

PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA SE CALCULAR O GANHO ORIGINADO PELA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP

João Murta Alves (ITA) murta@ita.br

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

Resumo. *Atualmente a necessidade para baixos setups é maior do que antigamente pela necessidade das empresas em introduzir a produção enxuta, pois o baixo setup é um dos pilares deste sistema produtivo. Além disto, ações para se abaixar o tempo de setup são divididos em organizacionais, que tem baixo custo, e de projeto, que tem alto custo, e no caso de ser necessário se aplicar soluções de projeto se torna necessário o cálculo do ganho para se ter certeza da viabilidade econômica da ação. O presente artigo apresenta um método para se calcular o ganho da redução de setup e apresenta um caso de aplicação deste método na empresa ESA, mostrando que soluções de projeto também são uma opção economicamente viável para se trabalhar na diminuição do tempo de setup.*

Palavras-chave: *Produção; Setup; Manufatura.*

1. INTRODUÇÃO

São diferentes as motivações para se diminuir o tempo de setup. Na literatura observa-se que problemas de redução de setup são realizados para se resolver problemas de capacidade (Vollmann et al ⁽¹⁾) e para se implementar a produção enxuta (Sepheri⁽²⁾).

A diminuição do tempo de setup para resolver problemas de capacidade tem um ganho facilmente calculado, que geralmente é a não necessidade de se comprar uma nova máquina, ou se implementar um novo turno, mas no caso da implementação da produção enxuta este ganho não é tão facilmente medido, por exemplo, Nishida ⁽³⁾ comenta que abaixar o setup possibilita trabalhar em pequenos lotes, diminuir os estoques, aumentar a flexibilidade e atender mais rapidamente a demanda dos clientes, mas quando explica como escolher uma meta para redução de setup coloca como único ganho calculável o abaixamento do inventário.

Vale salientar que o cálculo do ganho pode não ser necessário se forem obtidas grandes reduções com baixos investimentos, o que segundo Mcintosh et al ⁽⁴⁾, é o caso quando soluções organizacionais são suficientes para se abaixar o setup, mas também há a opção de se fazer o abaixamento do setup através de projetos (modificações de máquina), solução esta que tem um maior custo e por isso pede uma análise de retorno financeiro antes de ser implementada.

O objetivo deste artigo é o de apresentar um método para se calcular o ganho oriundo da redução do setup, o que pode ser decisivo para permitir que modificações de máquina sejam consideradas economicamente viáveis e conseqüentemente implementadas.

Este trabalho está estruturado em 7 seções. A Seção 2 apresenta a proposta de método para se calcular o ganho pela redução do setup. A Seção 3 analisa a abrangência da proposta. A Seção 4 apresenta um estudo de caso. A Seção 5 apresenta uma discussão sobre o estudo de caso. A Seção 6 mostra a conclusão do trabalho. E finalmente na Seção 7 são apresentadas referências bibliográficas.

2. PROPOSTA DE MÉTODO PARA SE CALCULAR O GANHO PELA REDUÇÃO DO SETUP

Considerando que as principais motivações para se abaixar o tempo de setup são capacidade e introdução/melhoria da produção enxuta, apresenta-se uma proposta do cálculo do ganho exemplificada na figura 1 e explicada nos itens 2.1, 2.2., 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3.

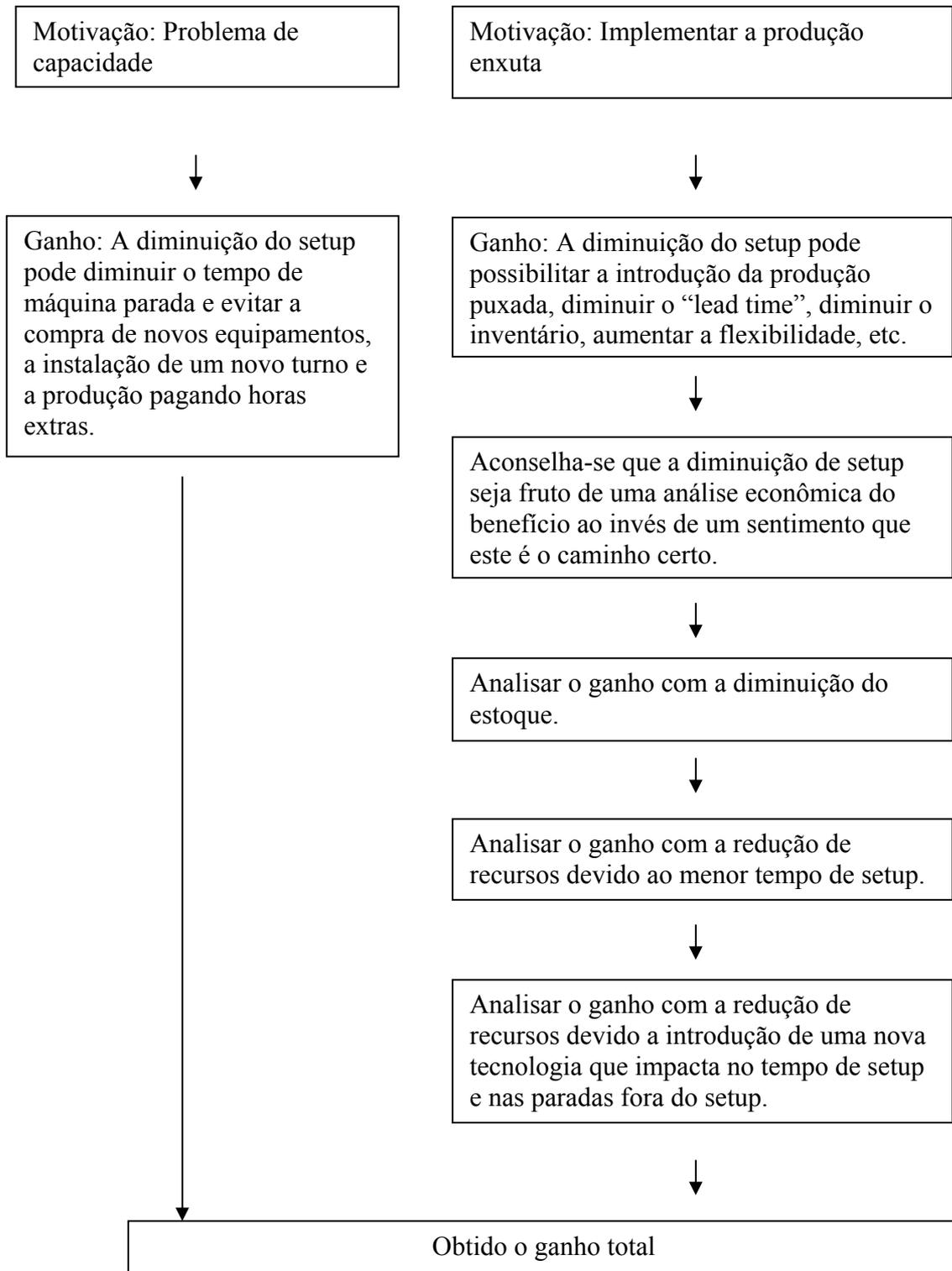


Figura 1 – Fluxo para cálculo do ganho

2.1 Motivação : Problema de Capacidade

Tem-se um problema de capacidade quando a capacidade instalada não é suficiente para se atender a demanda. Uma possível solução para este problema seria a diminuição do tempo de máquina parada através da diminuição do tempo de setup. Neste caso o ganho financeiro pode ser a não necessidade de se realizar a compra de um novo equipamento, ou a não necessidade de se aumentar um turno, ou a não necessidade de se produzir pagando-se horas extras.

2.2 Motivação: Deseja-se Implementar a Produção Enxuta

A introdução da produção enxuta traz diversos benefícios e a redução de setup é fundamental para a introdução da produção enxuta, mas para se diminuir o setup é necessário que se faça uma análise de benefício econômico, pois como comentado por Mcintosh et al ⁽⁶⁾ : “...se o investimento não pode ser avaliado em termos financeiros, também não pode em termos estratégicos, o que significa que, embora ele possa ser chamado de decisão estratégica, a decisão de investimento é puramente subjetiva, o que a faz propensa a inclinações pessoais e ser fortemente influenciada por modismos gerenciais”.

Desta forma, para se introduzir um plano de redução de setup, faz-se necessário o cálculo do ganho em todas as áreas aonde se obteria algum benefício pela redução do setup.

Esta fase de cálculo do ganho antes de se iniciar um projeto de redução de setup é colocada por Moxham e Greatbanks ⁽⁷⁾ e Mcintosh et al ⁽⁶⁾ .

2.2.1 Cálculo do Ganho por Redução de Inventário

O cálculo do tamanho do estoque em função do tempo de setup é explicado por Nishida ⁽³⁾ e Smalley ⁽⁸⁾ .

Nishida ⁽³⁾ , mostra a relação entre setup e estoque explicando que em um processo que tem:

- uma demanda que necessita de 300 minutos de produção diária,
- tempo de trabalho disponível de 390 minutos de produção diária e
- setup de 58 minutos,

só pode fazer um setup por dia, pois tem 90 minutos (390-300) para realizações de setups e explica que se este processo precisar fabricar 7 produtos diferentes (fazer 7 setups), precisará 5 dias para realizar todos os setups (5 dias, ou mais precisamente $4,51 \text{ dias} = 58 \text{ minutos} \times 7 \text{ setups} / 90 \text{ minutos}$) e reduzindo o tempo de setup para 29 minutos se poderá fazer os 7 setups em 2,5 dias, o que duplica o giro do estoque e reduz pela metade o espaço físico ocupado.

Nishida ⁽³⁾ explica a relação entre setup e o que seria o “estoque de ciclo” de acordo com a designação de Smalley ⁽⁸⁾ .

Smalley ⁽⁸⁾ também explica como se calcular outros estoques, além do “estoque de ciclo”, estoques estes que tem a função de absorver variações de demanda, qualidade e possível quebra de máquina.

2.2.2 Cálculo do Ganho por Redução de Recursos (Análise do Tempo de Setup)

Uma redução de setup além de diminuir o inventário pode também diminuir a necessidade de recursos, por exemplo, se o setup representa 20% do tempo disponível de 20 máquinas iguais, a redução em 50% do setup em todas as máquinas, fará com que se ganhe 10% do tempo disponível para produção, o que pode gerar ganhos de produção de 2 máquinas (2 máquinas = $10\% \times 20 \text{ máquinas}$), o que pode acarretar nos seguintes benefícios:

- Eliminação de horas extras (se forem existentes).
- Desligamento de 2 máquinas em tempo integral, possibilitando a utilização dos operadores que as operavam em outras funções.

2.2.3 Cálculo do Ganho por Redução de Recursos (Análise do Impacto de uma Nova Tecnologia no Tempo de Setup e nas Paradas Fora do Setup)

A premissa desta abordagem é que uma nova tecnologia para abaixar o tempo de setup também diminuirá problemas de ajustes que ocorrem fora do setup. Para se calcular o ganho se imagina que se desenvolveu uma tecnologia que diminui bastante o tempo de setup, como por exemplo, se conseguiu um setup de 1 minuto, e se considera que devido a esta nova tecnologia não só o tempo de setup diminuiu, mas também acabaram os ajustes fora do setup. Com isto se obtém uma economia por não necessidade de operadores e especialistas de setup. Esta metodologia é explicada em detalhes por Murta e Reis ⁽⁹⁾.

3. ANÁLISE DA ABRANGÊNCIA DA PROPOSTA

Mcintosh et al ⁽⁶⁾ colocam como benefícios da redução do setup as cinco áreas abaixo:

- Reduzir o tempo de parada de equipamentos.
- Reduzir inventário.
- Reduzir recursos (ex.: menos necessidade de mão de obra, menos necessidade da habilidade da mão de obra).
- Aumentar flexibilidade.
- Aumentar o controle do processo (ex.: aumentar a qualidade do produto, aumentar a confiabilidade do processo).

Para se mostrar que o presente método abrange uma grande categoria de possíveis ganhos, abaixo se faz uma checagem se as cinco áreas comentadas acima estão consideradas no método apresentado na Seção 2.

3.1 Reduzir o Tempo de Parada de Equipamentos

Em relação a área de ganho “reduzir o tempo de parada de equipamentos”, McIntosh et al ⁽⁶⁾ exemplificam que o ganho nesta área produz:

- Aumento de capacidade para uma demanda de mercado existente ou,
- capacita um aumento do número de setups, reduzindo o inventário e melhorando o serviço ao cliente.

No método aqui proposto, o ganho de capacidade é comentado nos item 2.1 e o segundo ganho, “redução de inventário”, é comentado no item 2.2.1.

3.2 Reduzir Inventário

Em relação à área “reduzir inventário”, ela é explicada no item 2.2.1.

3.3 Reduzir Recursos

Em relação à área de ganho “reduzir recursos”, ela é explicada nos itens 2.2.2 e 2.2.3.

3.4 Aumentar Flexibilidade

Em relação à área de ganho “aumentar flexibilidade”, McIntosh et al ⁽⁶⁾ comentam que nesta área há 5 sub áreas que são: “melhor resposta às necessidades do mercado”, “melhor acomodação das incertezas”, “melhor resposta a problemas de manufatura”, “melhor potencial para fornecer para mercados de baixo volume” e “melhor potencial para ter maiores margens de lucro”.

Mcintosh et al ⁽⁶⁾ também comentam que a sub área “melhor resposta às necessidades do mercado” é um dos mais importantes benefícios da diminuição do tempo de setup e é freqüentemente a razão principal para se abaixar o tempo de setup. O presente método abrange esta

sub área, nela o ganho seria de se entregar os produtos no tempo que o cliente deseja e na quantidade que ele deseja sem a necessidade de se ter um grande inventário, no presente método foi considerado que este ganho está sendo abordado na área “reduzir inventário”, comentado no item 2.2.1, pois com um alto inventário de todos os itens também se poderia responder prontamente ao mercado, ou seja, o valor financeiro do aumento do inventário para se fornecer o mesmo tipo de serviço obtido pelo abaixamento de setup, poderia ser considerado o ganho mensurável aqui procurado.

3.5 Aumentar o Controle do Processo

Em relação a área de ganho “aumentar o controle de processo”, Mcintosh et al ⁽⁶⁾ comentam, que esta é uma área aonde se tem dificuldade de se avaliar os benefícios. Eles comentam que se sabe que com a diminuição do tempo de setup se melhoram características como reduzir refugos ou melhorar a qualidade, mas há uma dificuldade de se quantificar para quanto irá o novo valor, por esta razão, no presente método, o ganho com este benefício não é calculado.

4. ESTUDO DE CASO

A empresa ESA, foco deste trabalho, pretende diminuir o setup em uma máquina denominada BB1, para implementar a produção enxuta, e como todas as soluções organizacionais e modificação de máquina de baixo custo já foram implementadas e mesmo assim não se atingiu a meta desejada, para se obter o setup alvo deseja-se fazer a introdução de uma nova tecnologia de fabricação, ou seja, uma grande modificação de máquina, que tem um alto custo, mas possivelmente abaixará drasticamente o setup (quase 100%).

Antes de se implementar a nova tecnologia, analisou-se a sua viabilidade econômica, e como a empresa ESA considera que um projeto é economicamente viável quando apresenta um “payback” de 2 anos, o projeto seria aprovado se o ganho anual fosse metade do custo da modificação imaginada.

Como etapa inicial do cálculo do ganho, se colocou o cenário que a nova tecnologia praticamente acaba com o setup e calculou-se o ganho máximo (teto de ganho) nas seguintes categorias apresentadas no item 2:

Redução de inventário, redução de recursos (análise do tempo de setup), redução de recursos (análise do impacto de uma nova tecnologia no tempo de setup e nas paradas fora do setup).

A seguir são apresentados os tetos de ganho para as três categorias acima.

4.1 Cálculo do Ganho por Redução de Inventário

Ao se calcular todo o custo de capital do inventário de produtos acabados da empresa ESA obteve-se o valor aproximado de US\$60.000/ano. Este baixo custo se deve ao fato do baixo nível de estoque já existente. Um exemplo deste cálculo é apresentado por Fabry e Gelders ⁽¹⁰⁾.

4.2 Cálculo do Ganho por Redução de Recursos (Análise do Tempo de Setup)

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 (totalizando 10 operadores/turno) e um especialista de setup para cada 4 máquinas (totalizando 5 especialistas/turno), se produzia em três turnos e as máquinas ficavam em setup 13% do tempo disponível.

Ao se acabar com o tempo gasto em setup, a oportunidade máxima de diminuição de recursos seria de 2,6 máquinas ($2,6 = 20 \text{ máquinas} \cdot 0,13$) e já que 2 máquinas são cuidadas por um operador/turno, haveria a possibilidade de se transferir um operador por turno para outra atividade, gerando um ganho de aproximadamente US\$30.000/ano.

4.3 Cálculo do Ganho de Recursos (Considerando o Impacto de uma Nova Tecnologia em Tempos do Setup e Fora do Setup)

Este cálculo é apresentado por Murta e Reis ⁽⁹⁾, eles mostram que na empresa ESA, através da introdução de novas tecnologias que diminuem os ajustes durante e após o setup, há uma possibilidade de se aumentar o índice de rendimento operacional em mais de 50% o que permite que os operadores de um turno, de um total de 3 turnos, sejam transferidos (10 operadores) além disto, já que a nova tecnologia acaba com os ajustes, permite a transferência dos especialistas de setup dos três turnos (total de 15 especialistas) o que geraria um ganho total de aproximadamente US\$325.000/ano.

5. DISCUSSÃO

Na empresa ESA, ao se diminuir o tempo de setup em quase 100%, seria obtido um teto de ganho por inventário relativamente baixo (máximo de US\$60.000/ ano), ganho de recursos (considerando o tempo de setup) relativamente baixo (máximo de US\$30.000/ ano) e ganho de recursos (considerando o impacto de uma nova tecnologia em tempos do setup e fora do setup) de um valor considerável (US\$325.000/ano).

Em uma situação em que a maioria das soluções de setup de baixo custo já tinham sido implementadas e a única saída para se continuar a diminuir o tempo de setup era uma mudança de tecnologia, que pede relativamente um alto investimento, o cálculo de um possível ganho de US\$325.000/ano foi fundamental para se continuar o projeto de diminuição do tempo de setup.

Através deste método também se obteve um teto de gasto para a nova tecnologia que deve abaixar substancialmente o setup.

Se para a nova tecnologia ser considerada economicamente viável é necessário se obter um “payback” de 2 anos, obtêm-se um gasto máximo permissível para a sua introdução de aproximadamente $(2 * US\$325.000/ano) / (20 \text{ máquinas})$, ou seja US\$32.500/máquina.

6. CONCLUSÃO

Foi apresentado um método para se calcular o ganho pela redução de setup que mostra que além de se diminuir o setup por medidas organizacionais (geralmente de baixo custo), empresas podem diminuir o setup através de projetos (relativamente de alto custo), além disto se mostrou que mesmo quando o ganho por redução de inventário for pequeno, pode-se ainda ter uma grande razão econômica para se diminuir o setup que seria a possibilidade de se transferir a mão de obra.

O presente método coloca o trabalho de redução de setup em um nível estratégico, pois necessita do apoio da alta gerência para fazer altos investimentos que vão acabar mudando significativamente a maneira de se fabricar os produtos.

7. REFERÊNCIAS

1. VOLLMANN, Thomas E., BERRY, Willian L., WHYBARK, D. **Clay Manufacturing Planning and Control Systems**.4ed., Dow Jones-Irwin, Homewood, 1988, 904p.
2. SEPEHRI, M.P.E. **Manufacturing Revitalization at Harley-Davidson Motor Co**. Industrial Engineering , August 1987, Vol. 19, No 8, p.26-33.
3. NISHIDA, L.D. **Como determinar metas para o tempo de setup**. http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_18. 2006.
4. 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.
5. MILEHAM, A.R., CULLEY, S.J., OWEN, G.W., McINTOSH, R.I. **Rapid changeover - a pre-requisite for responsive manufacture**. 1999, Vol. 19, No 8, p. 785-796.

6. 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.
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. SMALLEY, Art **Criando o Sistema Puxado Nivelado : Um método para aperfeiçoamento de sistemas de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia**. São Paulo, Lean Institute Brasil, 2004, 114p.
9. 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.
10. FABRY, R. e GELDERS, L. **Cost/Benefit Analysis of a JIT Supply System in a Car-assembly Plant**. Logistic Information Management, 1991, Vol. 4, No. 4, p.32-35.

PROPOSAL OF A METHOD TO CALCULATE THE GAIN ORIGINATED FROM THE REDUCTION OF THE SETUP TIME

Código do Trabalho: 161047396

Abstract. *Nowadays the necessity for short setups is greater than in the past due to the necessity of some companies of introducing the lean manufacturing. Actions to lower the setup are classified as “organizational”, that are low cost solutions, and “project”, that are high cost solutions. In the case of being necessary to apply solutions of project it becomes necessary the calculation of the gain in order to assure the economical viability of the action. This article shows a guide to calculate the gain due to setup reduction and shows a case study that applies this guide. At the end it is concluded that “project” are solutions that have economical viability to lower the setup.*

Keywords: *Production; Setup; Manufacturing.*