



Estabilização de processos de laminação a quente através da troca rápida de ferramentas: uma proposta de plano de setup e de acerto de bitola

SILVA, Denise Loyola^{1*}; MONTEIRO JUNIOR, Aluisio dos Santos²

¹ Dept. de Gestão de Negócios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ;

² Dept. de Eng. de Produção, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ;

* Autor de correspondência. E-mail: denise.loyola@ifrj.edu.br

RESUMO

A Troca Rápida de Ferramenta é um modelo de gestão que visa eliminar perdas e garantir qualidade por meio da redução de tempo de setup, aumentando a capacidade produtiva e maximizando o ativo industrial. O foco principal deste artigo é utilizar a Troca Rápida de Ferramenta (TRF) em uma empresa do setor siderúrgico localizada no Estado do Rio de Janeiro, a fim de viabilizar a busca da eficiência produtiva no processo de acerto de bitola. A utilização desta metodologia mostrará a possibilidade de redução de tempo de acerto de bitola, especificamente no produto de Barra Redonda Mecânica (BRM), que estaria fora dos padrões exigidos pela empresa, já que o mesmo é considerado o produto mais problemático e esta relacionado ao tempo de vida útil do equipamento, capacitação e autonomia para operadores. Tal metodologia, considerada eficaz nesta pesquisa gera aderência a cultura de excelência da empresa, reduz o tempo de setup da atividade, estabiliza o processo e compromete os operadores que realizarão a atividade.

Palavras-chave: Troca rápida de ferramenta; Setup rápido; Acerto de bitola.

Stabilization of steelmaking processes through single minute exchange of die: a proposal setup plan and gauge adjustment

ABSTRACT

The Single Minute Exchange of Die (SMED) is management models aimed at eliminating wasted of time and assuring reducing equipment preparation time (setup). The result in the increase of productive capabilities and maximization of manufacture asset utilization. The main objective of this article is to make a useful plan to apply the Single Minute Exchange of a Die Model in metal forming company in Rio de Janeiro. The goal is to attain production efficiency with the reduction of preparation time (setup). This methodology will demonstrate the gauge reduction possibility, mainly in the mechanical round bars, with measures outside the company's tolerance, as it is considered the most problematic product and is related to the equipment's lifetime, training and autonomy for operators. The methodology, considered effective in this research, generates adherence to the company's culture of excellence, reduces the setup time of the activity, stabilizes the process and compromises the operators who will perform the activity.

Keywords: Single minute exchange of die; Setup; Mechanical round bars.

1 Introdução

Segundo o Instituto Aço Brasil (2018), a indústria do aço no Brasil enfrenta grandes dificuldades em 2018 decorrentes da crise econômica global. A produção brasileira de aço bruto em 2018 totalizou 34,5 milhões de toneladas, representando uma queda de 2% em relação ao ano anterior. Em consequência, as usinas no Brasil operaram com grau de utilização de sua capacidade de produção muito baixo (71,3%) (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2018).

Diante desse cenário, garantir a sobrevivência reforça a necessidade de se reavaliar a forma de gestão utilizada na condução desse setor com objetivo de reduzir custos. Reduzir custos de forma a agregar valor no processo produtivo é característica do *Lean management*, onde sua essência é a redução do desperdício nas organizações criando valor e gerando inúmeras oportunidades.

A ideia básica do *Lean Management* é a de manter um fluxo contínuo dos produtos que estão sendo manufaturados, a fim de se obter flexibilidade às alterações de demanda. O foco maior desse sistema de gestão produtivo é a redução ou eliminação total de desperdício, por meio de melhorias significativas de processo e de operações (MONTEIRO et al., 2018).

De acordo com Garcia et al. (2001), o controle do *lead time* é fator diferencial no custeio de um processo de manufatura. Sua redução resulta em menores custos de operação e agrega benefícios ao consumidor.

De acordo com Fagundes e Fogliatto (2003), a TRF (Troca Rápida de Ferramenta) pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes. A utilização da TRF auxilia na redução dos tempos de atravessamento (*lead times*), possibilitando à empresa resposta rápida diante das mudanças do mercado.

O objetivo geral da pesquisa é aplicar a metodologia de TRF no processo de laminação à quente, especificamente no acerto de bitola, em uma empresa siderúrgica, visando avaliar aplicabilidade da mesma, considerando os desperdícios dentro do processo produtivo, bem como o potencial de ganho de produtividade e qualidade necessária à manutenção da estratégia competitiva da empresa em relação ao cliente e mercado.

O escopo da pesquisa delimita-se em identificar fatores críticos de sucesso para a implantação da metodologia de TRF na empresa estudada, analisar a aplicabilidade da TRF na redução do tempo de preparação do acerto de bitola de 35,8 min para 16,8 min, visando diminuir possibilidade de erros na regulagem do equipamento em termos de ajuste dimensional e manutenção das gaiolas.

2 Revisão da literatura

2.1 Lean management

O *Lean Management* também conhecido como *Lean Manufacturing* consiste em um modelo de gestão que busca a eliminação de perdas ao longo do processo produtivo.

De acordo com Fernandes & Ramos (2006), o *Lean Management*, conhecido como Pensamento Enxuto, é um conjunto de técnicas e princípios que visam gerar valor ao cliente através da eliminação dos desperdícios presentes em toda a organização. O *Lean* torna a empresa mais competitiva pelo fato de buscar continuamente conforme Womack & Jones (1998), fazer mais com cada vez menos e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

Os três princípios básicos de construção do Sistema Toyota, conhecidos como Mecanismo da Função Produção, o Princípio de não-custo e o estudo das Perdas no sistema produtivo, permitem eliminar ou otimizar todas as atividades que não agregam valor ao cliente, fortalecendo a competitividade da organização a fim de torná-la mais ágil no sentido de atender e se adaptar a demanda (MEIRELLES, 2004).

Segundo Monteiro (2018), o STP (Sistema Toyota de Produção) classifica sete tipos de perdas, como perda por superprodução, perda por transporte, perda por produção de não qualidade, perda por movimentação ergonômica, perda por espera, perda por estoques e perda por processamento, a fim de maximizar o trabalho que agrega valor. O autor ressalta ainda as perdas por potencial humano não utilizado; sistemas inadequados; água e todas as formas de energia; poluição; *design* não adequado e informação não adequada.

O *Lean Management* é composto por uma série de ferramentas e técnicas, como TRF, VSM (*Value Stream Mapping*), 5S, *Kaizen*, JIT, *Poka-yoke*, Gestão a Vista, TPM (*Total Productive Maintenance*) e a Integração de Fornecedores, onde suas principais funções são voltadas para eliminar ao máximo as perdas e, conseqüentemente, reduzir custos.

2.2 Fundamentos da troca rápida de ferramenta

O objetivo principal da técnica de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é a redução de *setup* através do estudo e da simplificação do processo de *setup*, por meio da separação de *setup* interno (realizado com a máquina parada) do *setup* externo (realizado com a máquina em funcionamento).

A redução do tempo de *setup* possibilita a produção econômica em pequenos lotes chegando a lotes unitários, proporcionando a flexibilização da produção e uma resposta mais

rápida às mudanças de mercado, além de possibilitar a redução de estoques de produtos prontos e intermediários. As vantagens da redução de *setups* são a redução do custo de capital de giro, de juros e encargos com o estoque, além da produção em lotes menores que permitem inspeções mais próximas das fontes geradoras reduzindo a perda de produtos ao interromper a fabricação logo após sua identificação (MEIRELLES, 2004).

2.3 Metodologia da troca rápida de ferramenta

Shingo (2000) afirma que, a metodologia TRF é dividido em quatro estágios que caracterizam todo o processo de implantação da ferramenta, são eles:

- a) No Estágio preliminar é analisada toda a operação de *setup* atual nos mínimos detalhes com o auxílio dos operadores;
- b) Já o Estágio 1 corresponde á organização das atividades, caracterizado pela identificação e distinção do *setup* interno e *setup* externo. Nessa fase propõe-se a elaboração de uma lista de verificação a fim de identificar peças, condições de operação e procedimentos a serem tomados enquanto a máquina estiver em operação, certificando o funcionamento dos componentes para evitar perdas por espera durante o *setup* interno;
- c) O Estágio 2 corresponde ao momento de transformação dos *setups* internos em *setups* externos;
- d) No Estágio 3 são realizados estudos para otimizar estes tempos de preparação, afim de buscar eventuais oportunidades de melhorias das operações de *setup*.

3 Metodologia científica

O método de estudo utilizado teve como base entrevista formal e questionário com 20 perguntas, de forma a apresentar o nível de maturidade da metodologia de gestão TRF, bem como analisar os benefícios de implantação do mesmo por meio de indicadores de desempenho.

A pesquisa científica de caráter descritivo segue quatro passos como metodologia:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Levantamentos de dados em campo;
- c) Análise de dados coletados; e
- d) Proposta de plano de ação para redução de *setup* alinhada com a estratégia empresarial vigente da empresa.

4 Estudo de caso

4.1 A empresa estudada

A pesquisa foi realizada em uma das unidades de laminação a quente, denominada Unidade de Laminação X, que possui trabalhos de redução de tempo de *setup* já bem adiantados com ganhos substanciais para a produção.

Com o desaquecimento da economia em 2018, segundo Instituto Aço Brasil (2018), a empresa apresenta-se com sua cadeia produtiva afetada, com o cenário atual é de 50% da capacidade ociosa e, como consequência, a necessidade de paralização da produção.

A empresa acreditava que haveria necessidade de utilizar toda a capacidade produtiva disponível de 31.000 ton de aço/mês. Porém com a crise econômica, a empresa vem produzindo 50% desta capacidade, o que acarreta em paradas programadas e diversas paradas para a realização de *setups* longos, com perdas de material, energia e retrabalho, já que a mesma possui um *mix* grande de produtos considerando a produção em lotes pequenos e variabilidade muito grande.

4.2 Produtos e serviços

O processo de siderurgia é voltado para a fabricação de subprodutos de aço e tem como matéria-prima a sucata gerada pela população, indústria de bens de consumo e o minério de ferro, convertido em aço. Uma usina siderúrgica tradicional é constituída por uma aciaria, laminação, fábrica de pregos e trefila.

4.3 Considerações sobre o processo e o problema estudado

O acerto de bitola é conceitualmente um componente do *setup*, classificado como a última atividade relevante antes da partida do laminador.

Para minimizar perdas de acerto de bitola é necessário termos como atividades de *setup* externo, a preparação das gaiolas (atividade de montagem), o *checklist* da montagem da gaiola, e o *rechecklist*, com objetivo de identificar possíveis erros e ajustes a serem feitos antes da realização do *setup* e em seguida o acerto de bitola.

O *setup* do produto barra redonda mecânica é atualmente o mais problemático para a etapa de acerto de bitola, pois está associado à vida útil do equipamento (considerado em limite). O problema maior para esse tipo de *setup* é a ovalização da barra redonda mecânica (considera-se ovalização quando as dimensões axiais possuem medida maior que 1mm) e com isso o equipamento gera falhas por risco no material produzido. Tal procedimento gera perda metálica por reprovação, perda por espera devido a *setups* e acertos de bitola mais longos, queda

na taxa de utilização, perda por aumento do custo de energia e; aumento do tempo útil de produção e aumento de interrupção dos processos.

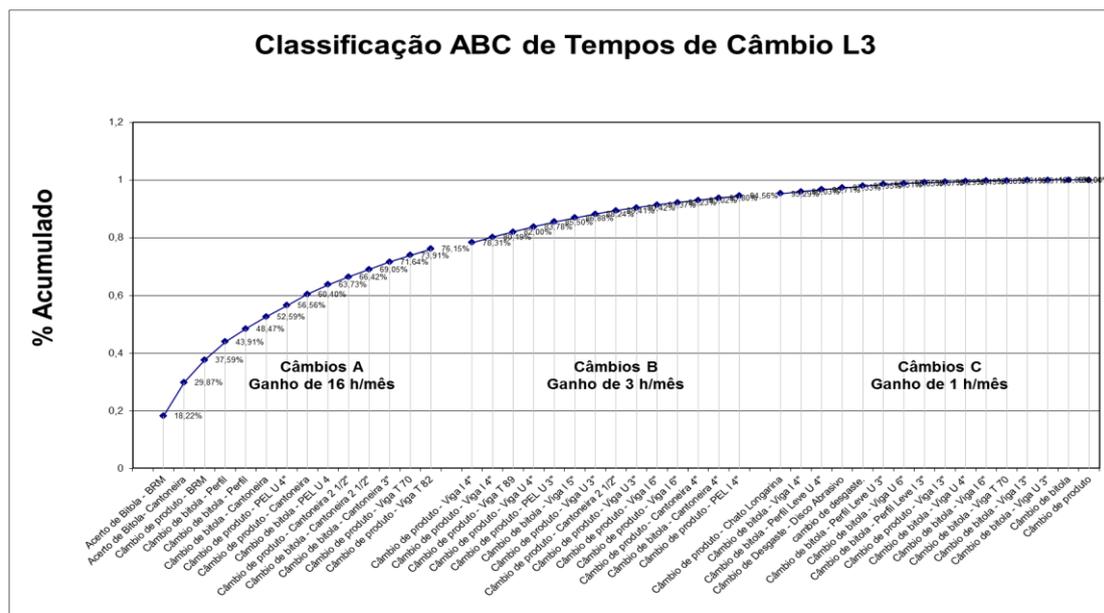
A preparação da atividade de *setup* estudado, sobretudo da atividade de acerto de bitola, é composta pelas atividades de preparação do caminho da barra, troca de rolo com desgaste, troca de calha com desgaste dentre outros que tendem a afetar a superfície do material. Além disso, a programação de produção de produtos anteriores à barra redonda mecânica como cantoneira, viga I e viga U que cortam calha e rolo do caminho da barra, é considerado como um problema, já que o mesmo necessita de recapeamento da superfície dos rolos.

4.4 Proposta de estabilização do processo através da TRF

Definição do produto a ser abordado

A justificativa de buscar a redução e estabilização do tempo de *setup* e do acerto de bitola da barra redonda mecânica (BRM) 2 7/8 para 4 1/16 é pelo fato de ser o *setup* mais longo e não por ser o produto que é mais vendido, já que nesta situação de crise o foco é reduzir custo e não reduzir preço. Atualmente a prioridade da gerência da Unidade de Laminação X é a redução de custos com foco na redução de perdas no “acerto de bitola”. A escolha da bitola específica para o trabalho de pesquisa se deu através da elaboração de uma curva de Pareto (Classificação ABC) apresentada na Figura 1. A mesma mostra a classificação ABC de tempos de *setup* de produtos prioritários que justifica a escolha da barra redonda mecânica (BRM) 2 7/8 para 4 1/16.

Figura 1 – Classificação ABC de Tempos de *Setup* de Produtos Prioritários

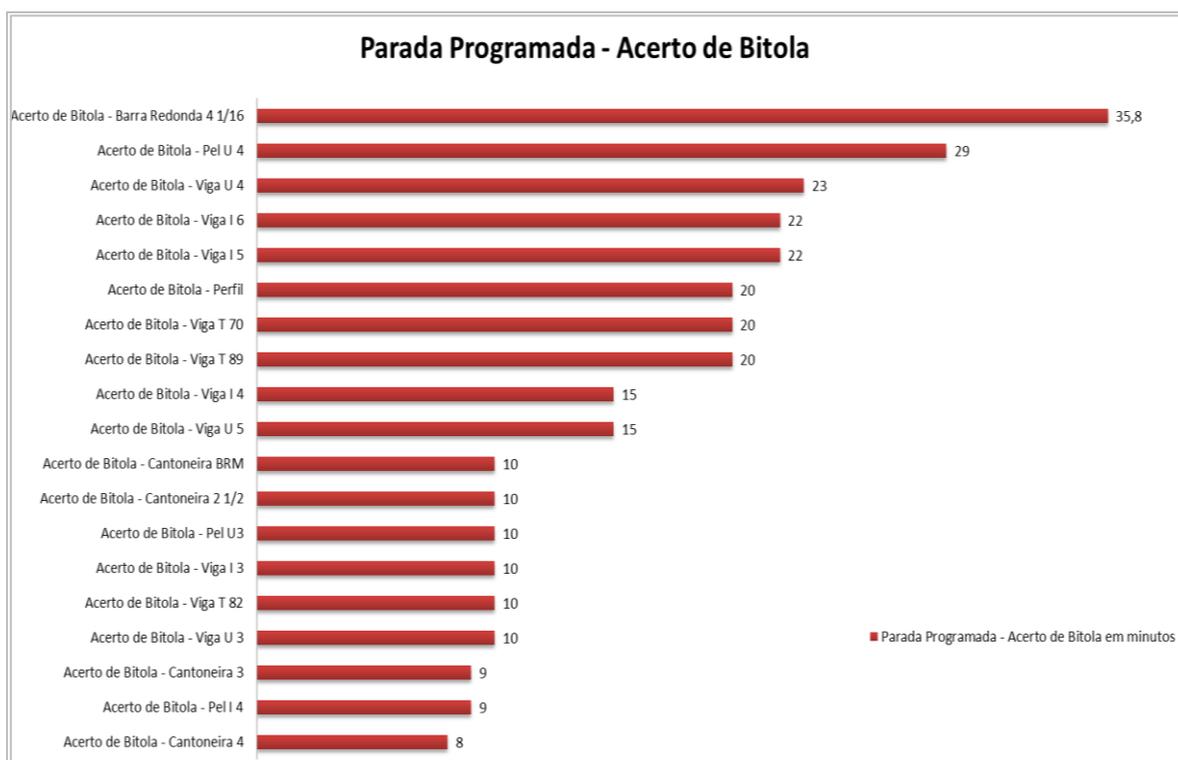


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Definição do processo a ser abordado

Para a definição do processo a ser inicialmente abordado, enfatizam-se os processos-gargalo, em que os ganhos com a redução de tempos de *setup* e acerto de bitola são maximizados, pois é no laminador que se realiza o processo de laminação de desbaste e laminação de acabamento. A justificativa para a escolha do acerto de bitola considerou os 5 produtos com maior contribuição pelo potencial de redução de *setup* apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Parada Programada de Acerto de Bitola

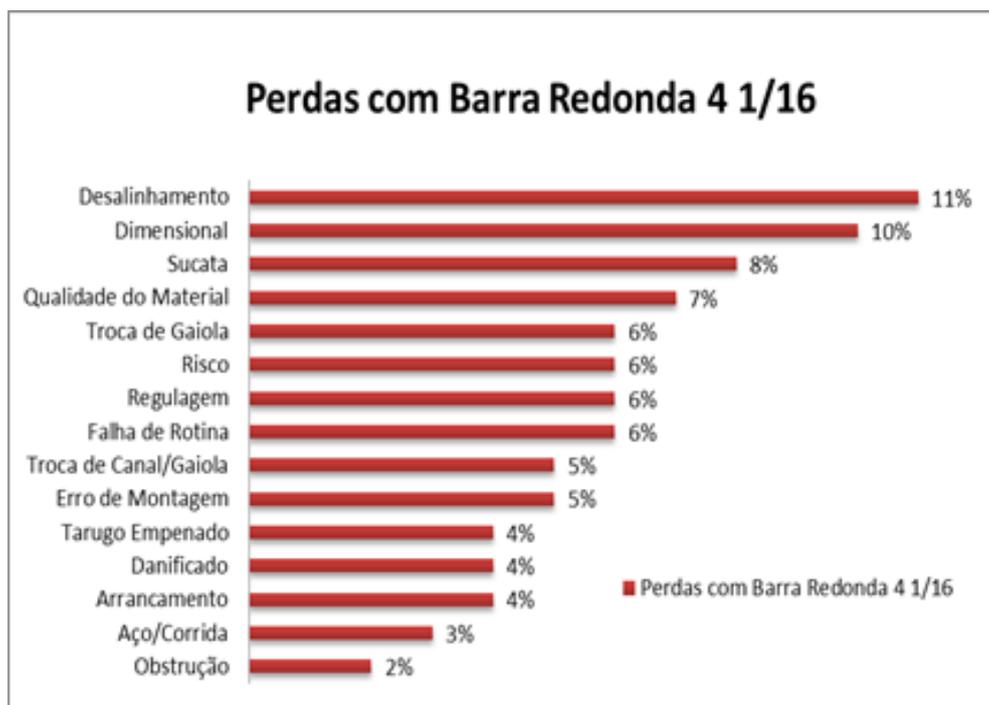


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Definição da perda a ser abordada

A partir de dados fornecidos pela empresa, no processo de Acerto de Bitola - Barra Redonda Mecânica 4 1/16 deve-se atuar nas perdas do processo e consequentemente em causas de desalinhamento (equivalente a 11% de perdas), no ajuste do dimensional (equivalente a 10% de perdas), na produção de sucata (equivalente a 8% de perdas) e na qualidade do material (equivalente a 7% de perdas), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Perdas com a Barra Redonda 4 1/16



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Padronização do setup

Abaixo segue a descrição de como a gestão de *setups* está associada a *setup* externo e interno para o Acerto de Bitola.

Para o *setup* interno, têm-se:

- a) *Setup handbook* como documento de consulta e treinamento de todos os envolvidos na laminação, além de disponibilizá-lo em duas cópias impressas (uma para o laminador de desbaste e outra para o laminador acabador);
- b) Treinamento intensivo de operadores na atividade de *setup* e em capacitação técnica, além de intensificar o treinamento em MASP;
- c) Ações de manutenção efetiva no plano de manutenção revisado;
- d) *Pitstop* antes do *setup* de 15 minutos com a participação de toda equipe para alinhamento e distribuição detalhada das atividades de *setup* realizadas e de conduta no caso de ocorrência de problemas durante o *setup* e o acerto de bitola;
- e) Reorganização completa da atividade de *setup* e de acerto de bitola.

Para o *setup* externo, têm-se:

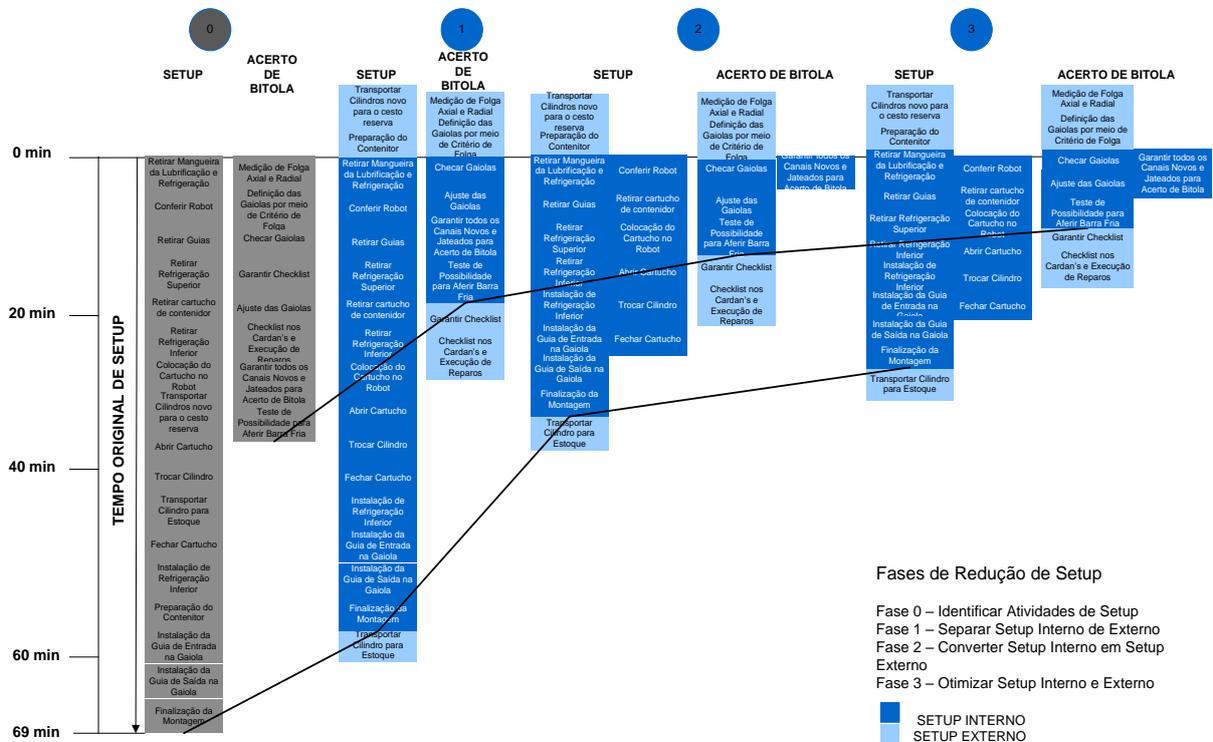
- a) Padronização seguida de treinamento intensivo dos mantenedores para a manutenção das gaiolas;

b) Manual de manutenção e *setup* de gaiolas.

Plano de *setup* e acerto de bitola

Na reorganização completa da atividade de *setup* tem-se a proposta de padronização de processos com atividades da Barra Redonda Mecânica e em paralelo o Acerto de Bitola. A intenção desta padronização é converter ao máximo as atividades de *Setup* Interno para Externo de forma a reduzir o tempo de preparação da Barra Redonda Mecânica. A Figura 4 mostra o plano de *setup* com a aplicação da metodologia de TRF aplicada. O Quadro 2 mostra o plano em detalhes.

Figura 4 – Proposta de Padronização do Processo de *Setup*



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Quadro 2 – Plano de *setup* e acerto de bitola

Etapa	Descrição
Etapa 0	As atividades de <i>setup</i> bem como as atividades de que são realizadas no acerto de bitola da barra redonda deverão ser realizadas de forma sequencial mesmo havendo dois operadores, ou seja, um operador espera a realização de uma tarefa, que por sua vez, está sendo realizada por outro operador, para, em seguida, realizar sua tarefa.
Etapa 1	Separa-se a as atividades do <i>setup</i> interno (azul escuro) e <i>setup</i> externo (azul claro). Neste instante, colocam-se as duas atividades (transportar os cilindros novos para o cesto e preparar o contenitor) que eram realizadas na sequência como <i>setup</i> interno, para ser realizada de forma antecipada sem a paralização do equipamento. Já a atividade de transportar cilindro para estoque pode ser realizada no final por um operador sem o equipamento estar paralisado também. Para o acerto de bitola definisse como atividade de <i>setup</i> externo, a de medição das folgas e definição das gaiolas por meio de critério de folga. Já as atividades de <i>checklist</i> e execução de reparos podem ser realizadas por último, já que se acredita que é nesta atividade que se identifica os principais problemas.
Etapa 2	No <i>Setup</i> da Barra Redonda, enquanto o Operador 1 fica responsável pelas atividades relacionadas a refrigeração e instalação de guia, o Operador 2 faz a conferência do robô, coloca o cartucho, troca o cilindro e fecha o cartucho. No acerto de bitola, o Operador 1 fica responsável por atividades relacionadas as gaiolas e o Operador 2 fica responsável por garantir que todos os Canais estejam novos e jateados para a realização do acerto de bitola.
Etapa 3	Se faz a otimização das atividades de forma a reduzir o tempo de <i>setup</i> . Percebe-se que o Item 2 possui as mesmas atividades que no Item 3. Porém este último possui as atividades convertidas e padronizadas em tempo menor. Este momento é crucial para a efetivação dos ganhos com o plano de <i>setup</i> , já que exige sincronia dos operadores.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Resultados esperados

Como resultados esperados para o plano de *setup* proposto têm-se:

- a) Aderência à cultura de excelência que a empresa pesquisada possui justificada pelo investimento constante em capacitação, compra de tecnologia e de parceria com universidades para pesquisa aplicada em métodos de gestão;
- b) Redução estimada de 50% do tempo de Acerto de Bitola;
- c) Estabilização do *setup* do produto barra redonda mecânica (BRM) 2 7/8 para 4 1/16 através de capacitação direcionada no novo procedimento de *setup* no laminador;
- d) Adesão dos operadores ao novo plano de *setup*.

5 Considerações finais

Com base na pesquisa aplicada é apontada como causa potencial de maior índice de perdas de troca de bitola, o produto Barra Redonda Mecânica (BRM) 2 7/8 para 4 1/16. O *setup* deste produto é atualmente o mais problemático para o acerto de bitola, pois está associado à vida útil do equipamento (considerado em limite). Como, atualmente a prioridade da gerência da unidade de laminação é a redução de custos com foco na redução de perdas no “acerto de bitola” chegando a ter tempo de duração aproximado ao de um *setup* longo (35,8 min).

A partir da análise mais profunda dos dados qualitativos e quantitativos evidencia-se necessidade de esforço da equipe de laminação e da gerência em padronização do processo de *setup*, reavaliação do plano de manutenção do laminador, dando prioridade aos componentes e sistemas associados ao *setup* estudado, investimento em capacitação e definição de políticas de autonomia para operadores com foco na solução de problemas.

Com esta proposta de diminuição do tempo de acerto do *setup*, podem-se gerar possíveis ganhos em diminuição do custo operacional do laminador, diminuição do ciclo de produção dos produtos, disponibilidade de tempo do equipamento para desenvolver novos produtos e disponibilidade do operário de se capacitar de forma a utilizar o conhecimento técnico em outras atividades.

O potencial de ganho da aplicação da TRF em todos os seus aspectos juntamente com a conscientização *Lean Management*, traz a empresa benefícios com a eliminação das fontes de desperdícios.

Referências bibliográficas

FAGUNDES, P.R. M; FOGLIATTO, F.S. **Troca Rápida de Ferramentas: Proposta metodológica e estudo de caso.** Revista gestão da produção, Vol.10, n.2, p.163-181, 2003.

FERNANDES, P. RAMOS, A. **Considerações sobre a Integração do Lean Thinking com os Seis Sigmas.** ENEGEP, Fortaleza, 2006.

GARCIA, E.; LACERDA, L.; AROZO, R. **Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança.** Revista Tecnológica, Vol. 63, p. 36-42, 2001.

Instituto Aço Brasil. **Relatório de Sustentabilidade**”, IBS, 2018. disponível em: http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio_sustentabilidade_2018v3.pdf

MEIRELLES, M. F. **Implantação da Troca Rápida de Ferramenta em uma Indústria Siderúrgica.** Porto Alegre, 2004.

MONTEIRO JUNIOR, A. S.; MONTEIRO, D. L. S; MONTEIRO, D.; REIS, A. M.; PAIVA, T. **Proposta de Implantação de Produção Just in Time: Estudo de Caso em uma Fábrica de Empilhadeiras no Rio de Janeiro.** In: IX Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste, 2018.

SHINGO, S. **Troca Rápida de Ferramentas.** Bookman. Porto Alegre, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Campus. Rio de Janeiro, 2009.