

MELHORIA DO TEMPO PADRÃO DE OPERAÇÕES DE MANUFATURA ATRAVÉS DO USO CONJUNTO DO MÉTODO DMAIC E DA RACIONALIZAÇÃO DE OPERAÇÕES

Texto a ser submetido à Revista Gestão Industrial (ISSN: 1808-0448)

Autor: Cássio Oliveira Machado

Orientador: Flávio Fogliatto

Resumo

Este trabalho descreve a aplicação conjunta do método DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve and Control*) e da racionalização de operações, com o objetivo de melhorar operações de manufatura de um processo de acabamento de barras laminadas de aço, modificando o método de trabalho então existente para melhorar o tempo padrão por operação. Seguindo-se as etapas do método DMAIC, primeiramente identificou-se que as interrupções por câmbio de máquina correspondiam a 31,3% do tempo total de parada, enquanto as interrupções por enfeixamento correspondiam a 25,7%. Definiu-se, portanto, que essas duas operações seriam analisadas e melhoradas, buscando-se reduzir seu tempo padrão e aumentar a capacidade do processo. Após as etapas de análise e melhoria, obteve-se como resultado uma redução de 41,5% no tempo padrão da operação de enfeixamento e de 17,4% no tempo padrão da operação de câmbio.

Palavras chave: melhoria de tempo padrão; DMAIC; racionalização de operações.

1. Introdução

A globalização e o intenso comércio de bens acirram mundialmente a competição. Algumas estratégias foram aplicadas ao longo da história para gerar e manter a riqueza das organizações. Mas a essência está na economia baseada no conhecimento, na qual as vantagens competitivas só são mantidas através de produtividade e eficiência (MOHD, 2002).

A sobrevivência de uma empresa é determinada pela sua competitividade. No caso da indústria que compete pelo preço de seus produtos, a produtividade tem um importante papel na competitividade. Aumentar a produtividade significa aumentar a produção sem aumentar o número de máquinas, trabalhadores e volume de recursos em geral. Ela pode ser elevada por meio da racionalização, do uso de novas tecnologias, da mecanização das operações, do treinamento de pessoal ou uma melhor organização do trabalho. Isso remete a uma diretriz de caráter geral para qualquer organização: ser dinâmica e enxuta para ser competitiva no mercado (CHIAVENATO, 2005; SALADA, 2002). Nesta mesma linha, Falconi (2009) define produtividade como fazer cada vez mais com cada vez menos.

Para alcançar maiores níveis de produtividade, faz-se necessário definir um sistema de produção adequado ao que se produz. Nesta linha, a racionalização de operações envolve equipamentos, métodos e processos de trabalho que agreguem valor ao esforço realizado. Eles devem ser os melhores para alcançar os objetivos determinados, proporcionando a melhor utilização possível dos recursos e, assim, levando a indústria a êxito no que diz respeito à sua organização produtiva. Além disso, na racionalização de operações realiza-se o estudo do método e a medição do trabalho, para dimensionar a capacidade produtiva da empresa e aumentá-la (SLACK, 2008; CHIAVENATO, 2005; TOLEDO JÚNIOR, 2004).

Muitas empresas apresentam oportunidades de melhoria na organização e método do trabalho. Para aproveitá-las, é necessário maior conhecimento sobre a capacidade produtiva do sistema e sobre os fatores que podem causar redução da produtividade. Paralelamente, é essencial o desenvolvimento de métodos e rotinas de trabalho que aumentem a eficiência do esforço realizado, proporcionando ganho de produtividade. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é aumentar a capacidade produtiva de um processo de acabamento de barras laminadas de aço, através da racionalização de operações, modificando o método atual para que utilize melhor o tempo disponível por turno.

A Seção 2, a seguir, traz o referencial teórico, que aborda a evolução dos sistemas produtivos de modo geral, a Seção 3 apresenta a metodologia do trabalho, baseada no método DMAIC, a Seção 4 descreve a intervenção realizada na empresa, bem como os resultados obtidos e a Seção 5 traz a conclusão.

2. Referencial teórico

A forma como os recursos humanos são gerenciados tem grande impacto sobre a eficácia das funções operacionais. O projeto do trabalho, que é o planejamento das atividades de um processo de trabalho, engloba o relacionamento entre as pessoas, a tecnologia utilizada e os métodos de trabalho. No projeto do trabalho existem elementos difíceis de projetar, como a forma como o trabalho será distribuído em tarefas, a alocação de tarefas a pessoas e a sequência como cada atividade deve ser realizada. As abordagens sobre o projeto do trabalho foram evoluindo ao longo dos anos, representando diferentes filosofias de gerenciamento da capacidade produtiva (SLACK *et al.*, 2008).

As subseções abaixo descrevem como a produtividade é abordada na literatura e também apresentam a evolução dos sistemas produtivos de acordo com a lógica da organização do trabalho. Além disso, apresenta-se o método DMAIC, que servirá como base metodológica para este trabalho, juntamente com outros conceitos que serão utilizados no estudo.

2.1. Produtividade

Em geral, produtividade é definida como a relação *output/input*. Isso significa que, para aumentar a produtividade, é necessário melhorar o *output* do sistema, ou reduzir o *input*. Porém, conforme alguns autores analisam, as ações de melhoria de produtividade são na verdade orientadas às pessoas, através da eficiência no processo produtivo e da qualidade no *output*. A produtividade pode ser medida por fatores unitários (e.g. produtividade de mão de obra ou produtividade de capital), resultando em um *output* por unidade de *input* (LIEBERMAN e KANG, 2008; MOHD, 2002).

A experiência do dia-a-dia e também a expertise, aplicada à análise dos fatores críticos do processo são essenciais para a melhoria nos métodos de trabalho. Além disso, distintos níveis de habilidade e hierarquia devem fazer parte dos projetos, com envolvimento dos trabalhadores que serão afetados pelas mudanças, a fim de tornar o ambiente mais receptivo às mudanças (BAINES, 1997).

Projetos de produtividade eram antigamente praticados de maneira informal, com o envolvimento de poucas pessoas, e as mudanças definidas eram impostas aos trabalhadores. Esse cenário mudou a partir da evolução do sistema de produção enxuta, utilizado no Japão. Os Japoneses fazem da produtividade o jeito de ser da empresa, criando uma cultura propícia à melhoria contínua. Apesar de inicialmente se pensar que esse sistema era devido à cultura do Japão, isso não se confirma, visto que muitas empresas, com o passar dos anos, conseguiram obter um ambiente propício às melhorias (STAINER, 1995). Além disso, outros fatores como condições de trabalho, grau de centralização, atitude com relação ao tempo, motivação da mão de obra e a curva de aprendizagem influenciam a produtividade (STEENHUIS e BRUIJN, 2006).

2.2. Racionalização

Taylor (1992) desenvolveu seu estudo buscando uma forma de projetar o trabalho que impedisse a autonomia dos trabalhadores quanto à execução das atividades. Isso permitiria à administração saber se o trabalho que estava sendo realizado era o que havia sido definido como ideal. Porém, o questionamento quanto a essa abordagem levou a novos estudos e novas filosofias de gestão da produção. Os conflitos e desumanização levaram ao desenvolvimento de uma nova concepção de perdas e a uma maior busca pela cooperação e participação dos trabalhadores nas decisões (e.g. Shingo, 1996 e Ohno, 1997).

A evolução da produção enxuta introduziu uma nova forma de analisar o trabalho. Segundo Ohno (1997) “capacidade = trabalho + desperdício”, sendo que uma verdadeira melhoria na eficiência surge quando não há desperdício e a porcentagem de trabalho útil é 100%. O trabalho

pode ser subdividido em dois grupos: trabalho efetivo (que agrega valor) e trabalho adicional (que não agrega valor).

Na visão de Ohno (1997), a produção enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios: superprodução, tempo de espera, transporte, perdas no processo em si, estoque, movimentação do operador e produtos defeituosos. Esses conceitos eram utilizados para análise das operações de modo a torná-las mais eficientes.

A análise de problemas ocorridos é potencializada pela participação dos operadores devido à sua bagagem de conhecimento tácito. Uma vez que a equipe de trabalho está ciente de que tem condições de melhorar continuamente seu trabalho, forma-se a base para a inovação e o estímulo à participação nos programas de sugestões, além de conciliar características técnicas e sociais do trabalho em time (ADLER, 1993; OHNO, 1997; PAIS, 2010).

Segundo Barnes (1999), tempo padrão é definido como o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica. Para operações repetitivas, que ocorrem ciclicamente, deve-se determinar o tempo padrão a fim de prever-se a capacidade que o sistema tem de realizá-la. Para determinar o tempo padrão, observa-se a realização de uma operação, segundo um tamanho de amostra. Barnes (1999), descreve que operações com tempo padrão menor que 2 minutos requerem uma amostra inicial de 10 observações, enquanto que para operações com tempo padrão acima de 2 minutos, cinco observações iniciais são suficientes. A média e o desvio-padrão destas observações iniciais são então colocadas na Equação 1 (RITZMAN e KRAJEWSKY, 2004) e o tamanho da amostra é calculado.

$$n = \left[\left(\frac{z}{p} \right) \left(\frac{\sigma}{t_{med}} \right) \right]^2 \quad (1)$$

Onde,

n: tamanho da amostra;

p: erro relativo desejado (neste estudo será adotado $p=0,05$);

σ: desvio-padrão das observações iniciais

z: n° de desvios padronizados (para um grau de confiança de 95%, $z=1,96$).

2.3. O Método DMAIC

O método DMAIC (do inglês *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) é um processo estruturado de resolução de problemas amplamente utilizado na melhoria da qualidade e do processo produtivo. O método em questão não é efetivo somente na redução de defeitos, mas também para projetos de aumento de produtividade, redução de custo, melhoria em processos administrativos, etc. O DMAIC é utilizado para atingir a excelência operacional, sendo uma

abordagem geral e útil para a gestão de mudança e melhoria (MONGOMERY e WOODALL, 2008; MONTGOMERY, 2010).

Segundo McCarty e Fisher (2007), o DMAIC é um modelo de melhoria contínua, sistemática, científica e baseada em fatos. É um ciclo fechado que elimina etapas improdutivas, concentra-se em novas medidas e aplica tecnologia para melhorias. Os autores relatam em seu estudo um caso de utilização do DMAIC, na qual a equipe de trabalho identificou e mediu todas as variáveis que acreditava impactarem no tempo de processo de um serviço telefônico, para que essas variáveis pudessem ser reduzidas ou eliminadas. Ao longo da utilização do método, compreenderam que algumas das variáveis não tinham tanta influência, mas que outras sim tinham real impacto no problema. A utilização do método permitiu a priorização das variáveis mais influentes.

Segundo Franz (2003), o método DMAIC, da mesma forma que o PDCA, é composto pelas bases do método científico e pela premissa de que as ações devem ser tomadas com base em evidências comprovadas por dados quantitativos. Contudo, segundo o autor, o DMAIC possui um diferencial frente a outros métodos para análise e solução de problemas, visto que aborda o planejamento de forma mais enfática, tanto que as fases Definir, Medir e Analisar coincidem com uma única fase (Planejar) do PDCA, como pode ser visto na Figura 1 abaixo.

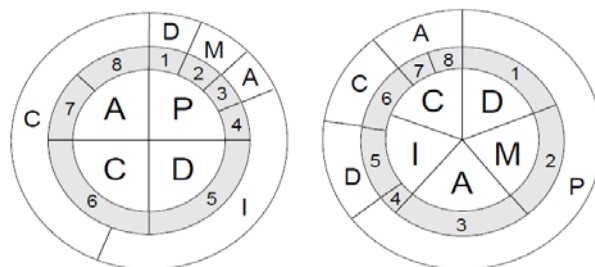


Figura 1: relação entre as fases do PDCA e do DMAIC.

Fonte: extraído de Franz (2003).

Segundo Franz (2003), o DMAIC não pode ser considerado um método totalmente novo ou diferente do PDCA. Contudo, as fases do DMAIC se encaixam melhor aos objetivos propostos para o trabalho, pois possuem ênfases distintas do método PDCA no que concerne à melhoria e ao controle.

As fases do método DMAIC e as ferramentas e técnicas normalmente utilizadas em cada fase são (WERKEMA, 2002; KUMAR e SOSNOSKI, 2009; ROTH e FRANCHETTI, 2010):

1. Definir – esta fase identifica o projeto a ser implementado na empresa. Define-se qual será o alvo das ações de análise, podendo ser utilizados dados históricos e análises de Pareto;

2. Medir – nesta fase são realizadas ações com o intuito de avaliar o quanto o processo abordado é importante e quais os pontos a serem tratados com maior ênfase. Através de processamento dos dados, se compreende o cenário atual e quais as oportunidades de intervenção, estimando o impacto potencial. Amostragem e observação de tempo e movimentos das operações podem ser utilizadas.
3. Analisar – nesta etapa cada problema prioritário identificado na fase medir é analisado. Deseja-se conhecer as relações causais e as fontes de variabilidade e de desempenho insatisfatório no processo estudado, visando a busca de melhorias; por exemplo, em quais tarefas um operador utiliza seu tempo, qual a ordem das operações, etc. Pode-se utilizar mapeamento de processo e diagrama de Ishikawa.
4. Melhorar (*Improve*) – nesta fase são propostas, avaliadas e implementadas soluções para cada problema que havia sido priorizado, através da experimentação, projeto de alteração no ambiente e no método de trabalho.
5. Controlar – a partir desta fase são tomadas ações objetivando garantir que o alcance da meta seja mantido em longo prazo. Mais do que a padronização pregada pelo método PDCA, nesta etapa será criada uma forma de englobar à rotina da liderança a verificação frequente do desempenho do processo que sofreu a intervenção, além de se implantar meios de incentivar e dar apoio ao trabalhador.

3. Procedimentos metodológicos

A pesquisa desenvolvida neste estudo é de natureza aplicada, pois se caracteriza pelo interesse prático e intenção de que os resultados sejam utilizados na solução de problemas específicos ocorrentes. A pesquisa utiliza uma abordagem quantitativa em um primeiro momento, porém auxiliada por ferramentas qualitativas como a interação com os trabalhadores envolvidos no problema. Além disso, utiliza-se a observação sistemática, que tem como característica básica o planejamento prévio e a utilização de anotações, controles e recursos técnicos (LAKATOS, 1988 *apud* CERVO e BERVIAN, 2002).

Quanto ao objetivo, a pesquisa é classificada como exploratória, uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema e entender as relações entre suas variáveis através da análise. O método caracteriza-se como pesquisa-ação, que é definida por Thiollent (1997) como uma investigação de base empírica voltada para o diagnóstico e para a solução científica de problemas geralmente relacionados à prática das organizações. Na pesquisa-ação, os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

O método para observação e análise das atividades executadas no acabamento de barras laminadas de aço seguiu um roteiro detalhado de acordo com as etapas do método DMAIC, sendo dividido em cinco etapas básicas, descritas a seguir:

Etapa 1: entender os problemas da área e definir o escopo de ação; devido à existência de mais de uma máquina e mais de um produto, dividiu-se a definição do problema em duas partes: primeiro, determinar-se os principais problemas ocorrentes; e segundo, determinar se a máquina ou o produto processado tem influência no resultado do processo. Partindo-se de dados existentes na empresa, utilizaram-se análises de Pareto, de acordo com a etapa Definir do DMAIC. Esse procedimento indica, se for o caso, a máquina mais relevante e o principal produto a serem analisados, devendo ser priorizados durante as ações de melhoria;

Etapa 2: para dimensionar o impacto gerado pelos problemas ocorrentes, deve-se identificar as principais causas de interrupção e os tempos referentes, a partir de supervisórios (software para gerenciamento da produção) existentes nas máquinas, e também através de observações e medições na área. Com apoio dos colaboradores envolvidos no trabalho e da liderança, projeta-se o retorno que pode ser obtido com uma melhoria nestes fatores, de acordo com a etapa Medir do DMAIC;

Etapa 3: cada problema prioritário identificado na fase medir deve ser analisado. Deseja-se conhecer as relações causais e as fontes de variabilidade ou desempenho insatisfatório no processo estudado, visando a busca de melhorias; por exemplo, em quais tarefas um operador utiliza seu tempo, qual a sequência das atividades, etc. Conforme a etapa Analisar do DMAIC, pode-se utilizar nesta fase o diagrama de Ishikawa para identificar essas relações;

Etapa 4: de acordo com a etapa Melhorar (*Improve*) do método DMAIC, nesta fase são determinadas as ações para combater as causas prioritárias identificadas e analisadas nas etapas anteriores. Então, com o apoio dos colaboradores envolvidos e da liderança, são feitas modificações nos métodos de trabalho, reduções de desperdícios e alterações na estação de trabalho. A equipe deve ser treinada nos novos métodos de trabalho e os resultados devem ser medidos e discutidos com as pessoas envolvidas. Após o consenso, os procedimentos são então padronizados.

Etapa 5: para compor um controle eficiente, a liderança deve acompanhar a execução destas atividades periodicamente. Devem ser incluídas neste controle as diferentes pessoas e diferentes atividades executadas, com seus padrões correspondentes. É preciso definir uma rotina a ser seguida pelos trabalhadores envolvidos no processo. O cumprimento da rotina determinada deverá, então, ser incluída em um programa de remuneração variável de acordo com o desempenho, para um controle eficaz.

4. Desenvolvimento

A descrição do trabalho desenvolvido será detalhada a seguir, dividida em duas subseções, compostas por apresentação do cenário e aplicação do método DMAIC, onde serão apresentados os resultados obtidos.

4.1. O cenário

A empresa analisada é uma siderúrgica, focando na área de laminação a quente. Esse processo produz barras e perfis de aço que são utilizadas em trabalhos de serralheria, aplicações na indústria, etc. O processo estudado é chamado de Acabamento, e é composto por quatro operações: (i) inserir as barras na máquina; (ii) ação de processamento da máquina, que endireita as barras; (iii) empilhamento das barras depois que passam pela máquina, realizada por dois operadores; e (iv) embalagem e identificação do produto, chamado de enfeixamento. A Figura 2 demonstra o fluxo básico do processo, onde cada caixa representa uma das quatro operações.

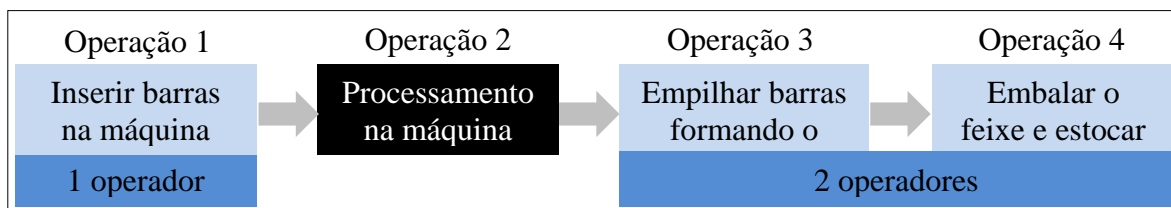


Figura 2: fluxo do processo e as quatro operações executadas

Este processo pode ser realizado por três máquinas. As máquinas são utilizadas para corrigir problemas de tortuosidade e empenamento nas barras de aço. Dessa forma, o processo ocupa sua capacidade parte com produtos que conhecidamente não atendem às especificações, e que seguem uma programação definida para o mês, e parte por produtos que, de forma não prevista, não atenderam aos parâmetros de qualidade e precisam ser retrabalhados.

O processo funciona em dois turnos de 9 horas, em regime 4x2. Isso significa que cada equipe trabalha durante quatro dias no turno do dia, descansa por dois dias e volta a trabalhar por mais quatro noites. A equipe que trabalha em cada turno é composta por três pessoas. Existem três equipes, que se revezam entre turno do dia, descanso e turno da noite.

Usualmente, apenas uma das máquinas é utilizada no turno, visto que apenas uma equipe trabalha a cada turno. Além das operações de endireitamento, empilhamento e enfeixamento das barras de aço, também se executa o câmbio das máquinas, a movimentação do produto intermediário (a ser endireitado) até a estação de trabalho, entre outras ações que consomem parte da capacidade. A Figura 3 representa a operação 1, que é executada por apenas um operador, enquanto a Figura 4 representa a operação 4, que é o enfeixamento do produto, realizado por dois operadores.



Figura 3: operação 1 – inserir barras na máquina, executado por apenas um operador



Figura 4: operação 4 – enfeixamento, que é executado por dois operadores

O processo estudado possui pouca previsibilidade sobre o resultado que é capaz de atingir. A programação da produção é feita através de Ordens de Produção (OP). Em média, um turno possui uma OP de 20 toneladas de barras, que são endireitadas, empilhadas e embaladas, porém caindo para cerca de 12 toneladas em turnos que possuem câmbio de máquina. O processo apresenta ociosidades e desperdícios como movimentos desnecessários, e as capacidades utilizadas na programação das OP foram definidas empiricamente. As equipes atendem em média a 98% das OP programadas, e diante desse resultado a liderança julga não ser possível aumentar a produção.

4.2. Aplicação do método DMAIC

A aplicação do método será apresentada nas subseções seguintes, divididas entre as cinco etapas apresentadas na metodologia. Contudo, as subseções que apresentam a análise e a melhoria foram novamente subdivididas entre as duas operações estudadas.

4.2.1. Definição

Para definição do projeto a ser desenvolvido (correspondendo à etapa D do método), investigou-se os principais motivos de parada e analisou-se também as máquinas existentes na área e os produtos processados, visando entender se diferentes produtos e máquinas apresentariam diferentes resultados de interrupção. A partir desta verificação inicial, identificou-se que as maiores causas de interrupção são enfeixamento e câmbio de máquina, e que esses itens representam um percentual da interrupção total semelhante para cada máquina. Da mesma forma, a partir dos dados analisados, constatou-se que o tipo de material processado tampouco representa um agravante das interrupções. A Tabela 1 apresenta os principais motivos de interrupção das operações da Figura 2 e uma análise de Pareto dos dados históricos considerando-se a média de interrupção para as três máquinas existentes (período: fevereiro, março e abril de 2011).

Motivo	% relativo	% acumulado
Parada por enfeixamento	24,0%	24,0%
Parada não justificada	19,9%	43,9%
Câmbio e ajuste da máquina	17,9%	61,7%
Refeição	15,4%	77,1%
Manutenção corretiva	7,1%	84,2%
Abertura de amarrilho na mesa de entrada	6,5%	90,7%
Limpeza	3,2%	93,9%
Falta de abastecimento de material	2,4%	96,2%
Mini reunião	1,0%	97,2%
Classificação por defeito	1,0%	98,3%
Retirada de feixes prontos	0,8%	99,0%
Trancamento de barra	0,5%	99,6%
Mesa cheia	0,5%	100,0%
Total	100,0%	

Tabela 1: principais motivos de parada e % médio com relação ao total de interrupções

Para compreender melhor a condição do processo e então definir os problemas a serem tratados, a liderança foi consultada para discussão dos motivos de parada. Descobriu-se que, a cada parada ocorrida, a classificação do motivo devia ser feita pelos operadores logo após a sua ocorrência e, quando deixavam de fazê-lo, o motivo “parada não justificada” era registrado automaticamente. A liderança destacou que muitas vezes a parada não justificada ocorre durante o câmbio e ajuste da máquina, distorcendo também o tempo registrado neste motivo.

Nesta etapa de definição do problema a ser abordado, optou-se por priorizar as operações de enfeixamento e câmbio de máquina, visto que têm os maiores percentuais de parada, para então dar início à etapa de medição. Além disso, se fez necessário observar a ocorrência do item “parada não justificada” para que o seu impacto fosse absorvido pelos demais indicadores, e assim compreender-se a incidência real destas interrupções no desempenho do processo.

4.2.2. Medição

Na etapa de medição (correspondente ao M do método DMAIC), buscou-se dimensionar o impacto provocado pelos tempos de interrupção gerados por enfeixamento e câmbios de máquina. Para isso, utilizou-se a observação no posto de trabalho e os dados registrados no sistema supervisor do processo, que é um sistema de gerenciamento das máquinas.

A Tabela 2 demonstra os tempos de paradas que foram provocados pelos principais motivos no mês de julho de 2011. Durante este mês foi feito um acompanhamento do processo para que toda a parada tivesse o seu motivo registrado e assim não houvesse a incidência do item “parada não justificada”.

Motivo	Tempo (min.)	% relativo	% acumulado
Câmbio e ajuste de máquina	2.810,10	31,3%	31,3%
Parada por enfeixamento	2.219,10	25,7%	57,0%
Refeição	1.923,20	22,2%	79,2%
Abertura de amarrilho	942,37	10,9%	90,1%
Outros	859,06	9,9%	100,0%
Total	8.645,83		

Tabela 2: tempos de parada dos principais motivos para o mês de julho de 2011

A Tabela 2 também apresenta outros motivos significativos de interrupção, sendo que alguns deles foram analisados na etapa seguinte do método. No mês observado, foram produzidos 707 feixes, o que significa que a operação de enfeixamento foi realizada 707 vezes. Além disso, foram realizados 15 câmbios de máquina para diferentes produtos, gerando impactos no desempenho do processo.

As operações de enfeixamento e câmbio, e outras atividades não-cíclicas, foram então observadas e dimensionadas de acordo com o tempo que levavam para execução. Também foram filmadas para posterior análise na etapa seguinte do método. A Tabela 3 traz o desempenho do processo de acordo com os tempos de parada com relação à produção do mês.

Operação	Tempo total (min.)	Quantidade	Tempo médio (min.)
Tempo médio de câmbio e ajuste	2.810,10	15	180,14
Tempo médio de enfeixamento	2.702,10	707	3,82

Tabela 3: impacto das interrupções no tempo médio das operações

4.2.3. Análise

Na etapa de Análise do estudo, investigou-se detalhadamente as operações de enfeixamento e de câmbio e ajuste. Foram construídos diagramas de causa-e-efeito para análises das relações entre variáveis e definição dos pontos críticos de ação. A partir de filmagens feitas nos postos de trabalho, foi possível identificar desperdícios existentes bem como oportunidades de melhoria.

A análise foi dividida em duas partes. Primeiramente analisou-se a operação de enfeixamento e, em seguida, analisou-se a operação de câmbio. As subseções a seguir descrevem os resultados obtidos em cada análise e as ações tomadas sobre os pontos críticos.

4.2.3.1. Análise da operação de enfeixamento

O posto de trabalho onde as barras são empilhadas e enfeixadas possui um sistema de segurança formado por uma barreira física no perímetro em torno do local onde são realizadas as operações 3 e 4. Essa barreira, constituída de um cercado de tela, funciona como sistema de proteção ao operador durante a transferência do feixe que foi finalizado. Existem portões próximos aos postos de trabalho, como pode ser visto na Figura 5. Estes portões têm como objetivo manter o operador afastado de regiões próximas ao trajeto que o material faz depois de finalizado. Mais alguns detalhes a respeito dos postos de trabalho podem ser vistos nas Figuras 3 e 4, presentes na Seção de apresentação do cenário.

No método de trabalho existente então para a operação, os operadores necessitavam se deslocar para fora do cercado em dois momentos a cada feixe finalizado, o que incorria em desperdícios, uma vez que seria possível manter o nível de segurança desejado reduzindo grande parte desse deslocamento. Para atuar sobre essa oportunidade, utilizou-se a racionalização do trabalho.

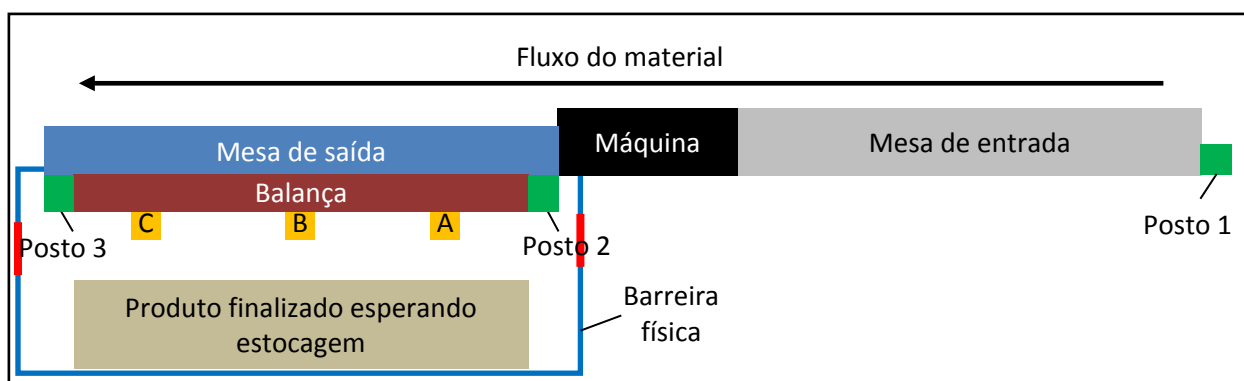


Figura 5: layout da área em torno de uma máquina, demonstrando os postos de trabalho

Observando-se a execução das atividades, foi possível identificar os elementos que compõem a operação de enfeixamento. Assim, pôde-se entender quais atividades tinham maior impacto no tempo padrão e que, se analisadas e melhoradas, teriam impacto positivo no desempenho desta operação. Utilizando-se um diagrama de causa-e-efeito, envolveu-se os operadores do processo na análise, e com isso se obteve um maior entendimento dos relacionamentos entre condições não-conforme que geram problemas nesta operação. O Apêndice 1

demonstra o diagrama obtido durante a análise da operação de enfeixamento. Muitos dos problemas ocorrentes eram relacionados ao método de trabalho.

Foram realizadas duas observações iniciais por equipe. Então, aplicou-se a Equação 1 apresentada no Referencial Teórico, para determinar o tamanho necessário de amostra e assim se identificar e listar os tempos de execução dos elementos que compõem a operação.

Paralelamente, se observou a existência de diferenças na forma como um mesmo elemento era realizado dependendo do operador ou da equipe, para assim identificar-se as melhores práticas existentes. Os elementos identificados como componentes da operação de enfeixamento são apresentados na Tabela 4.

Operador 1	Tempo médio (seg.)	Operador 2	Tempo médio (seg.)
Caminhar até o ponto A	2	Caminhar até o ponto C	2
Colocar o selo na cinta A	7	Colocar o selo na cinta C	7
Colocar a cinta A no feixe	10	Colocar a cinta C no feixe	12
Colocar o amarrilho A	29	Caminhar até o ponto B	10
Caminhar até o ponto B	2	Colocar o selo na cinta B	6
Esperar OP2 finalizar	10	Colocar a cinta B no feixe	10
Colocar o amarrilho B	27	Pegar cintadeira	1
Pegar cintadeira	0	Apertar cinta B	12
Caminhar até o ponto A	2	Caminhar até o ponto C	3
Apertar cinta A	14	Apertar cinta C	12
Largar cintadeira no lugar	5	Caminhar até o ponto B	2
Voltar ao posto	4	Entrega cintadeira	2
Pintar feixe	17	Caminhar até o ponto C	3
Sair do cercado	12	Colocar amarrilho C	27
Fechar portão e resetar	7	Sair do cercado	10
Descer braços verticais	5	Fechar portão e resetar	8
Abrir o portão	4	Esperar OP1 finalizar	26
Caminhar até o posto	4	Descer braços verticais	5
Imprimir etiqueta	6	Esperar OP1 finalizar	50
Soldar identificação	24	Tombar feixe	4
Sair do cercado	10	Levantar braços verticais	2
Fechar portão e resetar	7	Caminhar até o posto	3
Tombar o feixe	4	-	-
Levantar braços verticais	2	-	-
Caminhar até o posto	3	-	-
Tempo total (seg.)	217	Tempo total (seg.)	217

Tabela 4: listagem dos elementos que compõem a operação de enfeixamento

Através da análise do método de trabalho, foram identificados os seguintes pontos de ação: (i) desbalanceamento das atividades entre os dois operadores envolvidos no enfeixamento; (ii) desperdício relacionado à utilização da barreira de segurança existente; e (iii) inexistência de um padrão para a operação de enfeixamento, refletindo em variações na forma de execução dos elementos e, assim, comprometendo a previsibilidade das ações. Na etapa de melhoria, estes pontos foram discutidos com o grupo envolvido, para se buscar métodos de execução distintos que proporcionassem melhor utilização da capacidade.

4.2.3.2. Análise da operação de câmbio

O câmbio das máquinas é realizado cerca de 14 vezes a cada mês. Normalmente efetuada no início do turno, esta operação envolve dois operadores e utiliza boa parte do tempo disponível para produção. Por esta razão, melhorias na operação permitiriam a utilização deste tempo para produção. Conforme os dados da Tabela 3, em média, esta operação consome cerca de 3 horas para ser concluída, sendo composta de duas etapas: troca de rolos e ajuste da máquina. Somente a etapa de troca de rolos foi analisada e modificada neste estudo.

Para analisar a operação de câmbio das máquinas, foram observadas três execuções, filmando-se a sequência de elementos da operação para posterior discussão com o grupo. Buscou-se paralelamente a isso a identificação de variações nas formas de execução da operação, bem como a existência de detalhes onde o conhecimento tácito dos operadores mais experientes era um diferencial. O Apêndice 2 apresenta os itens de variabilidade levantados nas observações da atividade.

Foi observada uma divisão de responsabilidades não formalizada. Percebeu-se que o operador mais experiente decidia de que forma faria o câmbio da máquina e iniciava sua execução, dirigindo-se ao segundo operador quando precisava de auxílio. Como consequência, o segundo operador envolvido ficava ocioso por longos períodos e não demonstrava motivação para buscar um maior conhecimento da operação.

A análise da operação de câmbio proporcionou a identificação dos seguintes pontos de ação: (i) divisão não formalizada de responsabilidades entre os dois operadores que realizam o câmbio, limitando sua autonomia e, possivelmente, impactando também na melhoria contínua da operação, já que eles não possuíam uma referência para o que deveria ser feito; (ii) grande variabilidade na forma como cada operador e cada equipe realizava as atividades, com potencial de adoção das melhores práticas de cada equipe e operador para formar um novo método de trabalho; e (iii) padrão existente superficial e pouco descritivo, resultando em sua não utilização pelos operadores, uma vez que o documento não servia como referência para o resultado desejado.

4.2.4. Melhoria

A etapa de melhoria também foi dividida em duas partes, sendo a primeira correspondendo à intervenção na a operação de enfeixamento, e a segunda à etapa de troca de rolos da operação de câmbio. As subseções a seguir descrevem os resultados obtidos com as ações realizadas sobre os pontos críticos.

4.2.4.1. Melhoria da operação de enfeixamento

Através de reuniões com os operadores, onde foram discutidas formas alternativas de realizar a operação, buscou-se a melhoria no método de trabalho. Foram feitas discussões com a equipe sobre as variações nas formas de execução, avaliando-se a possibilidade de padronizar esta atividade, criando um padrão para a operação.

Além disso, algumas atividades foram eliminadas. Por exemplo, a barreira de proteção composta pelo cercado no perímetro dos postos de trabalho é ligada à rede pneumática que permite a movimentação de tombar os feixes, etc. O funcionamento desta barreira consiste em um sinal que indica se os portões estão abertos, o que representa a presença de pessoas próximas ao feixe.

Como cada feixe finalizado deve ser pesado e etiquetado, os braços verticais interferiam no peso do feixe. E, para baixá-los, era necessário sair do cercado e fechar os portões, pois só assim o sinal para liberar a energia pneumática era dado. Para eliminar esses dois elementos, analisou-se qual a necessidade de afastamento necessária para que os braços não interferissem no peso do feixe e concluiu-se que não era necessário baixar os braços por completo, pois apenas um afastamento de 50 mm já era suficiente. Com isso, criou-se uma alavanca que permitia ao operador fazer esse procedimento de forma segura e eliminou-se 30 segundos da operação.

Além de eliminar elementos, a operação foi rebalanceada. Para completar a operação de enfeixamento, é necessário que os dois operadores envolvidos realizem seus elementos por completo e em um período de tempo semelhante, ou seja, com sincronia. Nas discussões com os operadores identificou-se a melhor sequência para realização dos elementos, bem como comparou-se as diferentes formas de realizá-los, permitindo diminuir os tempos de alguns deles, principalmente no elemento “colocar amarrilho”.

Operadores mais experientes possuíam conhecimentos não descritos, o que dificultava o aprendizado dos operadores mais novos. A partir disto, estas melhores práticas foram testadas e padronizadas, treinando-se todos os operadores em sua execução no tempo dimensionado. Os resultados obtidos podem ser apresentados na Tabela 5. As melhorias realizadas no método de trabalho permitiu uma redução de 41,5% no tempo padrão da operação, visto que os elementos existentes somavam anteriormente um tempo total de 3,6 minutos e, atualmente, a operação de enfeixamento é concluída em 2,1 minutos.

Operador 1	Tempo (seg.)	Operador 2	Tempo (seg.)
Caminhar até o ponto A	2	Caminhar até o ponto C	2
Colocar a cinta A no feixe	4	Colocar a cinta C no feixe	4
Pegar cintadeira	1	Caminhar até o ponto B	2
Apertar cinta A	8	Colocar o selo na cinta B	5
Colocar amarrilho A	21	Colocar a cinta B no feixe	8
Caminhar até o ponto B	2	Pegar cintadeira	2
Colocar amarrilho B	18	Apertar cinta B	10
Voltar ao posto	3	Caminhar até o ponto C	2
Pintar feixe	15	Apertar cinta C	10
Imprimir etiqueta	6	Largar cintadeira no lugar	4

Soldar identificação	18	Colocar amarrilho C	21
Colocar selo na cinta A	5	Volta ao posto	2
Sair do cercado	8	Afastar braço vertical	4
Fechar portão e resetar	6	Colocar selo na cinta C	5
Tombar o feixe	3	Sair do cercado	8
Levantar braços verticais	2	Fechar portão e resetar	6
Abrir portão	2	Tombar o feixe	4
Caminhar até o posto	3	Levantar braços verticais	2
-		Abrir portão	2
-		Caminhar até o posto	3
Tempo total (seg.)	127	Tempo total (seg.)	106

Tabela 5: padrão dos elementos revisados que passaram a compor a operação de enfeixamento

4.2.4.2. Melhoria da operação de câmbio

Na etapa de melhoria, o método de trabalho foi revisto através da discussão das filmagens com o grupo, buscando-se a eliminação de atividades desnecessárias e a adoção das melhores práticas entre as equipes. Dessa forma, definiu-se o novo método de execução do câmbio das máquinas e criou-se um padrão mais prático, que descreve os resultados esperados de forma clara, contendo as particularidades de cada máquina de forma detalhada.

Contudo, o principal foco da melhoria na operação foi a divisão das atividades de forma clara e balanceada entre os dois operadores que realizam o câmbio de máquina. Depois de listar e analisar cada elemento que compunha a operação, eles foram classificados quanto à ordem que deveriam seguir. Além disso, verificou-se também a existência de diferentes formas de execução de alguns elementos, e com isso formulou-se o novo método de trabalho.

Com a construção do padrão para a operação de câmbio, buscou-se uma divisão formal dos elementos, com vistas à criação de um maior senso de responsabilidade entre os dois operadores envolvidos. Desta forma, permite-se a ambos os operadores conhecer previamente o que precisa ser feito e então iniciar cada procedimento de forma mais confiável. Além disso, estão definidos os momentos em que ocorre interação entre eles, de forma planejada e padronizada.

A Tabela 6 apresenta os elementos básicos para a etapa de câmbio dos rolos. As mudanças no método foram constituídas pela adição de alguns elementos na operação, como a revisão prévia da condição da máquina e a verificação da organização do ambiente de trabalho antes de iniciar o procedimento, e também por modificações em alguns outros elementos, como a verificação do número de arruelas necessárias dependendo do rolo utilizado.

Nº	Elemento	Tempo anterior	Quem realizava	Tempo atual	Quem realiza
1	Identificar produto e máquina	3	Principal	3	Principal
2	Conferir material no estoque físico	-	-	2,8	Auxiliar
3	Verificar quais rolos estão na máquina.	-	-	1	Principal
4	Identificar local para rolos atuais	-	-	0,6	Principal
5	Buscar ferramentas no armário	5	Ambos	2,1	Auxiliar
6	Retirar as porcas liberando os rolos	10,8	Principal	7	Auxiliar

7	Guardar rolos na bancada	4	Ambos	4	Ambos
8	Transferir rolos novos para a máquina	6,3	Ambos	4	Ambos
9	Retirar o rolo guia e trocar as peças	7,2	Principal	5,8	Auxiliar
10	Prender os rolos na máquina	4,2	Principal	4	Principal
11	Recolocar o rolo guia	1	Principal	1	Auxiliar
12	Fazer alinhamento axial dos rolos	3,8	Principal	2	Principal
13	Buscar material a ser endireitado no estoque	3,2	Principal	2	Principal
14	Inserir manualmente um perfil na máquina	2	Principal	0,8	Ambos
15	Apertar rolos verticalmente ajustando ao perfil	8,5	Principal	6,2	Principal
16	Ajustar funil de entrada ao material	2,6	Auxiliar	1,7	Auxiliar
17	Verificar funcionamento de outros equipamentos	-	-	1,3	Auxiliar
18	Fechar portas da máquina	0,3	Principal	0,3	Principal
19	Ligar a máquina em baixa velocidade e testar	0,3	Principal	0,3	Principal
Tempo total da operação (minutos)		59,6		28,2	

Tabela 6: elementos básicos da operação de câmbio dos rolos

A partir destas modificações, o novo padrão da operação passou a servir de referência para cada procedimento, visto que traz os detalhes de cada procedimento através de imagens e pontos chave. Uma descrição mais detalhada é apresentada no Apêndice 3. Adotou-se também, para melhorar a previsibilidade da operação, tempos padrão para a realização de cada elemento.

Na etapa de medição, identificou-se que a operação de câmbio de máquina tinha um tempo padrão de 180,6 minutos, sendo que a etapa de troca de rolos, por sua vez, possuía um tempo padrão de 59,6 minutos. Após as etapas de análise e melhoria, esta etapa teve uma redução no tempo padrão para 28,2 minutos, o que corresponde a uma melhoria de 52,6%. O efeito na operação completa de câmbio de máquina foi uma redução no tempo padrão de 180,6 minutos para 149,2 minutos, correspondendo a uma melhoria de 17,4%.

4.2.5. Controle

Para fazer o controle do processo após as alterações no método de trabalho, definiu-se a rotina operacional a ser executada pela equipe e criou-se uma lista de verificação diária, contendo diversos itens a serem executados. Então, diariamente, a liderança verifica na área as evidências documentadas, indicando que a rotina foi feita, e registrando o percentual de atendimento à rotina.

Como exemplo de rotina diária, incluiu-se nesta lista de verificação a realização da rotina de preparação para início do turno. Criou-se então um *check-list* de início de turno, apresentado no Apêndice 4, no qual o operador registra que estes procedimentos foram feitos. E diariamente a liderança verifica o correto preenchimento do documento.

Paralelamente, definiu-se um cronograma segundo o qual todos os operadores seriam auditados quanto ao alinhamento do seu trabalho real com relação aos novos padrões de operação para enfeixamento e câmbio. Este cronograma indicava quem seriam os operadores auditados a

cada mês, sendo que cada operador deve ser auditado a cada semestre em cada uma das duas operações que foram modificadas.

Para guiar a auditoria, criou-se uma lista de pontos de verificação que orientam o auditor. A avaliação é realizada individualmente, junto ao posto de trabalho, para observar o desempenho do operador na prática. Em caso de pontos divergentes entre o trabalho descrito e o trabalho prático, discute-se com a turma as causas destes desvios e, caso seja concluído que é uma forma melhor de se executar a operação, o padrão é alterado.

Um importante ponto a se observar na forma de controle estipulada é que ele vai além da simples padronização da operação, como prega o método PDCA. A padronização das mudanças feitas nas operações foi planejada e executada na etapa de Melhoria do DMAIC. O controle que foi implantado para este processo, por sua vez, implica em um acompanhamento diário pela liderança quanto à correta execução da rotina determinada. Além disso, o grau de alinhamento do trabalho real comparado ao padrão e a correta execução da rotina foram vinculados a um programa de remuneração variável.

Com o controle implantado, permitiu-se à equipe um retorno proporcional ao nível com que o trabalho previsto é realizado. E paralelamente a isso, obteve-se um aumento na previsibilidade da capacidade do processo, que anteriormente se mostrava precário.

5. Conclusão

Este trabalho descreve a aplicação conjunta do método DMAIC e da racionalização de operações, com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva de um processo de acabamento de barras laminadas de aço, modificando o método então existente para que promovesse a otimização dos recursos existentes. De acordo com as etapas do método DMAIC, identificou-se que as interrupções por câmbio de máquina correspondiam a 31,3% do tempo total de parada, enquanto as paradas por enfeixamento correspondiam a 25,7%. Definiu-se, portanto atuar sobre estas operações, buscando reduzir o seu tempo padrão e aumentando a capacidade do processo.

Na etapa de medição, identificou-se que essas operações possuíam tempos de ciclo médio de 3,6 minutos e 180,6 minutos, respectivamente. Contudo, somente a etapa de troca de rolos pertencente ao câmbio, que possui um tempo padrão de 59,6 minutos, foi analisada. Após as etapas de análise e melhoria, estas operações tiveram uma redução em seus tempos de ciclo para 2,1 e 28,2 minutos, respectivamente. Isto corresponde a uma melhoria de 41,5% no tempo padrão da operação de enfeixamento e de 52,6% no tempo padrão da etapa de troca de rolos da operação de câmbio. O efeito na operação completa de câmbio de máquina foi uma redução no tempo padrão de 180,6 minutos para 149,2 minutos, correspondendo a uma melhoria de 17,4%. Como limitação do estudo,

portanto, apresenta-se a não inclusão da etapa de ajuste de máquina na análise e melhoria da operação de câmbio.

Referências:

- ADLER, P. S. Time and motion regained. **Harvard Business Review**, v. 11, n. 1, Jan./Feb., 1993.
- BAINES, A. Productivity Improvement. **Work Study**, v. 46, n. 2, pp. 49-51, 1997.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5 ed., Sao Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CHIAVENATO, I. **Administração de produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- FALCONI, V. **O verdadeiro poder**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009.
- FRANZ, L. A. S. **Análise crítica de um projeto Seis Sigma em uma indústria petroquímica**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 2003.
- RITZMAN, L.P; KRAJEWSKY, L.J. **Administração da produção e operações**. Sao Paulo: Prentice Hall, 2004.
- KUMAR, S. e SOSNOSKI, M. Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 58, n. 3, pp. 254-273, 2009.
- LIEBERMAN, M. B e KANG, J. How to measure a company productivity using value-added: a focus on Pohang Steel (POSCO). **Asia Pacific Journal of Management**, v. 25, n. 2, pp. 209-224, 2008.
- McCARTY, T. D. e FISHER, S. A. Six sigma: it is not what you think. **Journal of Corporate Real Estate**, v. 9, n. 3, pp. 187-196, 2007.
- MOHD, S. S. Labour productivity: an important business strategy in manufacturing. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 6, pp. 435-438, 2002.
- MONTGOMERY, D. C. e WOODALL, W. H. An Overview of Six Sigma. **International Statistical Review**, v. 76, n. 3, pp. 329-346, 2008.
- MONTGOMERY, D. C. A modern framework for achieving enterprise excellence. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, pp. 56-65, 2010.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PAIS, C. L. A. Self-managed teams in the auto components industry: construction of a theoretical model. **Team Performance Management**, v. 16, n. 7/8, pp. 359-387, 2010.
- ROTH, N e FRANCHETTI, M. Process improvement for printing operations through the DMAIC Lean Six Sigma approach. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 2, pp. 119-133, 2010.

SALADA, M. O. S. **O gerenciamento da rotina através do método de estabilização de processos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção – UFRGS, Porto Alegre: 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista de Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R. **Administração da produção**. 2ª ed., 8ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

STAINER, A. Productivity management: the Japanese experience. **Management Decision**, v. 33, n. 8, pp. 4-12, 1995.

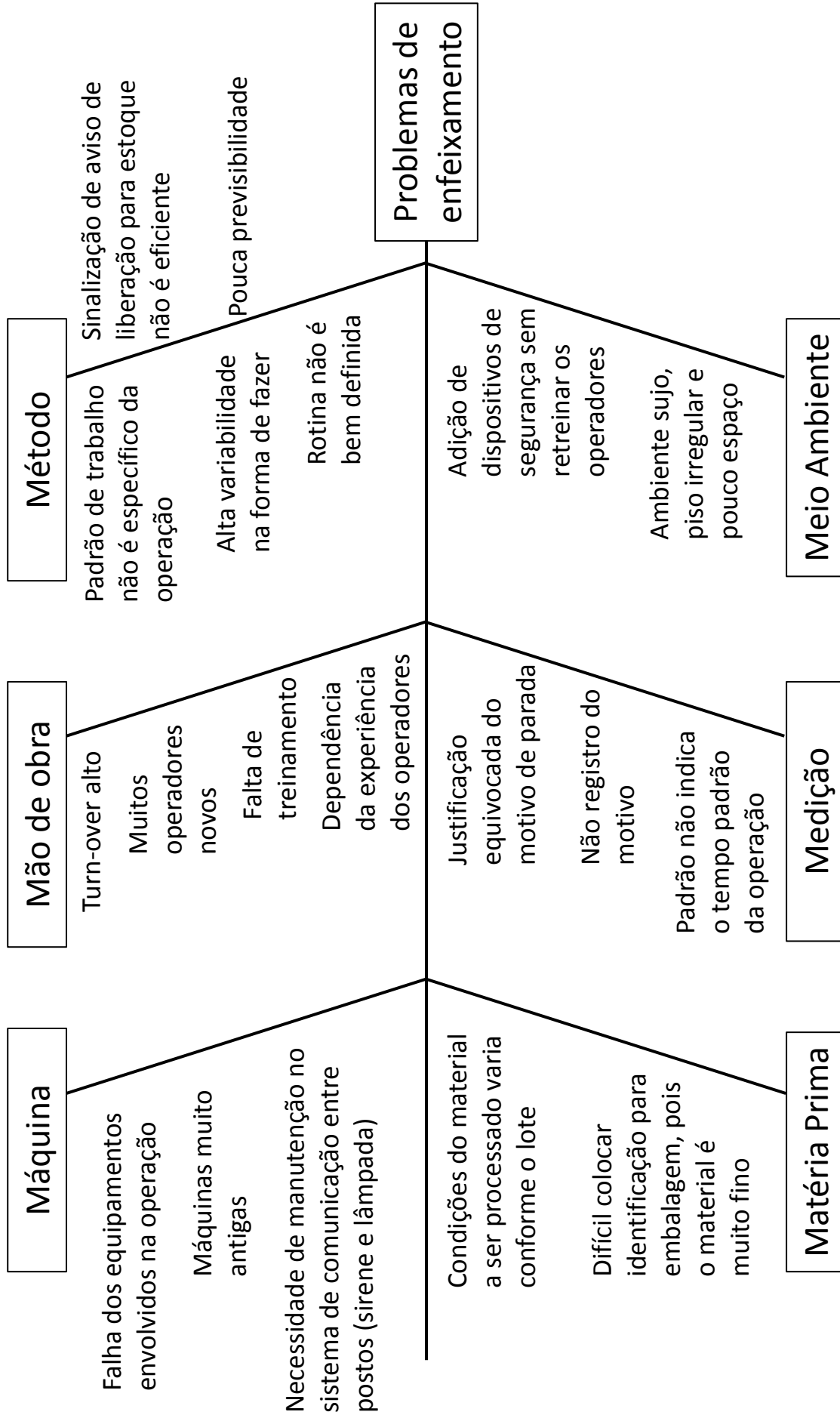
STEENHUIS, H. J. BRUIJN, E. J. International shopfloor level productivity differences: an exploratory study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 1, pp. 42-55, 2006.

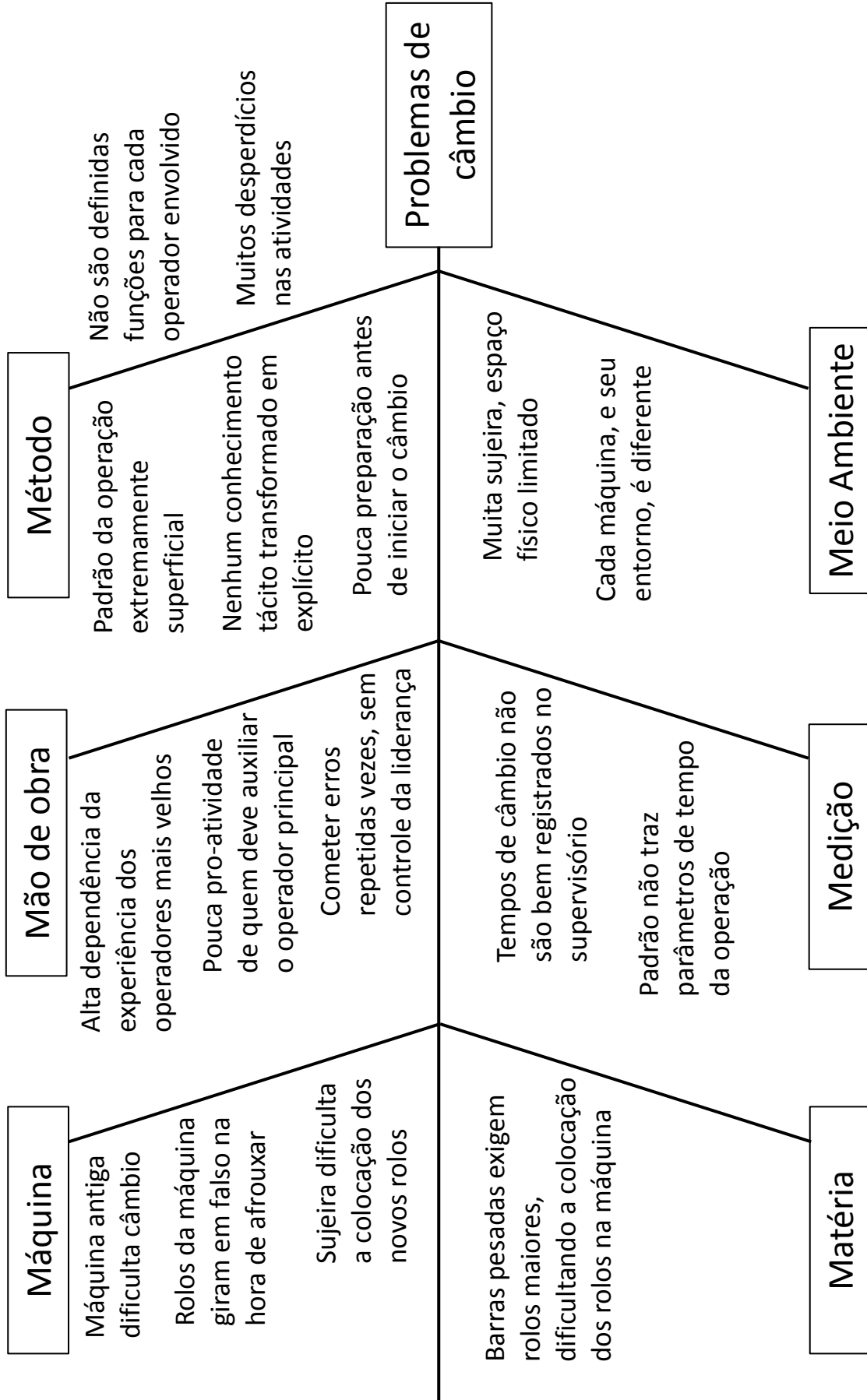
TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 1992.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TOLEDO JÚNIOR, I. F. B. **Carga de máquina e carga de mão de obra**. 7. ed. Mogi das Cruzes: OeM Itys Fides, 2004.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1 ed., 2002.





Apêndice 3 – Procedimento de câmbio de rolos

Nº	Elemento	Ponto Chave	Tempo	Quem
1	Identificar produto a ser produzido e qual a máquina a ser usada	Verificar programação do acabamento no arquivo Acompanhamento de OP, localizado no drive correspondente da rede	3	Principal
2	Conferir a quantidade de item intermediário disponível no sistema e checar no estoque físico	Conferir a quantidade de item intermediário disponível no sistema ERP. Identificar localização do material no estoque e checar se a quantidade física de material é suficiente para atender a OP	3,6	Auxiliar
3	Abrir portas da máquina de acordo com o procedimento de abertura e checar quais rolos estão na máquina.	Se já estão corretos para o produto a ser endireitado, verificar ajuste dos rolos e iniciar produção	1	Principal
4	Se for necessário efetuar o câmbio, identificar local onde os rolos que estão na máquina serão colocados e se os rolos novos estão ok na bancada.	Verificar existência do espaço vazio correspondente na bancada de rolos para manter organização	0,6	Principal
5	Buscar ferramentas no armário, de acordo com a máquina	Ver lista de ferramentas por máquina no padrão. Durante o uso, dispô-las no carrinho de ferramentas	2,1	Auxiliar
6	Retirar as porcas liberando os rolos	Utilizar as ferramentas para afrouxar as porcas. Retirar arruelas e guardá-las no carrinho de ferramentas	7	Auxiliar
7	Transferir rolos retirados da máquina para a bancada	Utilizar a talha para transportar os rolos da máquina para a bancada	4	Ambos
8	Transferir rolos novos da bancada para a máquina	Utilizar a talha para transportar os rolos da máquina para a bancada. O número de arruelas varia conforme o rolo a ser usado, devendo-se verificar no padrão.	4	Ambos
9	Retirar o rolo guia e trocar as peças (montagem a parte)	Utilizar o suporte ergonômico para fazer essa montagem. Verificar no padrão a quantidade de arruelas.	5,8	Auxiliar
10	Prender os rolos na máquina	Verificar novamente as arruelas e colocar as porcas	4	Principal
11	Recolocar o rolo guia	Utilizar a talha para transportar o rolo guia até a máquina	1	Auxiliar
12	Fazer alinhamento axial dos rolos	Utilizar uma régua para alinhar. Todos os rolos devem ficar na mesma linha, juntamente com o rolo guia	2	Principal
13	Transferir feixes do material a ser endireitado do estoque para a máquina. Cortar as cintas metálicas antes de levantar a carga	Material que necessita acabamento. Deve-se cortar a cinta antes de içar a carga, pois depois fica difícil de cortar. Realizar a transferência conforme o padrão de transporte de cargas.	2	Principal
14	Inserir manualmente um perfil na máquina até que alcance o último rolo	Primeiro aumentar a abertura entre os rolos para poder inserir o perfil. Após alcançar espaço suficiente para passar o perfil, abra os outros rolos até a mesma posição.	0,8	Ambos
15	Apertar rolos verticalmente ajustando ao perfil	Aperte o espaço entre os rolos até pressionar o perfil. Faça o aperto e verifique: enquanto conseguir girar o rolo com a mão, precisa apertar mais. Continue apertando até que não seja possível girar o rolo com a mão.	6,2	Principal
16	Ajustar funil de entrada de acordo com o material e o alinhamento dos rolos. Colocar guia antes do funil de entrada.	Após alinhar os rolos axialmente, ajuste o funil da mesa de entrada para direcionar o material para os rolos. Colocar uma chapa para fazer base.	1,7	Auxiliar

17	Verificar funcionamento da balança e dos demais equipamentos	Simular operação para evitar imprevistos após iniciar a produção	1,3	Auxiliar
18	Fechar portas máquina de acordo com o procedimento padrão	Não é possível ligar a máquina com as portas abertas	0,3	Principal
19	Ligar a máquina em baixa velocidade e passar uma barra para iniciar o ajuste de máquina de acordo com o procedimento correspondente.	Verificar as condições resultantes do endireitamento da barra. Isso servirá de subsídio para o ajuste da máquina. Fim do câmbio de rolos.	0,3	Principal
Tempo total da operação (minutos)			28,2	

Apêndice 4 – *Check-list* de início de turno

Acabamento - Endireitadeiras - Check-list de início de turno

Data: ___/___/___ **Hora:** _____

Op. Câmbio 1: _____

Produto: _____

Op. Câmbio 2: _____

Máquina: _____

Op. Verificação: _____

	Item a verificar:	OK	NOK	Se NOK, o que fazer:	Verif.
1	Alicate mesa de entrada (1 unidade)			Buscar no armário de ferramentas	
2	Alicate mesa de saída (3 unidades)			Buscar no armário de ferramentas	
3	Tesoura para cinta			Buscar no armário de ferramentas	
4	Pistola de solda			Buscar na máquina que não será usada	
5	Pinos de solda			Buscar no armário de ferramentas	
6	Tinta correta e pincel			Buscar no armário anti-chamas	
7	Amarrilhos em quantidade suficiente			Cortar com maçarico	
8	Cintadeira Signode			Buscar na máquina que não será usada	
9	Selo amarelo para cinta			Providenciar	
10	Água, sabão e rolo			Providenciar	
11	Balde para pontas de amarrilho (3 un)			Buscar na máquina que não será usada	
12	Checar nível das cintas (3 rolos)			Reabastecer	
13	Limpar sensores portões			-	
14	Limpar sensores máquina			-	