução de custos, tornando os valores no mercado competitivos (SILVA, 2001).

O custo das não conformidades no processo são problemas que resultam em desperdícios de materiais, mão de obra e capacidade. Quando os custos da não conformidade são altos, eles evidenciam a necessidade de ações para prevenir ou reduzir a ocorrência de problemas (PALADINI, 2012). Por isso, segundo Moura (2013), é relevante que as empresas apliquem o conceito de melhoria contínua.

Visando aumentar a qualidade do produto final e a redução de refugos e retrabalhos, muitas empresas empregam o Controle da Qualidade Total, utilizando as metodologias PDCA e MASP, em conjunto com as ferramentas de qualidade, que aplicadas, disponibilizam informações e dados necessários em tomadas decisões (ALVAREZ, 2001; SLACK, CHAMBER, JOHNSTON, 2007).

Então, se realizou uma revisão bibliográfica sobre o tema, verificando a possibilidade de aplicação dos conceitos examinados a situação do mundo real, por meio de uma

Pesquisa-Ação, em uma empresa do Estado de São Paulo, utilizando da metodologia MASP como orientação, aplicando o diagrama de Pareto para detectar a falha com maior incidência, a ferramenta 5 Porquês e Ishikawa para identificar a(s) causa(s) raiz(es) e posteriormente aplicar a melhoria no processo.

3. OBJETIVOS

O presente trabalho visa reduzir os índices de refugo de peças da linha de produção com a aplicação das ferramentas da qualidade, em uma empresa de fabricação de autopeças e componentes automotivos.

4. METODOLOGIA

A Pesquisa-Ação foi realizada em uma empresa fabricante de autopeças e componentes automotivos, localizada no interior de São Paulo, com 800 funcionários, e contou com a participação direta de um dos autores da presente pesquisa, por trabalhar no setor em que a pesquisa foi realizada.

A pesquisa foi direcionada para redução das falhas de fabricação que ocasionava o refugo do subconjunto induzido. A meta estabelecida pela empresa é de 0,5%, e a média encontrada após a coleta durante 8 semanas, era de 4,3% de refugo.

Para analisar todo o processo, montou-se um círculo de controle de qualidade que através de reuniões, com a equipe responsável, utilizou ferramentas da qualidade guiadas pelo MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas), para identificar qual causa raiz solucionar.

Por meio da análise do diagrama de causa e efeito, foi possível visualizar duas causas raízes, sendo o desalinhamento do ângulo dos fios e dispositivo de remoção de rebarbas desgastado.

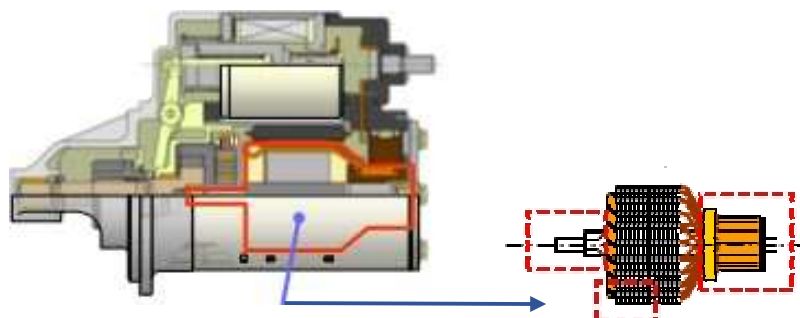
A causa raiz optada, foi a melhoria no dispositivo de remoção de rebarba desgastado, pois para solucionar o desalinhamento do ângulo dos fios, seria necessário tempo, alto investimento e alterações em dispositivos e processos, portanto foi definido um planejamento de realização de testes, que durou 6 semanas, na qual seria analisado os resultados positivos ou negativos obtidos após as modificações dimensionais do dispositivo, além do tratamento térmico do material. Posteriormente foi realizada a análise dos resultados, encontrando a redução de 3,58% de refugo.

5. DESENVOLVIMENTO

5.1. Subconjunto induzido

O subconjunto induzido (Figura 1) é um dos principais componentes do motor de partida do veículo (Figura 1), que tem a função de acionar o motor a combustão do veículo, gerando a explosão inicial para o seu funcionamento.

Figura 1 – Motor de partida e o subconjunto induzido



Fonte: Os autores

5.2. Análise do problema

Inicialmente, foi realizada uma análise do histórico de refugo ocorrido em 90 dias pelos engenheiros responsáveis da linha de produção do subconjunto induzido, utilizando a ferramenta de qualidade “folha de verificação”, que segundo Rojas, (2014) ela se faz necessário durante a coleta de dados, pois proporciona ao coletor uma base para coletar informações, auxiliando a busca de indícios para a redução dos índices de refugo.

Posteriormente, foi definido um grupo multidisciplinar “Círculo De Controle da Qualidade – CCQ”. Kaltenecker *et al* (2013) e Verri (2009), descrevem que o CCQ é realizado por meio da cooperação dos funcionários. Os círculos também são mencionados como “a chave” para a qualidade, e solução de problemas.

Na pesquisa-ação o CCQ foi formado por engenheiros, técnicos e estagiários, que participaram de um *brainstorming*. Esta ferramenta é aplicada para que várias pessoas criem ideias sobre o tema escolhido, não podendo desconsiderar nenhuma ideia ou opinião (MEIRELES, 2001; SELEME e STADLER, 2010).

Através do *brainstorming*, foi identificado a necessidade da utilização das ferramentas da qualidade, para auxiliar na resolução, bem como na compreensão dos problemas, pois elas disponibilizam um amplo e completo número de causas e efeitos, contribuindo nas tomadas de decisões (VERGUEIRO, 2002).

Para identificar a(s) causa(s) raiz(es) do problema, as ferramentas da qualidade foram guiadas pelo MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), que tem como objetivo, combater as causas de um problema, afim que sejam eliminadas e os

problemas gerados não reincidam (SILVA, 2004; SELEME E STADLER, 2010; FERREIRA, 2012; MENDONÇA E CAMPOS, 2014).

Com os dados históricos analisados, foi detectado que a ocorrência das falhas mais encontradas na produção dos 4 modelos de subconjunto induzido foram (Quadro 1).

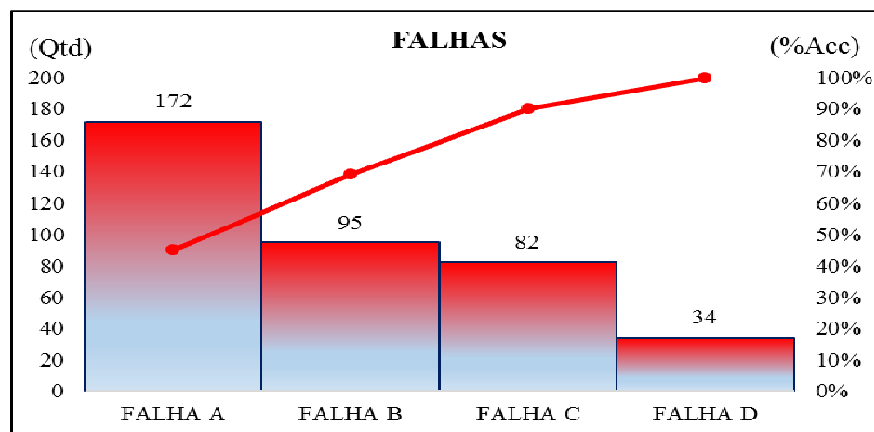
Quadro 1 – Descrição dos tipos de falhas

Falha	Motivo	Forma de detecção
A	Curto circuito elétrico entre os segmentos do comutador	Detecção automática de voltagem. Reprovação da peça com detecção de tensão acima de 0,0033V
B	Tolerância de batimento radial do eixo do induzido	Detecção automática. Reprovação da peça com detecção de tolerância de batimento radial acima de 0,075mm
C	Curto circuito elétrico provocado entre fio e bobina	Detecção automática. Reprovação da peça com detecção de tolerância de corrente acima de 0,03A
D	Desbalanceamento dinâmico do subconjunto induzido	Detecção automática. Reprovação da peça com detecção de desbalanceamento acima de 0,04 N.m

Fonte: Autores

A partir da detecção dos tipos de falhas ocorridas no histórico analisado, os dados foram compilados e trabalhados em *software excel 2007*, no qual foi gerado o Diagrama de Pareto, que pode subdividir em categorias os problemas, pois ele aponta poucas categorias vitais (RATH E STRONG, 2004; FILHO, 2007). Slack, Chamber e Johnston (2007), afirma que é importante discriminar as causas realmente impactantes ao processo, assim destacando as causas que realmente explicariam os defeitos. Ainda para Mariani (2005), o diagrama é utilizado, para evidenciar a frequência de cada causa ou falha, priorizando a tomada de decisão. No diagrama de pareto (Figura 2), foi relacionado a quantidade de falhas ocorridas em relação ao número de ocorrências encontradas.

Figura 2 – Quantificação de refugos desmembrado em falhas



Fonte: Os autores

Como pode ser observado, a Falha A (curto circuito elétrico entre os segmentos do comutador), é o que mais impacta nos custos da produção relacionados ao refugo, representado em 45% das falhas e a mesma é detectada apenas na inspeção final. A partir do resultado do gráfico de Pareto, foi definido pelo grupo de trabalho que os esforços para a melhoria do processo seriam inicialmente voltados para a redução da falha A. A partir disso, foi aplicado a ferramenta dos 5 Porquês e Ishikawa, para identificar a(s) causa(s) raiz(es).

A ferramenta 5 porquês, apresentado no Quadro 2, tem o intuito de encontrar a principal causa raiz, este método, utiliza-se perguntas interligadas onde a resposta da pergunta anterior gera a questão seguinte, sendo importante que todas as respostas sejam claras e precisas (STICKDORN E SCHNEIDER, 2014).

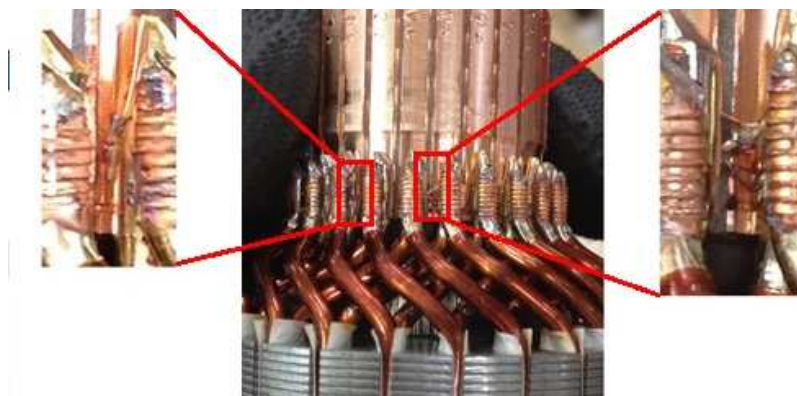
Quadro 2 – 5 Porquês

PORQUÊ 1	Porque temos a Falha A
PORQUÊ 2	Porque ocorreu curto nos segmentos do comutador
PORQUÊ 3	Porque tinha rebarba da solda entre os segmentos do comutador
PORQUÊ 4	Porque os fios da bobina estão desalinhados

Fonte: Os autores

A figura 3 apresenta a rebarba entre os segmentos do comutador, ampliação à direita (PORQUÊ 3) e os fios internos e externos desalinhados ampliação à esquerda (PORQUÊ 4).

Figura 3 – Rebarba entre os segmentos do comutador e fios desalinhados



Fonte: Os autores

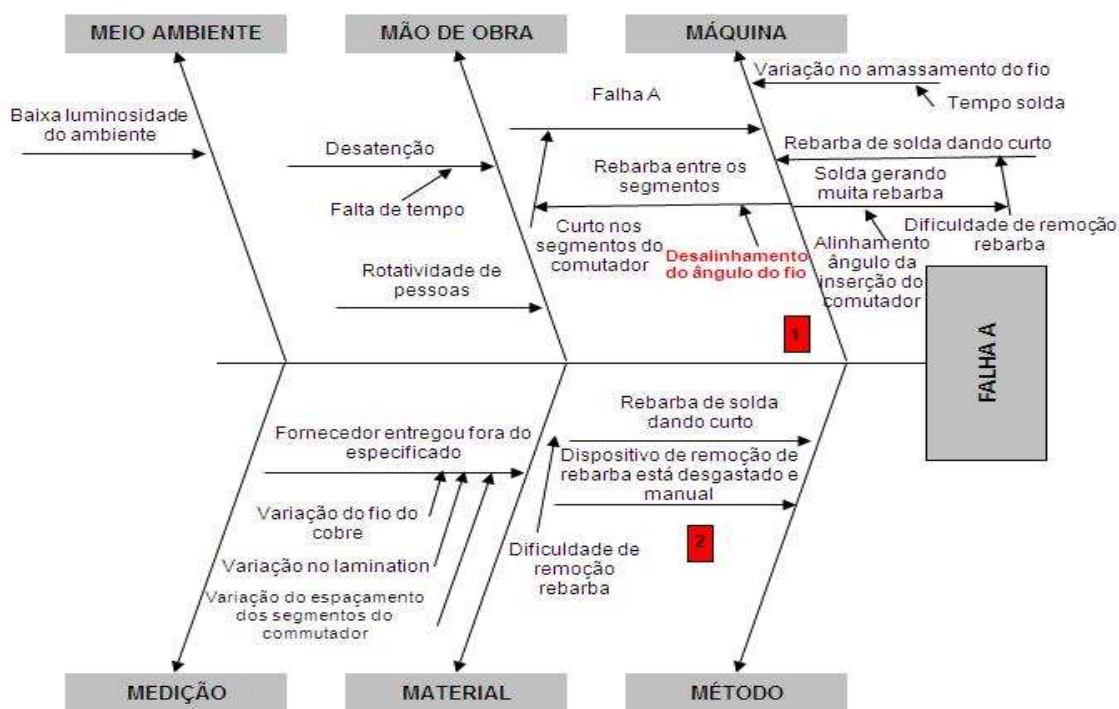
Outro método utilizado para encontrar a causa raiz, foi o diagrama de causa e efeito, apresentado na Figura 5. O diagrama dá auxílio para entender as relações entre as raízes de um problema, pois vão resultar as sub causas que consequentemente

determinarão o resultado final (RATH E STRONG, 2004; CÉSAR, 2011; MARIANI, 2005).

Como pode ser observado na figura 4, com o uso do diagrama de causa e efeito, foram detectadas duas causas principais que geravam a falha A: desalinhamento do ângulo do fio (1) e desgaste do dispositivo de remoção de rebarba (2).

Para a presente pesquisa, foi definido que seria atacado inicialmente o desgaste do dispositivo de remoção de rebarbas (2), tendo em vista que para a solução do desalinhamento do ângulo do fio (1), seria necessário um estudo mais complexo que envolveria alterações nos processos e dispositivos das máquinas o que demandaria tempo e investimento.

Figura 4 –Diagrama de causa e efeito



Fonte: Os autores

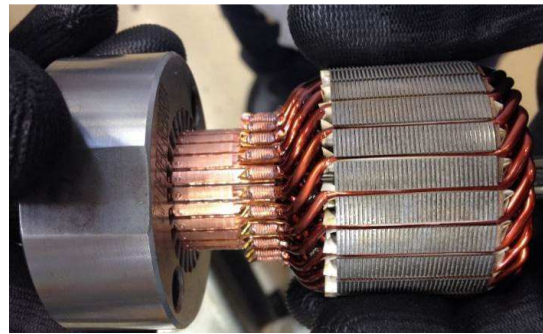
O dispositivo de remoção de rebarbas (Figura 5a), apresentava problemas relacionado ao desgaste, dimensionamento e tratamento do material, bem como o processo de retirada da rebarba pelo dispositivo que era feito manualmente pelo operador (Figura 5b).

Figura 5a – Dispositivo desgastado



Fonte: Os autores

Figura 5b – Utilização manual do dispositivo



Fonte: Os autores

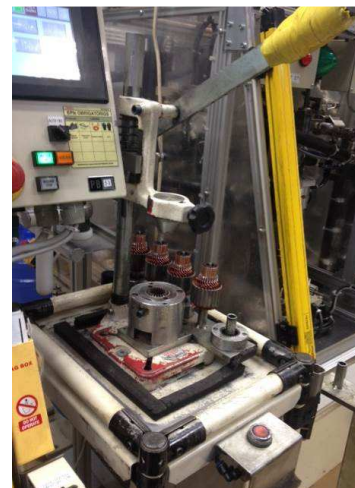
A partir dos problemas relacionados anteriormente, foram realizadas as seguintes melhorias no dispositivo: Modificação do dispositivo: Alteração da altura dos filetes (Figura 6a), para auxiliar a retirada completa da rebarba do comutador; e desenvolvimento de um sistema de alavanca para auxiliar o operador na remoção das rebarbas de maneira mais eficiente (Figura 6b); Substituição do material do dispositivo: Material GGD D2 que possui característica de conformação e corte a frio, muito utilizado no segmento metal-mecânico; Tratamento térmico do dispositivo: Aplicação do processo de têmpera no material, para aumentar a vida útil do dispositivo.

Figura 6a – Dispositivo remodelado



Fonte: Os autores

Figura 6b – Dispositivo com alavanca



Fonte: Os autores

6. RESULTADOS

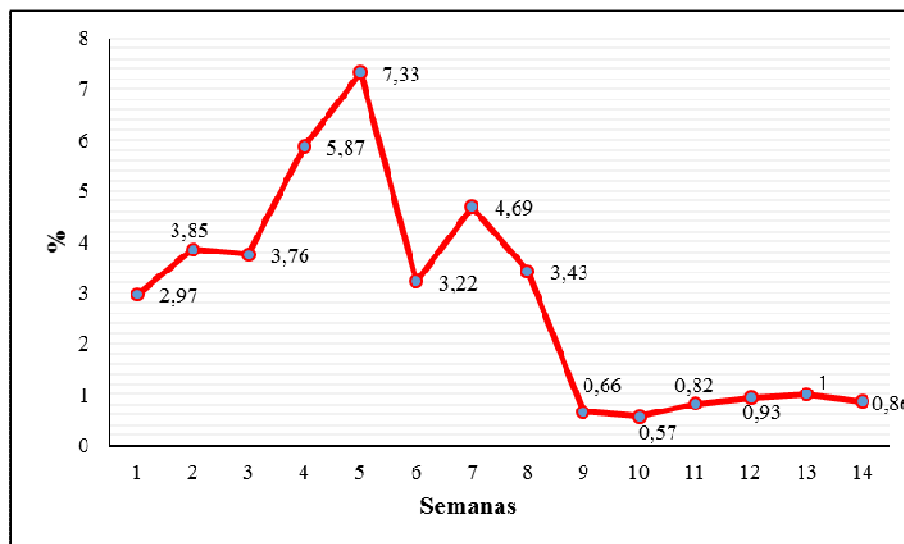
A Figura 7, apresenta o índice de refugo semanal (unidades produzidas x unidades descartadas), antes da aplicação do projeto de melhoria dispositivo (semana 1 até a

semana 8) e posteriormente à implementação de melhoria no dispositivo (semana 9 até a semana 14).

Como pode ser observado, antes da implementação da melhoria do dispositivo (semana 1 a 8), ocorre oscilações da quantidade de refugo de 2,97% à 7,33% gerando uma média no período antes da implementação de 4,39%.

Estas variações ocorreram devido à falta de padronização, dificuldade operacional de manusear o dispositivo devido ao desgaste do mesmo. Estas limitações ficam evidente na semana 5, na qual os operadores deixaram de utilizar o dispositivo pela dificuldade encontrada em sua manipulação devido ao desgaste do material do equipamento, e a partir desta semana foi averiguado/cobrado mais assiduamente a utilização do mesmo.

Figura 7- Índice de refugo semanal



Fonte: Os autores

Após a implementação da melhoria do dispositivo (semana 9 a 14), as oscilações e a quantidade de refugos são reduzidas consideravelmente de 0,57% a 1%, gerando uma média no período após a implementação de 0,81%.

Com a redução média de refugo de 4,39% (antes da melhoria), para 0,81% (após a melhoria), gerou uma redução média de 3,58% do refugo, possibilitando uma redução de custo anual para a empresa de R\$ 165.744,00.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia MASP, com o auxílio das ferramentas da qualidade, foi essencial para a obtenção do resultado da melhoria do processo relacionado a redução do percentual de refugo, em uma linha de produção de peças automotivas.

Com o uso das ferramentas da qualidade, foi possível identificar qual das falhas gerava o maior índice de refugo e detectar suas causas. A partir das causas detectadas, foi estabelecido trabalhar na redução de uma das causas (melhoria do dispositivo de remoção de rebarbas), tendo em vista que o mesmo possibilitaria um retorno quantitativo e qualitativo mais rápido em relação a outra causa (desalinhamento do ângulo do fio).

O índice médio de refugo caiu de 4,39% para 0,81% após a melhoria, se aproximado da meta da empresa que é de 0,5%, e resultando em uma economia anual de R\$ 165.744,00.

8. FONTES CITADAS E CONSULTADAS

ALVAREZ, Maria Esmeralda Ballester. **Administração da Qualidade da Produtividade**: Abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas, 2001.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total**: No estilo japonês. Nova Lima: Editora Falconi, 09-p.13, 2004.

CÉSAR, Francisco I. Giocondo. **Ferramentas básicas da qualidade**. 1. ed. São Paulo: Biblioteca 24 horas, p.63, 2011.

FERREIRA, Rafael Henrique Mainardes; *et al.* Círculos De Controle Da Qualidade (CCQ'S): A Participação Direta Nos Processos Decisórios em uma Indústria de Autopeças da região sul. **Congresso UFV de Administração e Contabilidade e II Mostra Científica**, v. 5, Viçosa, p.3, mai. 2012.

FILHO, Moacyr Paranhos. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibpex, 2007.

KALTENECKER, Evodio; QUEIROZ, Retto. **Qualidade segundo Garvin**. São Paulo: Annablume, p.73, 2013.

MARIANI, Celso Antonio. Método PDCA e Ferramenta da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um estudo de caso. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v.2, n.2, p.110-126, jul. 2005.

MARQUES, Wagener Luiz. **Implementação da Qualidade Total nas empresas e seus programas de apoio**: Programa Cinco "S", Programa "Lua e Sol", Programa Oito "I". Cianorte: Wagner Luiz Marques, p. 42-43, 2007.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas Administrativas para identificar**: Observar e analisar problemas. São Paulo: Arte & Ciência, p.20, 2001.

MENDONÇA, Tamires Ramos; *et al.* Aplicação da metodologia de solução de problemas nos equipamentos móveis utilizados em obras de infraestrutura no setor

da construção civil. **XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba, v. 24, p. 11, out. 2014.

MOURA, Henrique. **PMP: Sem segredos**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2013.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos..** Rio de Janeiro: 2. Ed, Ed. Elsevier Editora Ltda, p.303, 2012.

RATH, STRONG. **Six Sigma pocket guide**. 1. ed. New York: McGraw Hill Professional, 2004, 83-103p.

ROJAS, Pablo. **Introdução à Logística Portuária e Noções de Comércio Exterior**. Porto Alegre: Bookman, p.160, 2014.

SANTOS, Lucas Almeida Dos *et al.* Implementação de Layout celular em uma empresa start up de tecnologia. **XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba, v. 24, p. 10, out. 2014.

SELEME, Robson; *et al.* **Controle da qualidade: As ferramentas essenciais**. Curitiba: 2. ed Ibpex, p.27- 56, 2010.

SILVA, Ana Lúcia Rodrigues Da. **Monografia Fácil: Ferramentas e Exercícios**. São Paulo: DVS Editora, 2004.

SILVA, Christian Luiz. Competitividade e estratégia empresarial: um estudo de caso da indústria automobilística brasileira na década de 1990, **Revista FAE**, Curitiba, v.4, n.1, p.35-48, jan./abr. 2001.

SLACK, Nigel; *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: 2. ed., Atlas, 2007.

STICKDORN, Marc; *et al.* **Isto é Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, p.168, 2014.

VERGUEIRO, Waldomiro. **Qualidade em serviços de informação**. São Paulo: Arte & Ciência, p.52, 2002.

VERRI, Lewton Burity. **Defeito: O inimigo da Qualidade Classe A**. Joinville: Clube de Autores, p.33, 2009.