

MELHORIA DO PROCESSO INDUSTRIAL DE FABRICAÇÃO DE AGULHAS CIRÚRGICAS OFTÁLMICAS UTILIZANDO METODOLOGIA SEIS SIGMA

Marcus Valério Rocha Garcia, Márcio Fabiano Cunha da Silva, José Alexandre Junqueira Ribeiro, Janaina Fernandes Rosa Arantes

¹ETEP Faculdades/Engenharia Mecânica, Av. Barão do Rio Branco 882 Jd. Esplanada São José dos Campos SP, marcus.valerio@etep.edu.br

²ETEP Faculdades/Engenharia Mecânica, Av. Barão do Rio Branco 882 Jd. Esplanada São José dos Campos SP, mmsilva51@yahoo.com.br

³ETEP Faculdades/Engenharia Mecânica, Av. Barão do Rio Branco 882 Jd. Esplanada São José dos Campos SP, jose.ribeiro@etep.edu.br

⁴ETEP Faculdades/Engenharia Mecânica, Av. Barão do Rio Branco 882 Jd. Esplanada São José dos Campos SP, janaina.arantes@etep.edu.br

Resumo - Este trabalho tem por objetivo a melhoria de um processo industrial de fabricação de agulhas cirúrgicas oftálmicas utilizando a metodologia Seis Sigma. A motivação é o elevado índice de metal solto presente nas agulhas após o processo de fabricação. Foi utilizada a ferramenta DMAIC, através da qual foi possível constatar a eficiência da metodologia Seis Sigma para redução de não conformidade no processo. Um mapa do processo de fabricação foi elaborado através da ferramenta SIPOC com dados coletados para análise de cada etapa da produção, o que possibilitou identificar a influência de cada etapa no processo. Diversas ações foram tomadas, resultando em uma diminuição superior a 50% no índice de agulhas rejeitadas por metal solto. Com este resultado a empresa aumentou, além da sua produtividade, a satisfação e a confiabilidade de seus clientes, pois este trabalho reduziu as possibilidades de rejeição do produto na etapa seguinte do processo (Encastamento de Agulhas) e até mesmo no cliente final, o cirurgião oftálmico.

Palavras-chave: Seis Sigma, DMAIC, SIPOC, Confiabilidade e Qualidade.

Área do Conhecimento: Engenharia da Produção

Introdução

Segundo Rotondaro (2002), o conceito técnico do Seis Sigma é medir o desempenho atual e calcular quantos Sigmas existem até que ocorra a insatisfação do cliente, momento em que se estabelece a existência de um defeito. Dessa forma, um defeito é qualquer evento que não atenda aos requisitos do cliente. De acordo com o padrão Seis Sigma, um processo será classificado como Seis Sigma quando não gerar mais que 3,4 dpmo (defeitos por milhão de oportunidades). A Figura 1 apresenta uma tabela comparativa, mostrando a forma exponencial em que é requerida a redução de defeitos, na medida em que se aumenta (melhora) o processo sigma (σ).

Pyzdek (2000) comenta que a implementação do Seis Sigma pode ser feita por meio de diversas ferramentas, que de um modo geral são aplicadas dentro de um mesmo modelo, conhecido como DMAIC (do inglês, *Define Measure Analyse Improve Control*).

A ferramenta DMAIC é uma metodologia reconhecida em todo o mundo como meio de se estruturar os projetos de melhoria na busca do padrão Seis Sigma. As empresas têm utilizado esta ferramenta como principal estrutura para que

o CEP (Controle Estatístico do Processo) determine os pontos de oportunidade de melhoria nos processos estudados e possibilitem a aplicação da estratégia com a finalidade de elevar o nível Sigma. O DMAIC baseia-se no ciclo original PDCA (do inglês, *Plan Do Check Action*), sendo amplamente usado tanto nos esforços de melhoria do processo, quanto nos de projeto/reprojeto de produtos ou processos. (Pande 2002)

| DPMO | Processo Sigma |
|--------|----------------|
| 691462 | 1 σ |
| 308537 | 2 σ |
| 66807 | 3 σ |
| 6210 | 4 σ |
| 233 | 5 σ |
| 3,4 | 6 σ |

Defeitos por Milhão de Oportunidades

Capabilidade do Processo

Melhoria no processo Sigma requer uma redução exponencial de defeitos.

Figura 1 - Nível Sigma em função DPMO

Na fase “definir” do DMAIC, utilizou-se o modelo SIPOC (do inglês, *Supply Inputs Process Output Customer*), para melhor descrever o processo e suas interfaces com os fornecedores e clientes. As principais características desta ferramenta são: foco voltado às tarefas principais; identificação das variáveis que afetam os resultados; relacionar tarefas com insumos, resultados e CTQ's (do inglês, *Critical To Quality Tree*). (GE América Latina, 2000)

Este trabalho foi realizado com o objetivo de investigar as possíveis causas que geravam metal solto nas agulhas cirúrgicas, e propor soluções para eliminar ou reduzir o índice de rejeição e de retrabalhos, aumentando assim a produtividade e a confiabilidade nos produtos da empresa.

Metodologia

A agulha cirúrgica é projetada para levar o fio cirúrgico, penetrando-a por tecidos. Cada tipo de agulha cirúrgica deve ter o perfil e ponta adequados para cada tipo de tecido e cirurgia, de modo que ao penetrar no tecido não provoque trauma significativo; na Figura 2 são apresentadas as partes de uma agulha. As agulhas cirúrgicas são fabricadas com aço inoxidável de alta qualidade, a fim de conduzir a sutura através dos tecidos com um mínimo trauma, o que requer um excelente poder de penetração nos tecidos.

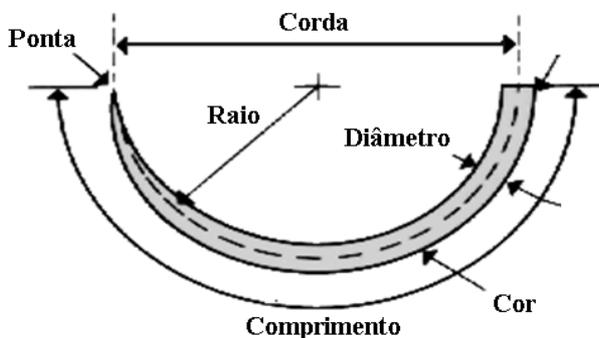


Figura 2 - As partes de uma agulha

Os diversos fatores que interferem no desempenho de uma agulha são: tipo da liga de aço que será utilizada; tratamento térmico (têmpera e revenimento); forma do corpo da agulha (interfere na estabilidade e rigidez); tipo da curvatura (depende da aplicação e da preferência do cirurgião) e também do perfil da ponta e sua performance de penetração.

O problema em questão é que algumas agulhas apresentam em sua superfície partículas de metal solto que são provenientes do processo de fabricação e acabam não sendo retiradas corretamente durante o processo de produção. Estas partículas podem ocasionar traumas e infecções no processo cirúrgico, sendo esse o

motivo da criticidade desta falha. Na Figura 3 são apresentadas fotos de algumas agulhas que foram retiradas do processo de fabricação e na inspeção final e apresentavam metal solto (ampliação de 60 vezes).

Na fase “definir” do DMAIC, foi feito o mapa do processo utilizando-se o SIPOC. Para uma melhor visualização da seqüência de produção das agulhas, por todos os membros do projeto, foram levantados os seguintes dados do processo: as entradas, as saídas, as especificações de cada etapa e também o fluxo de cada processo.

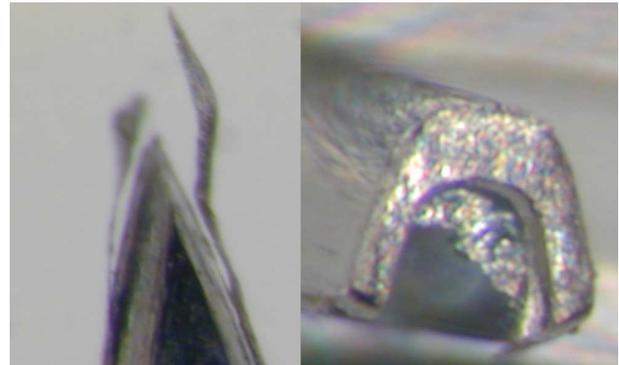


Figura 3- Fotos da ponta e do canal de uma agulha com metal solto

Na fase “medir” foram analisados os índices de ocorrências de metal solto, no período de Janeiro a Setembro de 2006, e conforme demonstrado na Figura 4, verificou-se que em média 0,73% das agulhas produzidas apresentavam problemas de metal solto.

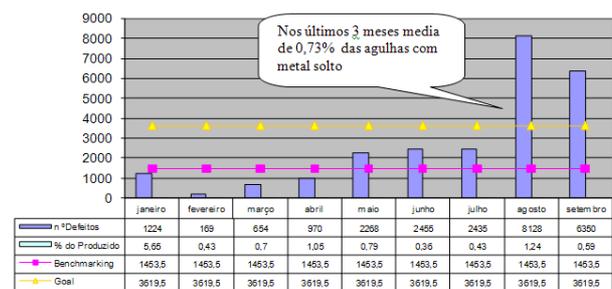


Figura 4 - Índice de ocorrência de defeitos de Jan a Set

Havia uma suspeita sobre a fonte geradora e foram realizados alguns testes que pudessem confirmar a relevância de tal desconfiância. A maior suspeita concentrava-se nas duas máquinas responsáveis pelo corte e eletropolimento das agulhas, portanto foram analisados 10 de seus lotes, conforme ilustrado na Figura 5; sendo cinco de cada máquina. As agulhas foram inspecionadas antes e depois de serem processadas, o que permitiu constatar qual a influência das máquinas na geração de metal solto.

Ficou muito claro que estas máquinas eram as principais responsáveis pela geração da falha, motivo pelo qual o trabalho de investigação para redução de ocorrências concentrou-se principalmente nelas.

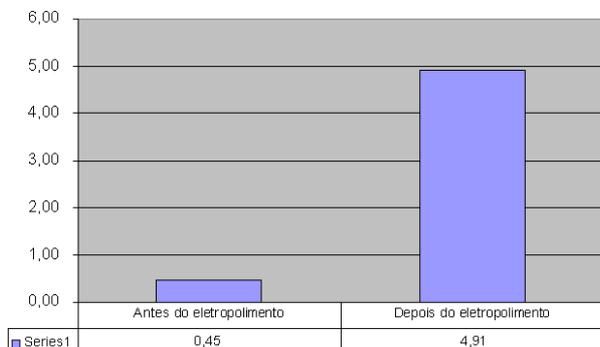


Figura 5 - Índice de metal solto antes e depois do processo de corte e eletropolimento

Dentro das melhorias propostas pelo grupo do projeto, foram realizados testes trocando as ferramentas de corte ISO-C-9 pela Kerps K10B, que promoveu uma redução de 40,3% no índice de metal solto, conforme ilustrado na Figura 6.

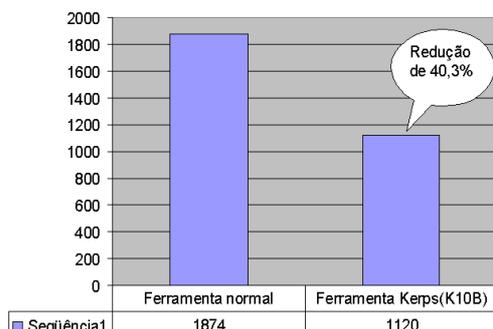


Figura 6 - Troca da ferramenta ISO - C - 9 pela Kerps K10B

Outro teste realizado foi passar as agulhas por um processo de pré-destêmpera antes de entrarem nas máquinas de corte e eletropolimento; uma normalização de sua estrutura para reduzir a dureza na região de corte e desta forma melhorar a qualidade do corte e aumentar a vida útil da ferramenta, o que possibilita realizar um corte de melhor qualidade e proporcionar redução na geração de metal solto. Conforme demonstrado na Figura 7, tal procedimento reduziu em 68,27% o índice de metal solto nas agulhas, e ainda apresentou redução de corte danificado. Na análise dos resultados deste teste foram desprezados os picos de defeitos para eliminar as possíveis discrepâncias.

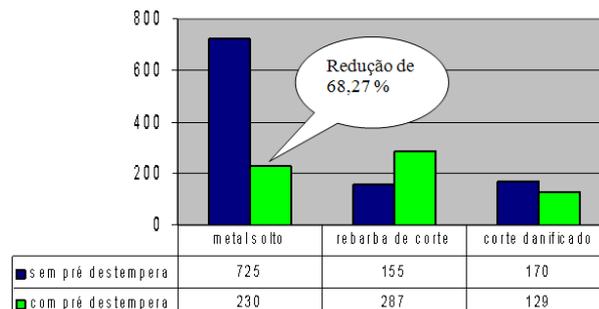


Figura 7 - Teste de pré-destêmpera

Após esta etapa, foi realizado um questionário, através do qual operadores puderam sugerir ações que ajudassem a reduzir o índice de metal solto (Braistorming). Com este levantamento, realizou-se uma reunião, onde os itens foram analisados pelo grupo do projeto, foi então estabelecido um plano de ação para a implementar as melhorias propostas, discutiu-se as conclusões obtidas nos experimentos, com seus respectivos responsáveis, e definida uma data para a conclusão das atividades.

Discussão

Na fase “implementar“, a equipe do projeto se orientou pelo plano de ação e pelos testes realizados na fase “analisar“, seguindo os prazos e liberações efetuadas pelos responsáveis por cada ação.

As ações foram tomadas buscando reduzir ao máximo o alto índice de metal solto. Conforme dados recolhidos dos estudos, anteriormente realizados, o maior índice ocorria na área de acabamento de agulhas. Então todos os esforços se concentraram em melhorar o processo de eletropolimento e corte de agulhas, que são realizados nas máquinas SAE OFT 01 e 02, onde as seguintes ações foram tomadas:

- 1) Instalação de uma tomada próxima das máquinas para utilização do aspirador de pó, visando a retirada de impurezas e limalhas que possam ter sido geradas pelo processo de fabricação. Este procedimento foi colocado em norma e tornou-se obrigatório no início de cada turno.
- 2) Troca do material do ferramental de corte para Kerps k10B. Com esta medida, houve uma melhora na qualidade do corte das agulhas e também reduziu o número de metal solto (conforme testes realizados).
- 3) Cobertura da parte superior das máquinas, o que evitou a entrada de impurezas que possam estar suspensas no ar.
- 4) Treinamento dos operadores no processo de desmagnetização das agulhas, que melhorou e padronizou a tarefa (reduzindo a magnetização de partículas nas agulhas).

5) Testes de um sistema de vácuo para aspirar as partículas de metal que possam ter sido geradas durante o processo de corte das agulhas, evitando que as mesmas possam se fixar ao corpo das agulhas. Este sistema se mostrou bastante eficiente e pode ser uma alternativa de retirada de metal gerado no processo de corte.

6) Procedimento para tampar as caixas com as agulhas que saem da máquina para evitar a entrada de partículas suspensas no ar durante o tempo de transferência para próxima etapa do processo.

7) Realização de corte das agulhas com pré-destêmpera, em função dos ótimos resultados alcançados nos testes.

Na fase “controlar” foram fabricados novos lotes de agulhas oftálmicas, e após inspecionadas foi possível constatar que, depois da realização do plano de ações propostas, ocorreu uma redução de 57,4% no índice de metal solto, conforme demonstrado na Figura 8.

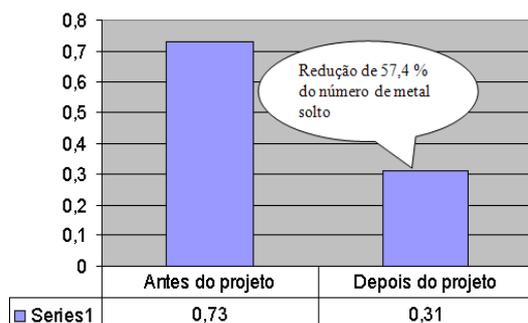


Figura 8 - Índice de metal solto após realização do plano de ações propostas

Foi possível também verificar essa melhora comparando os índices sigma antes e depois da implantação do plano de ações, conforme demonstra a Figura 9.

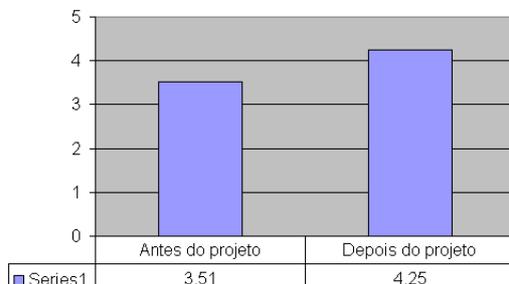


Figura 9 - Índice Sigma do processo antes e depois de implantadas as melhorias

Conclusão

Quando a metodologia Seis Sigma é implantada em um processo industrial, tem-se por objetivo alcançar o índice 6 σ que, na tabela da Figura 1, corresponde a 3,4 dpmo. No processo aqui apresentado, infelizmente não foi possível ainda atingir este nível Sigma, que no início era de 3,51 e passou para 4,25, conforme ilustra a Figura 9. Por este motivo o trabalho de investigação em como melhorar este processo industrial continua, visto que em todo o processo a melhoria deve ser sempre continua.

Entretanto ao analisarmos a Figura 8, verificamos que as ações tomadas trouxeram uma redução de 57,4% do índice de metal solto presente nas agulhas após o processo de fabricação. Este resultado é muito expressivo, pois apresenta uma grande evolução em termos de qualidade do produto produzido.

A ferramenta DMAIC apresentou-se muito eficiente na implantação da metodologia Seis Sigma no processo. Através desta ferramenta foi possível obter a participação de todos os envolvidos no processo de fabricação, desde os engenheiros aos operadores, todos foram ouvidos e participaram ativamente como equipe na implantação do plano de ações.

A ferramenta SIPOC também se mostrou muito útil para fornecer uma visão clara de todo o fluxo do processo de fabricação, e com certeza este mapa será muito utilizado para continuação dos trabalhos de melhoria deste processo, de modo que através de futuras ações seja obtido um nível Sigma ainda melhor.

Referências

- GREEN BELT GE, GE América Latina - 6 Sigma College, 2000, - Manual do Participante, Definição.
- PANDE, PETER S., 2002. “Estratégia Seis Sigma: Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho”. Ed. Qualitymark.
- PEREZ, M. W., 1998. “Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios”. Ed. Qualitymark.
- ROTANDARO, R. G., 2002. “Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços”. Ed. Atlas.