

# PROPOSTA DE UM MÉTODO DE UTILIZAÇÃO DO DMAIC PARA SE DIMINUIR O TEMPO DE SETUP

**João Murta Alves** (ITA) murta@ita.br

**Mário Eduardo Pauka Reis** (ITA) mpauka@uol.com.br

**Resumo.** *Muitas empresas têm necessidade de diminuir o tempo de setup para aumentar a capacidade ou para introduzir a produção enxuta e muitos trabalhos de redução do tempo de setup tem utilizado o método desenvolvido por Shingo, mas este método tem alguns problemas que são levantados por pesquisadores e também foram observados em um trabalho de redução de setup realizado na empresa ESA. Para se resolver os problemas comentados, o presente artigo sugere que a diminuição do tempo de setup seja realizada utilizando-se um método DMAIC modificado, que inclui em cada uma de suas 5 etapas, ferramentas específicas para se trabalhar com o setup.*

**Palavras-chave:** *setup, DMAIC, seis sigma.*

## 1. INTRODUÇÃO

São inúmeras as vantagens da redução do tempo de setup, McIntosh et al <sup>(1)</sup> comentam que a redução de setup pode contabilizar ganhos em 19 áreas, reunidas em 5 principais grupos, que são:

- Reduzir tempo de parada de equipamento.
- Reduzir inventário.
- Reduzir recursos.
- Aumentar flexibilidade.
- Aumentar o controle do processo.

Além dos ganhos acima, a diminuição do tempo de setup pode permitir a introdução da produção enxuta, o que é comentado por Clegg <sup>(2)</sup>, e a introdução da produção enxuta pode gerar grandes crescimentos, o que é mostrado por Womack et al <sup>(3)</sup>.

Mas a diminuição do tempo do setup apresenta dificuldades, o que é evidenciado no comentário de McIntosh et al <sup>(1)</sup> ao enumerar o que é necessário para um projeto de redução de setup dar certo, eles comentam que para se ter um projeto de redução de setup são necessários 4 componentes : atitude, recursos, consciência e direção, ou seja, não é apenas necessário uma boa solução técnica, em relação a isto Van Goubergen e Van Landghem <sup>(4)</sup> comentam: “Mesmo com uma máquina perfeitamente projetada, feita para setups rápidos, com os mais eficientes métodos descritos em procedimentos de trabalho e organização, não haverá um baixo setup se as pessoas que fazem o trabalho não virem a importância do baixo setup ou não estiverem motivadas a obterem um baixo setup.”

Devido a estas dificuldades de se abaixar o setup, vários trabalhos foram publicados relatando métodos para executá-lo (Fogliatto e Fagundes <sup>(5)</sup>, Van Goubergen e Van Landghem <sup>(6)</sup>, Moxham e Greatbanks <sup>(7)</sup>, Hay <sup>(8)</sup>, Sepheri <sup>(9)</sup>, McIntosh et al <sup>(1)</sup>, Shingo <sup>(10)</sup>).

Mas o método que mais se destacou foi o apresentado por Shingo <sup>(10)</sup>. Sobre isto Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup> comentam: “várias publicações e livros foram escritos em como se reduzir o tempo de setup e basicamente todos são baseados no método desenvolvido por Shingo”.

Mas apesar do método de Shingo ter produzido uma grande evolução na maneira de se trabalhar com a redução do tempo de setup ele apresenta problemas/oportunidades de melhorias que são colocadas por diversos autores (Moxham e Greatbanks <sup>(7)</sup>, McIntosh et al <sup>(11)</sup>, McIntosh et al. <sup>(12)</sup>, Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup> e Mileham et al <sup>(13)</sup>).

O presente trabalho apresenta um estudo de caso que mostra os problemas em se obter a redução de setup pelo método de Shingo, e sugere um método de redução de setup que incorpora sugestões de vários pesquisadores e que ao mesmo tempo respeita a cultura de resolução de problemas da empresa ESA, foco do presente estudo, que é a de utilizar o método DMAIC para solução de problemas.

Este trabalho está estruturado em 8 seções. A Seção 2 apresenta o método de Shingo. A Seção 3 mostra o estudo de caso. A seção 4 cita as oportunidades de melhorias do método de Shingo. A Seção 5 comenta o método seis sigma. A Seção 6 apresenta o método proposto e a sua aplicação na empresa ESA. A Seção 7 mostra a conclusão. E finalmente a Seção 8 apresenta as referências.

## **2. O MÉTODO DE SHINGO**

Shingo <sup>(10)</sup>, criou um método para se diminuir o setup que segundo ele foi desenvolvida em um período de 19 anos como resultado de exames detalhados de aspectos teóricos e práticos. Este método é denominado SMED (“single minute exchange die”), nome este que mostra que o objetivo é o de se fazer o setup em menos de 10 minutos.

A base do seu método está no entendimento do que as operações de setup são de dois tipos:

Setup interno - atividades que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada, ex.: montagem ou remoção de matrizes.

Setup externo - atividades que podem ser realizadas quando a máquina estiver funcionando, ex.: transporte de matrizes já utilizadas para o almoxarifado.

O seu método é apresentado em 4 estágios:

Estágio 0 – As condições de setup interno e externo são confundidas, o que poderia ser realizado externamente é realizado internamente e por isto as máquinas ficam paradas por longos períodos.

Estágio 1 – Separar os setups interno e externo. Já nesta fase se atinge uma economia de 30-50% do setup.

Estágio 2 – Converter o setup interno em externo. Ex.: realizar preaquecimento de elementos que anteriormente eram aquecidos após o início do setup e a conversão da centragem em um elemento externo, realizando-as antes do início da produção.

Estágio 3 - Racionalizar todos os aspectos da operação de setup.

### 3. ESTUDO DE CASO

Na empresa ESA havia 20 máquinas BB1, o tempo médio de setup da BB1 era de 10 horas, havia um operador para cada 2 máquinas e um especialista de setup para cada 4 máquinas, se produzia em três turnos e as máquinas ficavam em setup 13% do tempo disponível.

Com o foco de se melhorar/introduzir a produção enxuta decidiu-se diminuir o tempo de setup e para este fim utilizou-se o método de Shingo <sup>(10)</sup>.

Ao final do projeto obteve-se uma redução do tempo de setup de 20%, que foi muito menor que o esperado, pois Shingo apregoa que, apenas no estágio 1, o seu método já diminui o setup entre 30 e 50%.

O método de Shingo não foi adequado para o trabalho de redução de setup na máquina estudada principalmente por não se ter uma solução de baixo custo para se retirar o setup externo do tempo total de setup (estágio 1 do método de Shingo), pois quase todo o tempo do setup externo era devido à falta de operadores especialistas em setup, problema este que tinha como solução principal a contratação de mais operadores, o que era uma solução cara, e por isso não foi implementada.

Vale salientar que a empresa ESA praticamente não produzia em horas extras e não tinha problema de capacidade para atender os pedidos.

Ao final do projeto de redução de setup foram levantados os seguintes problemas relacionados ao método de Shingo:

- Ele não pede uma determinação de meta e não se ter uma meta de redução de setup e o possível retorno econômico fez com que não se soubesse exatamente o que estava sendo procurado e quanto se poderia gastar.

- Utilizar somente o método de Shingo, fez com que se pulasse de uma estratificação de atividades em setup interno e externo para a implementação de soluções. A falta de um método detalhada que determinasse os passos a serem seguidos foi sentida pelo grupo que não tinha experiência em trabalhar com a redução de setup.

- O grande enfoque de Shingo em relação ao SMED é diminuir o setup principalmente por soluções organizacionais (ex.: separar o setup externo do interno), esta abordagem não ajudou o trabalho na empresa ESA, pois imaginou-se que a solução do problema em estudo seria a introdução de uma nova tecnologia relativamente cara, opção esta que é abordada muito fracamente no método de Shingo, como comentado por McIntosh et al <sup>(11)</sup>.

### 4. OPORTUNIDADES DE MELHORIA DO MÉTODO DE SHINGO

Alguns autores apresentam críticas/oportunidades de melhorias em relação ao método de Shingo. Abaixo são apresentadas algumas delas, consideradas bastante relevantes:

- Moxham e Greatbanks<sup>(7)</sup> defendem se realizar uma etapa de atividades antes do estágio 1 do método de Shingo. Nesta etapa se definiria o alvo, se quantificaria os benefícios e se obteria o apoio da alta gerência e recursos.

- Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup> sugerem, como uma melhoria ao método de Shingo, se utilizar ferramentas de resolução de problemas como, por exemplo, pareto e apresentam um método mais detalhado que o de Shingo para a diminuição do tempo de setup.

- McIntosh et al <sup>(1,11,12)</sup> e Mileham et al <sup>(13)</sup>, criticam o enfoque de Shingo de diminuir o setup principalmente através de questões organizacionais e defendem a possibilidade se ter soluções de mudança de máquina (projeto).

## 5. MÉTODO SEIS SIGMA E O DMAIC

Segundo Bertels <sup>(14)</sup>, em meados da década de 80, nos Estados Unidos, a Motorola, sob a liderança de Robert Galvin, desenvolveu o Seis Sigma.

Durante a década dos 90, Jack Welch, da General Electric, viu no Seis Sigma um meio para realizar uma mudança cultural na sua organização e obter grande economia nos custos. Em 1998, quando a Business Week relatou que a GE tinha economizado US\$ 330 milhões, o interesse pelo Seis Sigma cresceu muito entre as empresas.

O Seis Sigma é um método para atacar problemas relacionados a variações do processo, e utiliza para realizar as melhorias tanto o ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir) como o DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar).

Vale ressaltar que segundo Rotondoro <sup>(15)</sup>, o Modelo MAIC (Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) foi desenvolvido inicialmente na Motorola como uma evolução do ciclo PDCA e depois adotado pela GE como DMAIC.

Segundo Bertels <sup>(14)</sup>, o método DMAIC é uma abordagem provada de resolver problemas que inclui um conjunto de ferramentas e um guia ou seqüência para se utilizar estas ferramentas. É uma abordagem dirigida por dados para se melhorar o processo em uma maneira lógica e metódica. Suas cinco fases: definir, medir, analisar, melhorar e controlar são designadas para conduzir um time através de um projeto de melhoria do processo do início ao fim

## 6. MÉTODO PROPOSTO E SUA APLICAÇÃO

O objetivo do presente método é se adequar a cultura da empresa ESA (resolver problemas através do método DMAIC) tomando o cuidado que este método contemple as oportunidades de melhoria observadas por pesquisadores e pela empresa ESA.

As fases do método DMAIC : definir, medir, analisar, inovar/melhorar e controlar serão o esqueleto do método aqui proposta e sobre este esqueleto se colocarão ferramentas especiais utilizadas na redução do setup.

### 6.1. Definir

Segundo Bertels <sup>(14)</sup>, um dos propósitos da fase “definir” é determinar quais são os benefícios esperados para o negócio (ganho) e quais recursos são necessários para se atingir o objetivo.

Na presente proposta, na fase “definir” se enfocará o cálculo do ganho.

Na empresa ESA, foco do presente trabalho, se calculou que uma redução do setup para “zero minutos” produziria um ganho de inventário, por custo de capital, de aproximadamente US\$60.000/ano e ganho de recursos, devido a transferência de mão de obra (especialistas de setup e operadores), advindos do desenvolvimento de uma nova tecnologia de aproximadamente US\$325.000/ano.

A economia se daria pela transferência de operadores, devido ao aumento da produtividade, e pela transferência de especialistas de setup, pela facilitação do *setup*.

Deve-se ressaltar que o *setup* de zero minutos, utilizado nos cálculos, não é uma meta, é apenas uma maneira de se identificar o máximo ganho, o que dá uma idéia do teto que se pode gastar por máquina no desenvolvimento de uma nova tecnologia, que no caso da empresa ESA, considerando-

se apenas o ganho com a transferência de mão de obra, seria de aproximadamente US\$32.500/máquina, pois a empresa ESA considera viável, um projeto que tem *payback* de 2 anos e  $US\$32.500 = (2 * US\$325.000 / \text{ano}) / (20 \text{ máquinas BB1})$ .

Vale enfatizar que demitir mão de obra como consequência da redução do tempo de *setup* não é apoiado por Hay<sup>(8)</sup>. Segundo ele, as pessoas que fazem o *setup* são vitais para o sucesso do trabalho e as melhorias não aconteceriam se essas pessoas acreditassem que suas idéias eliminariam os seus empregos.

Womack e Jones<sup>(26)</sup> concordam com Hay<sup>(8)</sup> e comentam que demitir funcionários em uma fábrica com excesso de mão de obra devido à introdução da produção enxuta, pode criar uma resistência a novas melhorias e sugerem 5 ações para não realizar a demissão:

- Reduzir horas extras;
- Alocar pessoal excedente nas atividades de Kaizen;
- Fabricar internamente alguns componentes produzidos por fornecedores;
- Reduzir a semana de trabalho;
- E a mais poderosa de todas, desenvolver novas linhas de produtos para expandir a empresa.

Em resumo, a melhor forma de reduzir a mão de obra em trabalhos de redução de *setup* seria através da transferência deste recurso para setores que dele necessitam.

## 6.2 Medir

Segundo Bertels<sup>(14)</sup>, o propósito desta etapa é o de se coletar dados atuais que diminuirão a faixa de potenciais causas que o time investigará na fase de analisar e de estimar a capacidade atual do processo em atender as expectativas dos clientes.

Nesta etapa, na metodologia DMAIC, é necessário descobrir quais são as variáveis que são importantes para o processo para se poder estratificar os dados e se saber aonde vale a pena trabalhar. É também necessário determinar como estes dados serão coletados. Estas duas etapas são fundamentais e não são de fácil execução, pois pode-se excluir variáveis importantes da coleta de dados, direcionando o trabalho para o enfoque errado.

Um exemplo de como a experiência de pesquisadores ajuda nesta etapa e como ela é extremamente importante, é o fato de que a simples estratificação de atividades entre *setup* interno e externo, ser considerada por Shingo, a sua grande descoberta.

Além da estratificação, é de fundamental importância a maneira de se coletar os dados. Segundo Shingo<sup>(10)</sup> as ferramentas utilizadas para coleta de dados podem ser análise contínua da produção realizada com um cronômetro, filmagem ou entrevista com os operadores.

Van Goubergen e Van Landeghem<sup>(6)</sup> sugerem que se faça filmagem e sugerem que as ações sejam estratificadas nos seguintes itens: preparação/finalização do lote, troca de peças, ajustar, reajustar e interferências.

As atividades dos quatro primeiros itens seriam também separadas em *setup* interno e *setup* externo.

Após a estratificação dos dados, Van Goubergen e Van Landeghem<sup>(6)</sup> sugerem que se mostre o resultado em paretos.

Ao final desta etapa, além de se saber onde estão os problemas, através dos paretos, deve-se saber qual o valor do *setup* inicial, para se ter um parâmetro das melhorias alcançadas.

Na empresa ESA a etapa de medir mostrou que 38% do tempo de setup era devido a falta de profissionais para fazer o setup (setup externo), que no caso, era devido a falta de especialistas de setup, que eram os profissionais responsáveis por esta atividade e em relação aos 62% do tempo restante, 83,8% deste tempo era utilizado em ajustes (setup interno) e dentro da atividade “ajustes”, 72% do tempo era gasto em 3 principais ajustes.

### 6.3 Analisar

Segundo Bertels <sup>(14)</sup> o propósito desta etapa é descobrir a fundo a causa dos problemas, para se realizar esta atividade, nos trabalhos de setup, se sugere a utilização das seguintes ferramentas:

- Ver filmagem do setup com grupo de operadores perguntando a razão dos problemas, etapa esta que foi sugerida por Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup>.

- Fazer “benchmarking” de soluções apresentada por outros pesquisadores, como por exemplo: Shingo <sup>(10)</sup>.

- Se tempo de deslocamento é alto, fazer um diagrama de rotina, o que é comentado por Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup>.

Ao final da etapa analisar se tem uma boa idéia de qual é a causa dos problemas do setup.

Na empresa ESA a etapa analisar mostrou porque os principais ajustes eram tão difíceis, devido simplesmente ao processo de tentativa e erro que era utilizado para fazê-los, o que necessitava de pessoas com experiência.

### 6.4 Inovar/Melhorar

Segundo Bertels <sup>(14)</sup> o propósito desta etapa é achar a solução do problema.

No método DMAIC, nesta etapa, são utilizadas as seguintes ferramentas: técnicas de geração de idéias, matriz de priorização, análise de custo/benefício, análise do modo de falha (FMEA), ferramentas de gerenciamento de projetos, teste piloto.

Ao se adaptar esta etapa para a redução de setup sugere-se utilizar as mesmas ferramentas.

Vale enfatizar que como comentado por Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup>, as ações para separar o setup externo do setup da máquina devem ser implementadas prontamente por terem baixo custo e as ações sobre o setup interno devem ter uma análise mais profunda de custo/benefício.

Ao final, deve-se fazer um cronograma de implementação das soluções.

Na empresa ESA, nesta etapa, estão sendo desenvolvidas 3 tecnologias que devem acabar com 72% dos ajustes dentro do setup, tornando o setup fácil e passível de ser realizado por operadores. Será gerada uma economia pela transferência dos especialistas de setup para um outro setor de aproximadamente US\$200.000/ano.

Vale salientar que as tecnologias em desenvolvimento terão um *payback* menor que 2 anos.

## 6.5 Controlar

Segundo Bertels <sup>(14)</sup> o propósito desta etapa é manter os ganhos.

No método DMAIC, nesta etapa, são utilizadas as seguintes ferramentas: padronização e cartas de controle.

Ao se adaptar esta etapa para a redução de setup, Van Goubergen e Van Landeghem <sup>(6)</sup>, sugerem que se meçam os tempos de setup e que eles sejam expostos em um gráfico.

Vale salientar que Culley et al <sup>(27)</sup> comentam que o fator mais importantes para se manter o ganho é o de se obter a redução por uma modificação de máquina.

Na empresa ESA, nesta etapa, se padronizará os tempos de setup e estes serão acompanhados pela alta e média gerência.

## 7. CONCLUSÃO

Apresentou-se um método DMAIC com ferramentas apropriadas para a redução do tempo de setup. Este método soluciona problemas oriundos do método de Shingo citadas no item 4, que são:

- Não determinação prévia da meta e benefícios econômicos no início do trabalho, o que é resolvido seguindo-se o item 6.1.

- Dificuldade de se realizar um trabalho de redução de setup sem experiência prévia, o que é resolvido seguindo o presente método, pois ela explica o que fazer e como fazer em todas as etapas do projeto.

- Não considerar soluções de modificações de máquina, o que é resolvido seguindo o presente método, pois ele contempla qualquer tipo de solução.

Como o presente método engloba o método de Shingo e incorpora a sugestão de vários pesquisadores, ele se torna mais abrangente que o método de Shingo, podendo ser utilizado para uma gama maior de situações.

## 8. REFERÊNCIAS

1. McINTOSH, R.I., CULLEY, S.J., MILEHAM, A.R., OWEN, G.W. **Improving Changeover Performance: a strategy for becoming a lean, responsive manufacturer**. Oxford, Butterworth Heinemann, 2001, 351p.
2. CLEGG, H.W. **Operator / Machine Studies Technique Reduces Set-up Time, Implements JIT**. Integrating Production & Inventory Control, 1986, October, p.52-53.
3. WOMACK, James P., JONES, Daniel T. e ROSS, Daniel **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro, Campos, 1992, 347p.
4. VAN GOUBERGEN, D. e VAN LANDEGHEM **Set-up Reduction for Multi-Stage Manufacturing Lines – A Case Study**. IIE SOLUTIONS 2002 Conference, Institute of Industrial Engineers, Orlando, FL.
5. FOGLIATTO, F.S. e FAGUNDES, P.R.M. **Troca Rápida de Ferramentas: Proposta Metodológica e Estudo de Caso**. Gestão e Produção, 2003, Vol. 10, No.2, p.163-181.
6. VAN GOUBERGEN, D. e VAN LANDEGHEM **An Integrated Methodology for More Effective Set-up Reduction**. III SOLUTIONS 2001 Conference, Institute of Industrial Engineers, Dallas TX (21-23 May 2001).

7. MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. **Prerequisites for the implementation of the SMED methodology: A study in a textile processing environment**. 2001, Vol.18, No. 4, p.404-414.
8. HAY, E.J. **Any Machine Setup Time Can Be Reduced By 75%**. Industrial Engineering , August 1987, Vol. 19, No 8, p.62-67.
9. SEPEHRI, M.P.E. **Manufacturing Revitalization at Harley-Davidson Motor Co**. Industrial Engineering , August 1987, Vol. 19, No 8, p.26-33.
10. SHINGO, Shigueo **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Bookman, Porto Alegre, 2000, 327p.
11. McINTOSH, R.I., CULLEY, S.J., MILEHAM, A.R., OWEN, G.W. **A Critical Evaluation of Shingo's SMEDS (Single Minute Exchange of Die)**. Int. J. Prod. Res., 2000, vol.38, nro.11, p.2377-2395.
12. McINTOSH, R., CULLEY, S., GEST, G., MILEHAM, T., OWEN, G. **An assesment of the role of design in the improvement of changeover performance**. International Journal of Operations & Production Management, 1996, vol. 16, No. 9, p.5-22.
13. MILEHAM, A.R., CULLEY, S.J., OWEN, G.W., McINTOSH, R.I. **Rapid changeover - a prerequisite for responsive manufacture**. 1999, Vol. 19, No 8, p. 785-796.
14. BERTELS, Thomas ed. **Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook**. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, 2003, 566p.
15. ROTONDORO, Roberto (2002) **Seis Sigma**, São Paulo: Editora Atlas, 375 páginas.
16. VOLLMANN, Thomas E., BERRY, William L., WHYBARK, D. **Clay Manufacturing Planning and Control Systems**.4ed., Dow Jones-Irwin, Homewood, 1988, 904p.
17. GILMORE, M.; SMITH, D.J. **Set-up reduction on pharmaceutical manufacturing: an action research study** .International Journal of Operations & Product Management, 1996, Vol.16, No 3, p. 4-17.
18. O'BRIEN, K. **On your mark, gets set, makeready**. American Printer, Apr 1999, p.42-44.
19. KLOPSIC, A. R., HOUSER, W. F. **Increased Throughput with Rapid Changeovers at Tenneco**. National Productivity Review/Winter 1997, p.59-65.
20. SHERIDAN, J.H. **JIT spells good chemistry at Exxon**.Industry Week, July 1991, p.26.
21. JOHANSEN, P. e MCGUIRE, K.J. **A Lesson in SMED with Shigue Shingo**. Industrial Engineering, October 1996, p.26-33.
22. ROTHER, Mike e SHOOK, John **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. Versão 1.2, Lean Institute Brasil, 1999, 99p.
23. NISHIDA, L.D. **Como determinar metas para o tempo de setup**. [http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo\\_18](http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_18). 2006.
24. SMALLEY, Art **Criando o Sistema Puxado Nivelado : Um guia para aperfeiçoamento de sistemas de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia**. São Paulo, Lean Institute Brasil, 2004, 114p.
25. MURTA, J.A. e REIS, M.E.P. **Increase of the productive capacity due to the setup reduction:case study in the industry of medical products**. COBEM 2005, 18th International Congress of Mechanical Engineering.
26. WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking**. Rio de Janeiro: Campos, 2004. 408p.
27. CULLEY, S.J., MILEHAM, A.R., OWEN, G.W., McINTOSH, R.I. **Sustaining Changeover Improvement**. Proc Instn Mech Engrs, 2003, Vol. 217 Part B: J Engineering Manufacture, p.1455-1470.

# PROPOSAL OF A METHOD TO USE THE DMAIC TO REDUCE THE SETUP TIME

Código do Trabalho: 161048397

**João Murta Alves** (ITA) [murta@ita.br](mailto:murta@ita.br)

**Mário Eduardo Pauka Reis** (ITA) [mpauka@uol.com.br](mailto:mpauka@uol.com.br)

**Abstract.** *Many companies have the necessity to reduce the setup to increase the capacity and to implement lean production and many works of setup reduction use the method that was developed by Shingo, but this method has some problems that were raised by some researchers and as well were observed in a attempt to reduce the setup at the company ESA. In order to solve the problems of the method, this article suggests that the setup reduction be done by a modified method DMAIC that includes in each of the five steps, specific tools to work with setup.*

**Keywords:** *setup, DMAIC, six sigma.*