

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

TIAGO FILIPI LONGHI

**METODOLOGIA WCM: REDUÇÃO DE PERDAS POR SETUP EM UMA LINHA
DE USINAGEM DE COMPONENTES, COM BASE NO PILAR MELHORIA
FOCADA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

TIAGO FILIPI LONGHI

**METODOLOGIA WCM: REDUÇÃO DE PERDAS POR SETUP EM UMA LINHA
DE USINAGEM DE COMPONENTES, COM BASE NO PILAR MELHORIA
FOCADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof^ª. M.Sc. Alexandre Dantas Pinheiro da Silva

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

METODOLOGIA WCM: REDUÇÃO DE PERDAS POR SETUP EM UMA LINHA DE USINAGEM DE COMPONENTES, COM BASE NO PILAR MELHORIA FOCADA

Esta monografia foi apresentada no dia 04 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. M.Sc. Alexandre Dantas Pinheiro da Silva
Orientador

Prof. M.Sc. Osvaldo Verussa Júnior
Banca

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho especialmente à minha esposa e filha, Vanessa e Lara, que iluminam minha vida; e aos meus pais e irmão, Vânia, Henrique e Diogo, sempre junto ao meu coração;

De maneira geral, agradeço especialmente aos colegas de empresa pelo empenho e auxílio para que o objetivo deste trabalho fosse cumprido. Um obrigado especial aos gestores Sérgio Wonzewski, Daniel Maffei e Wilson Pereira, pelo apoio e constante encorajamento na busca de novos conhecimentos.

Agradecimentos mais que especiais à espetacular equipe técnica do Departamento de Usinagem, pela disposição na aplicação dos trabalhos. Cleiton, Cris, Giba, Huguinho, Charles, Edson, David, Leonardo, Silvio, Denner, Amâncio, Aécio, Jorge, Anderson, Josenir e Diego – sem vocês este trabalho não seria possível.

Um obrigado ao Professor e orientador Alexandre Dantas, por mostrar que é possível para uma empresa ter uma manufatura de classe mundial, e que é aos poucos que se chega lá.

Não posso deixar de agradecer ainda à Jussara, pelo auxílio nas tratativas e contato entre a empresa e a UTFPR – e claro, por conseguir os materiais de estudo em formato digital.

Por fim, agradeço a todos os colegas e professores do curso de especialização em Engenharia da Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que ajudaram a enriquecer, e muito, o conhecimento obtido ao longo do curso.

“Você vê coisas e diz: Por quê? Mas eu sonho com coisas que nunca existiram e digo: Por que não?”

George Bernard Shaw

RESUMO

LONGHI, Tiago Filipi. Metodologia WCM: Redução de Perdas por Setup em uma Linha de Usinagem de Componentes, com Base no Pilar Melhoria Focada. 2017. 39 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O WCM (World Class Manufacturing ou Manufatura Classe Mundial) é um sistema de gestão integrado que busca aumentar o nível de competitividade da organização, por meio da melhoria contínua de processos e o aumento da agregação de valor ao longo da cadeia de manufatura, eliminando perdas e desperdícios no fluxo produtivo. Estruturado em 10 pilares técnicos, cabe ao pilar Melhoria Focada (FI) investigar a causa raiz de perdas específicas e atacá-las para que não ocorram mais, utilizando-se de técnicas e ferramentas apropriadas, a partir de uma matriz de priorização. A ferramenta específica para a redução do tempo de setup, objeto de estudo deste trabalho, é o SMED – ou Troca Rápida de Ferramentas. A metodologia visa a redução de máquina parada por meio de análise de campo focalizada. O Estudo de caso foi realizado com a aplicação do SMED em uma linha de usinagem de componentes com altos tempos de setup, e obteve-se uma redução média de 32% do tempo de setup por máquina e de 54% do tempo total de preparação da linha. Este trabalho possibilitou maior tempo de máquina disponível para a usinagem de peças, aumentando a produtividade e a flexibilidade do centro de trabalho de uma empresa multinacional de soluções elétricas.

Palavras-chave: WCM. Melhoria Focada. SMED

ABSTRACT

LONGHI, Tiago Filipi. WCM Methodology: Reduction of setup Losses in a Component Machining Line, Based on the Focused Improvement Pillar. 2017. 39 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

WCM (World Class Manufacturing) is an integrated management system that seeks to increase the organization's competitiveness by continually improving processes and increasing value aggregation along the manufacturing chain, eliminating wastage and losses in the production flow. Structured in 10 technical pillars, it is the Focused Improvement pillar (FI) that must investigate the root cause of specific losses and treat them so that they do not occur any more, using appropriate techniques and tools defined from a prioritization matrix. A specific tool for setup reduction evaluated in this study is SMED, or Single Minute Exchange of Die. The methodology seeks to reduce machine downtime through focused field analysis. The case study was based on the application of SMED in a component machining line with high setup times, and had an average setup reduction of 32% by equipment and 54% of the total line setup time. This work resulted in a longer time available for machining parts, increasing the productivity and flexibility of the work center in a multinational company of electrical solutions.

Keywords: WCM. Focused Improvement. SMED

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A metodologia do WCM.	12
Figura 2 - Pilares Técnicos e Gerenciais.....	13
Figura 3 - Hierarquia de resolução de problemas do Pilar FI.....	17
Figura 4 - Os 7 Passos do Pilar FI.....	19
Figura 5 - Os 3 estágios do SMED.....	22
Figura 6 - Os 7 estágios do SMED, na visão do WCM.....	22
Figura 7 - Comparativo de perdas e desperdícios dos centros de trabalho (R\$ mil).....	27
Figura 8 - Maiores perdas e desperdícios do CT UFI1044.....	28
Figura 9 - Indicadores do CT UFI1044.....	28
Figura 10 - Setups externos e internos dos 3 postos (min).....	29
Figura 11 - Implantação de 5S.....	30
Figura 12 - Resultados nas melhorias dos tempos de Setup no CT UFI1044.....	31
Figura 13 - Resultados de SMED nos 3 postos após semana focada.....	33
Figura 14 - Resultados do Pilar Melhoria Focada: UFI1044.....	34
Figura 15 - Indicador de eficiência após melhorias.....	34

LISTRA DE SIGLAS, ABREVIações E SÍMBOLOS

WCM – World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial) FI – Focused Improvement (Melhoria Focada)

SMED – Single Minute Exchange of Die (Troca Rápida de Ferramentas) CD – Cost Deployment (Desdobramento de Custos)

TPS – Toyota Production System (Sistema Toyota de Produção) TQC – Total Quality Control (Controle da Qualidade Total)

TPM- Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total) TIE – Total Industrial Engineering (Engenharia Industrial Total) JIT- Just in Time

SAF – Safety (Segurança)

AM&WO – Autonomous Maintenance and Workplace Organization (Manutenção Autônoma e Organização do Posto de Trabalho)

PM – Professional Maintenance (Manutenção Profissional) QC – Quality Control (Controle da Qualidade)

LCS – Logistics and Customer Service (Logística e Atendimento ao Cliente) EEM – Early Equipment Management (Gestão Preventiva de Equipamentos) PD – People Development (Desenvolvimento de Pessoas)

ENV – Environment (Meio Ambiente) 5S – 5 Sentos

CNC – Controle Numérico Computadorizado CT – Centro de Trabalho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1	WCM – WORLD CLASS MANUFACTURING	11
2.2	OS PILARES TÉCNICOS DO WCM	14
2.3	O PILAR TÉCNICO DE MELHORIA FOCADA	16
2.4	SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE).....	20
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
3.1	PRIORIZAÇÃO E COLETA DE DADOS	24
3.2	O CENTRO DE TRABALHO E OS PROCEDIMENTOS DE SETUP	25
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	27
4.1	SITUAÇÃO INICIAL: AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE TRABALHO	28
4.2	SEGREGAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO DE SETUPS INTERNOS E EXTERNOS	30
5	DISCUSSÃO	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O aprimoramento de produtos e processos tem sido cada vez mais importante para manter as empresas competitivas, em um mercado que preza pela alta qualidade e produtividade aliadas a um baixo custo de produção. Sistemas de gestão de manufatura, como o WCM, ou World Class Manufacturing, buscam conduzir as organizações ao sucesso e rentabilidade, em nível internacional, por meio da eliminação de perdas e desperdícios, ou seja, de fatores que não agregam valor (apenas custos) e que reduzem o nível de excelência dos negócios.

Segundo Yamashina (2006), o WCM deve envolver toda a cadeia produtiva, todas as pessoas e todos os processos, assim como suas interações. Desta forma garante-se a satisfação do cliente e a excelência em produtividade. A operacionalização desses conceitos através de pilares e ferramentas e sua aplicação sistemática devem seguir tal preceito.

Neste trabalho, foi utilizada a metodologia do Pilar Melhoria Focada (FI), do WCM, com a utilização sistemática de ferramentas para redução das perdas e desperdícios levantados na matriz de desdobramento de custos (CD) – o pilar “bússola” do WCM. Levantaram-se perdas elevadas relacionadas à máquina parada em uma linha de usinagem de componentes, especificamente relacionadas ao tempo de troca, ou “setup”, dos equipamentos da linha.

A ferramenta utilizada para a redução do tempo de troca foi o Single Minute Exchange of Die (SMED), ou Troca Rápida de Ferramentas. Neste estudo de caso, foram aplicadas técnicas de racionalização de setup no centro de trabalho, objetivando a redução do tempo improdutivo, com o intuito de aumentar a produtividade dos postos e viabilizar a produção de lotes menores, aumentando a flexibilidade da linha como um todo.

O trabalho foi desenvolvido na área de usinagem de empresa metalúrgica do ramo de soluções elétricas, e os dados foram coletados do período de maio a julho de 2016. Pretende-se demonstrar como a implantação estruturada de ferramentas do WCM pode facilitar a redução de perdas e desperdícios do ambiente produtivo.

O trabalho discorre da seguinte forma: o item 2 apresenta breve revisão do WCM e de seus pilares, assim como detalhamentos sobre o Pilar Melhoria Focada e sobre o SMED; o item 3 ilustra a metodologia do trabalho; o item 4 focaliza a apresentação e análise de resultados; o item 5 discorre sobre os resultados e, por fim, o item 6 apresenta as conclusões desta monografia.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 WCM – WORLD CLASS MANUFACTURING

De acordo com Hajime Yamashina (2010), Professor Emérito da Kyoto University e o principal difusor do WCM atualmente, o World Class Manufacturing é um sistema de gestão em que se busca identificar os problemas e quais as perdas relacionadas. Define-se o método que será adotado para sua resolução e depois controlam-se os resultados. Esta é a base de todo o sistema. Ainda, de acordo com Passarella (2007), é um conjunto de conceitos, princípios, políticas e técnicas para gestão de processos operacionais.

O WCM (ou Manufatura Classe Mundial) visa desenvolver a manufatura da organização, através do envolvimento das pessoas e aplicação rigorosa de métodos e ferramentas, assim como de instrumentos de gestão – bem como da difusão e padronização dos resultados alcançados. Este sistema de gestão tem seu alicerce metodologia de atividades criados pela indústria japonesa após a Segunda Guerra mundial (Produção Enxuta ou TPS – Toyota Production System) e nos resultados obtidos para a organização da produção. (BRAGA, DE CASTRO e FRANCO, 2016) .

Schonberger (1986), cita que empresas que utilizam o WCM como fundamento para a manufatura acabam por ganhar desempenho e maiores fatias de mercado, dado o aumento da competitividade. O objetivo é que a organização tenha um padrão de produção mundial e que seja reconhecido por este.

O termo - Manufatura de Classe Mundial - foi introduzido por Hayes e Wheelwright (1984) ao descrever as capacidades desenvolvidas por empresas japonesas e alemãs ao entrarem na concorrência por mercados de exportação. Em 1986, Schonberger utilizou o mesmo termo em seu livro World Class Manufacturing com uma abordagem mais forte, levando a ideia de que adotando práticas de Just-in-Time e Qualidade Total qualquer empresa poderia reduzir seus lead times e se tornar uma Manufatura de Classe Mundial. (CORTEZ, 2010).

O WCM é uma metodologia que acaba por mudar a rotina e em nível fundamental a cultura das empresas. O sistema, afirma Rubrich (2004), deve ser difundido em toda a fábrica, com comprometimento desde a alta diretoria até o operador de produção, sendo uma filosofia “Top-down” (de cima para baixo). Os processos produtivos são alterados pois enfatiza-se o aumento da produtividade, a eliminação de refugo, o aumento da qualidade e a satisfação do cliente.

O WCM, na visão de Yamashina (2009), integra os conceitos de TQC (Total Quality Control), TPM (Total Productive Maintenance), TIE (Total Industrial Engineering) e JIT (Just in time). É o nível de excelência de todo o ciclo logístico e produtivo de uma empresa, alcançado apenas pelas melhores organizações mundiais. A metodologia do WCM pode ser avaliada na Figura 1

A primeira diferença entre o WCM e os modelos de produção antes descritos é sobre o campo de aplicação do WCM. Se, de fato, o TPS e o TPM nasceram e se desenvolveram dentro dos sistemas de produção, o WCM foi criado para aplicar os métodos JIT, QC e TPM em todos os processos e em todas as business units, de maneira a melhorar o desempenho das empresas manufatureiras ao nível de best performers mundiais. A grande novidade introduzida pelo WCM, é a implementação dos princípios do TPS em todos os processos da empresa, inclusive nos de suporte. (BRAGA, DE CASTRO e FRANCO, 2016).



Figura 1 - A metodologia do WCM.
Fonte: Material de divulgação interno da empresa (2016).

O TQC, também conhecido como Controle da Qualidade Total (Total Quality Control), avalia que o controle deve ser exercido pelas pessoas para a satisfação das necessidades das pessoas, com orientação voltada ao cliente, colocando a qualidade em primeiro lugar. Rubrich (2004) argumenta que a responsabilidade deve ficar na mão de quem executa o trabalho, e os operadores tem autonomia de parar a produção em caso de defeito. Busca-se atuar no processo e não gerenciar o produto já transformado, visando zero defeito. Trabalha-se na eliminação de erros para evitar-se desperdícios.

De acordo com Nakajima (1989), a TPM, Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total tem como objetivo melhorar a eficiência dos ativos através da redução de quebras de máquinas, da melhor utilização dos equipamentos disponíveis e da redução de perdas nas diversas fases e áreas dos processos produtivos. Sua implantação exige uma grande mudança cultural em que os operadores são encorajados a participar das atividades de

manutenção, a partir do envolvimento no desenvolvimento e execução dos planos de manutenção. Uma das chaves do sucesso do TPM é o desenvolvimento do senso de propriedade. Como meta da TPM, busca-se zero quebra ou falha dos ativos.

O TIE (Total Industrial Engineering), ou Engenharia Industrial Total é a parte da gestão que procura eliminar as perdas da produção, com meta de zero desperdício. Segundo Paddock (1993), tem-se uma abordagem integrada dos problemas da produção, buscando a melhoria contínua dos processos produtivos e a eliminação de todas as formas de desperdício através do envolvimento das pessoas que compõe a fábrica.

O preceito do JIT, ou Just-in-time, de acordo com Ghinato, (1995), é que cada processo seja suprido com itens e quantidades certas, no tempo e lugar certo. Ou seja, tem como meta o zero estoque. Busca-se reduzir o lead time da manufatura, que é o tempo que passa entre o pedido do cliente até o recebimento do produto. Assim, espera-se um fluxo uniforme e sem interrupções no processo, em pequenos lotes, para evitar estoque ou escassez, considerados desperdícios da manufatura.

O WCM baseia-se em pilares técnicos interligados (relacionados ao processo de manufatura), que visam a eliminação de desperdícios e 10 pilares gerenciais, que sustentam e apoiam os pilares técnicos na conquista de resultados. A Figura 2 mostra os 10 pilares técnicos, apoiados pelos pilares gerenciais. No próximo item, descreve-se breve e individualmente os pilares técnicos do World Class Manufacturing.

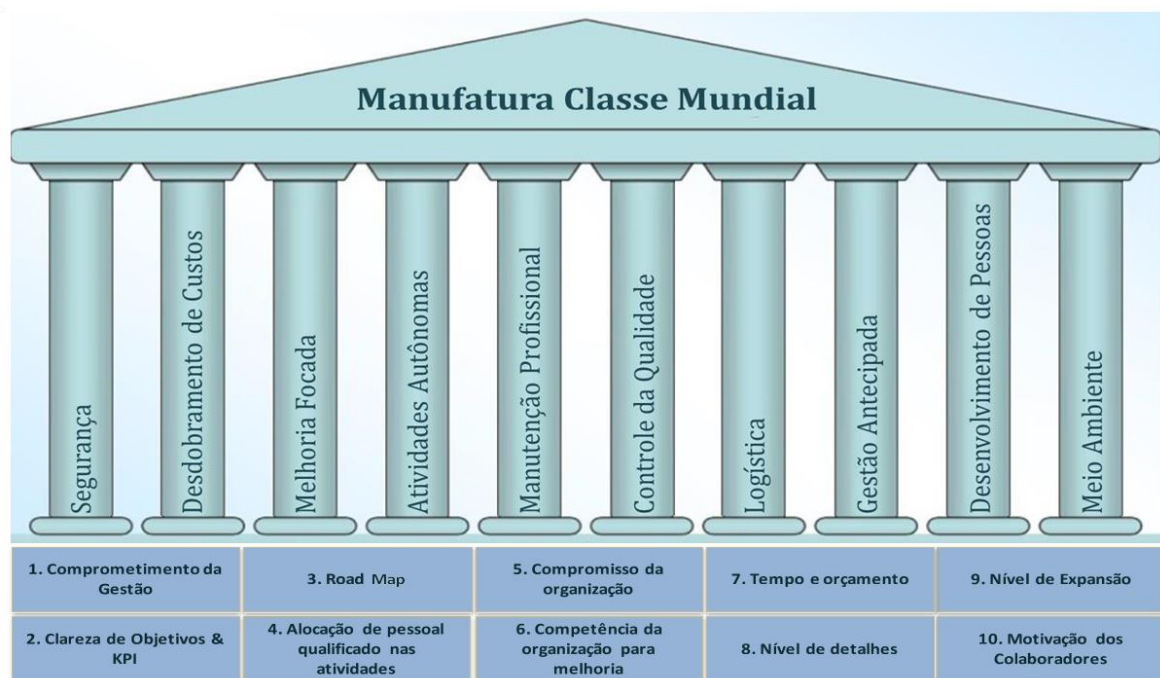


Figura 2 - Pilares Técnicos e Gerenciais.

Fonte: Material de divulgação interno da empresa (2016).

2.2 OS PILARES TÉCNICOS DO WCM

Os 10 pilares técnicos do WCM, segundo Yamashina (2006), são referentes aos aspectos da produção e estruturam a Manufatura Classe Mundial. A implementação baseia-se em uma metodologia de 7 passos, desde a fase reativa até a fase proativa de cada pilar. A seguir explana-se brevemente cada um dos pilares:

O Pilar Safety, ou Segurança (SAF) foca na eliminação dos acidentes, quase-acidentes e dos atos e condições inseguras, analisando e eliminando as causas raízes. Procura-se desenvolver nos operadores atitudes preventivas, evitando acidentes e quase acidentes. Com a meta de zero acidente, o pilar exige melhoria contínua dos comportamentos, do ambiente e das condições ergonômicas do local de trabalho.

O Pilar Cost Deployment, ou Desdobramento de Custos (CD) quantifica os custos de perdas e desperdícios, de maneira sistemática, em unidade financeira. Relaciona as perdas às suas causas raiz e direciona os demais pilares para as áreas onde estão as maiores perdas. É considerado o pilar “bússola” do WCM. Cabe ainda ao pilar avaliar as economias obtidas com os projetos implantados.

O Pilar Focused Improvement, ou Melhoria Focada (FI), atua de forma focalizada para eliminar as principais perdas levantadas no pilar CD. Ações corretivas são direcionadas e devem solucionar por completo as perdas, restaurando ou introduzindo padrões no processo. O pilar FI busca a obtenção de resultados nos menores prazos possíveis, com benefício elevado. Métodos, ferramentas e técnicas são aplicadas especificamente para cada tipo de perda. Quanto maior a dificuldade de resolução da perda, mais complexa é a ferramenta aplicada. É o pilar que tem a missão de gerenciar o conhecimento.

O Pilar Autonomous Activities, ou Atividades Autônomas (AM&WO), se desdobra em duas partes: Manutenção Autônoma (AM), que busca restaurar a estabilidade básica dos equipamentos e evitar sua deterioração, com envolvimento amplo dos operadores; e a Organização do Posto de Trabalho (WO), que visa, segundo Yamashina (2010), melhorar a eficiência e produtividade do posto de trabalho, eliminando atividades que não agregam valor, melhorando a ergonomia para evitar fadiga dos operadores e analisando movimentações irregulares que possam gerar impactos negativos sobre a qualidade. Nos passos mais avançados trata da melhoria da qualidade ligada ao fator humano, do estudo dos micro movimentos e do refinamento dos processos e postos de trabalho.

O Pilar Professional Maintenance, ou Manutenção Profissional (PM), visa a zero quebra, utilizando-se inicialmente de controle e análise de falhas dos equipamentos. Procura

ampliar a qualificação do pessoal responsável pela manutenção e criar um ambiente colaborativo entre operadores de máquinas e manutentores dos equipamentos. Este pilar tem atuação conjunta ao pilar de Manutenção Autônoma, restaurando as condições básicas do equipamento e planejando a manutenção preventiva. Nos passos mais avançados trata do prolongamento da vida útil do equipamento, subsistemas e componentes (através de Kaizens) e da implementação de técnicas avançadas de gestão da manutenção, como por exemplo a manutenção preditiva.

O Pilar Quality Control, ou Controle da Qualidade (QC), trabalha para garantir a satisfação do cliente. Procura-se oferecer aos clientes um produto de alta qualidade a um custo mínimo. Devem-se desenvolver condições de funcionamento adequadas dos sistemas de produção (qualidade embutida no processo) e aumentar a capacidade da equipe para resolução dos problemas de qualidade, focando no zero defeito. As reclamações dos clientes são reduzidas através da análise de defeitos de qualidade e redução do tempo entre ocorrência, detecção e falha.

O Pilar Logistic & Customer Service, ou Logística e Atendimento ao Cliente (LCS), segundo Yamashina (2010), procura reduzir os tempos de atravessamento (lead times) do processo produtivo para garantir o atendimento do cliente (interno e externo), reduzindo assim os custos envolvidos. Toda a cadeia de suprimentos é otimizada, os fluxos são melhorados, estoques reduzidos e a movimentação de materiais é aprimorada.

O Pilar Early Equipment Management, ou Gestão Antecipada de Equipamentos, (EEM), tem o objetivo otimizar o processo de desenvolvimento, aquisição, implantação e start-up de novos equipamentos e sistemas. A coleta detalhada do conhecimento sobre as máquinas, que se cria na fábrica (através dos demais pilares), deve construir uma base de conhecimento por parte do processo de desenvolvimento de novas máquinas, a fim de resolver todos os problemas antecipadamente, antes do início da produção - e de reduzir ao máximo o período de start up, verticalizando assim a curva de saída produtiva.

O Pilar People Development, ou Desenvolvimento de Pessoas (PD), tem o objetivo de instituir na fábrica um sistema de desenvolvimento das competências e motivação das pessoas, baseado na avaliação e melhoria contínua de competências e sua gestão no percurso de aprendizagem (YAMASHINA, 2010). Aplicar a lógica focalizada no WCM ao desenvolvimento das pessoas significa reconhecer que a formação é uma perda se não é submetida a uma relação de benefícios. Todas as atividades de formação devem ser avaliadas em termos de custo/benefício e foca-se no zero erro humano.

O Pilar Environment, ou Meio Ambiente (ENV), tem o objetivo não só do atendimento à legislação ambiental, mas também de redução do impacto ambiental gerado pelos processos. Adicionalmente, busca reduzir consumo de energia da organização e incentiva o uso de energias e tecnologias alternativas, promovendo em seus passos a conscientização ambiental das pessoas. Requisitos e normas de gestão ambiental devem ser seguidos. O pilar está relacionado a todo o sistema produtivo através de uma visão orientada para a conscientização e a gestão dos aspectos e impactos ambientais relativos às atividades realizadas.

Os pilares gerenciais dão sustentação aos pilares técnicos e focam no comprometimento tanto das pessoas quanto da organização para auxiliar os pilares técnicos a atingirem suas metas. Seus 10 pilares são: 1) Comprometimento da Gestão; 2) Clareza de Objetivos e Indicadores; 3) Road Map; 4) Alocação de Pessoal Qualificado nos Projetos; 5) Compromisso da Organização; 6) Competência da Organização para Melhoria; 7) Tempo e Orçamento; 8) Nível de detalhes; 9) Nível de Expansão e 10) Motivação dos operadores. Tais pilares estruturam as habilidades de gestão para a implantação do WCM, focando na definição de metas, motivação e comportamento de pessoal, delegação e liderança. A meta da gestão é possibilitar a atitude para a mudança de cultura.

No próximo item descreve-se em detalhe o pilar técnico de Melhoria Focada (FI), tendo em vista que este pilar, com suas ferramentas específicas, foi utilizado para realização deste estudo de caso.

2.3 O PILAR TÉCNICO DE MELHORIA FOCADA

O pilar técnico de Melhoria Focada é um pilar dedicado a atacar as grandes perdas resultantes do Desdobramento de Custos e que tem um forte impacto sobre o faturamento e principais indicadores de performance da fábrica. As soluções encontradas resultam em importantes economias.

Segundo Yamashina (2009) o pilar é uma proposta focalizada na solução de temas específicos e identificáveis que se propõe a obter resultados em curto prazo, com um benefício elevado em termos de redução de custos devido às perdas e os desperdícios. Aplicam-se técnicas, instrumentos e métodos específicos para a solução de problemas de dificuldade crescente em relação à complexidade e interligação das causas dos desperdícios e das perdas.

Utiliza a lógica de melhoria focalizada, em que ao enfrentar um problema (visto como um desvio do padrão) não se limita a identificar uma solução temporária, mas identificar as

causas raízes dos desvios e a removê-las definitivamente para restabelecer o padrão ou para inovar através da introdução de um novo padrão.

Através da aplicação da melhoria focada, cria-se na fábrica uma bagagem de conhecimento e respeito em relação à aplicação dos métodos e das ferramentas. O pilar, através das áreas modelo, ajuda no desenvolvimento do conhecimento dos métodos de melhoria sistêmica juntamente com os pilares diretamente envolvidos (AM, PM e QC), além dos demais pilares. Exemplificam-se kaizens realizados no passo 4 do pilar PM, para contramedidas de pontos fracos dos equipamentos e kaizens no passo 2 do pilar AM, para eliminação de fontes de contaminação.

Conforme comentado anteriormente, problemas mais simples (esporádicos) demandam ferramentas mais simples, assim como problemas mais complexos (crônicos), demandam ferramentas mais complexas. O Pilar FI possui uma hierarquia de resolução de problemas, conforme mostrado na Figura 3, e ferramentas e métodos específicos estão ligados a estes níveis.

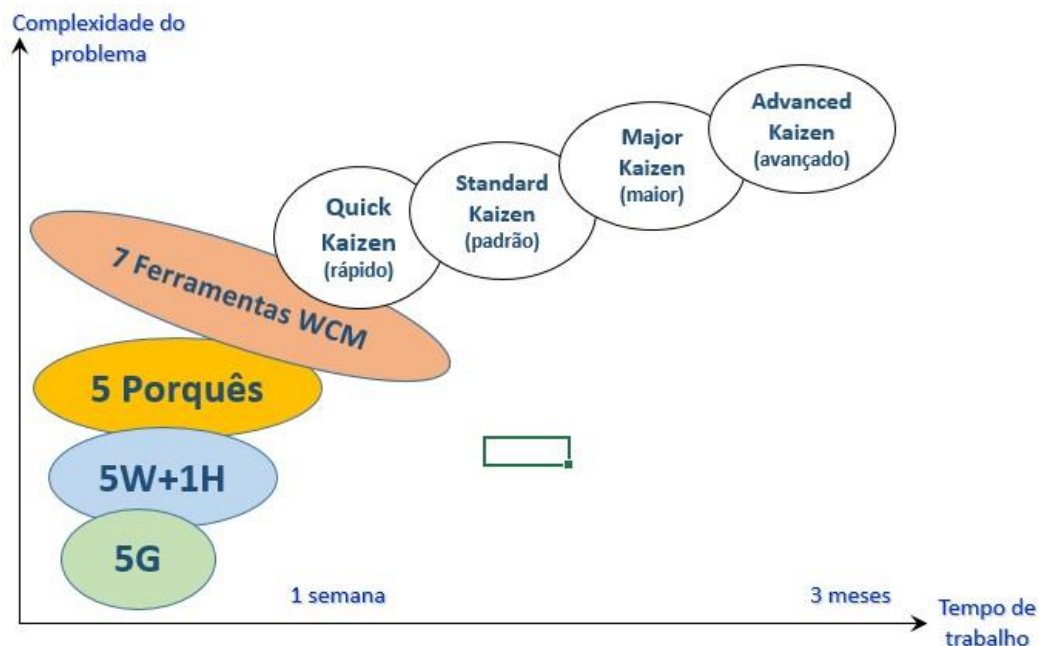


Figura 3 - Hierarquia de resolução de problemas do Pilar FI
Fonte: YAMASHINA (2006).

Os primeiros instrumentos, 5G, 5W+1H e 5 Porquês (5 why) são os mais simples e servem como base ao pilar FI. O primeiro, 5G, se baseia na observação direta (ir ao local, examinar o objeto, checar os fatos, avaliar a teoria e seguir padrões). Já os demais utilizam técnicas lineares de identificação de causas e se utilizam normalmente para intervir sobre perdas esporádicas. As 7 ferramentas do WCM (7 WCM tools), referem-se à estruturação das etapas

de análise de um problema dentro do pilar FI. Sequencialmente, procura-se priorizar os problemas; desdobrá-los de forma sistemática e detalhada; descrevê-lo com diagramas; aplicar o 5W+1H com os princípios do 5G; analisar a causa raiz; descrever o fenômeno e por fim avaliar a causa raiz do erro humano

O “Quick Kaizen” é utilizado quando o problema é claramente definido e tem-se dados sobre o mesmo disponíveis. As implementações são rápidas e normalmente as soluções são fontes de sugestões de funcionários. Há preenchimento de formulários e croquis pelos próprios operadores representando o problema. Serve como instrumento para o envolvimento das pessoas na solução dos problemas.

O “Standard Kaizen” é utilizado quando a solução do problema não é de imediato reconhecida, por isso, foca-se na análise da causa raiz. São considerados mais eficazes do que múltiplos Quick Kaizens, e é uma ferramenta intermediária utilizada geralmente por uma equipe de 3 a 4 pessoas.

Por sua vez, um “Major Kaizen”, é um método mais robusto de melhoria, com times maiores e maior tempo de implementação. Ocorre um maior nível de profundidade na análise de processos, e enfatiza-se não apenas o problema, mas sim todo o sistema envolvido. Deve-se considerar um tempo maior dedicado de pessoal, e é possível realizar trabalhos focados em tempo integral para resolução do problema. Equipes multifuncionais, de diferentes áreas da manufatura, são necessárias – e um líder de projeto deve existir para manter a disciplina do trabalho (YAMASHINA, 2008). Vale comentar que um Major Kaizen avalia causas-raízes múltiplas e interligadas, como por exemplo problemas de desgastes de ferramentas e design (construtivo) de máquina, que podem ocasionar maiores perdas por setup.

O “Advanced Kaizen” é o método que ataca os problemas mais complexos e fornece soluções de melhoria profundas relacionadas inclusive à tecnologia do processo. Um maior nível de detalhamento é necessário comparativamente aos Kaizens comentados anteriormente. Utilizado em perdas crônicas que afetam performance e rendimento, e que geralmente tem múltiplas causas inter-relacionadas. O líder de projeto deve ser experiente e uma equipe técnica com “expertise” deve estar disponível. Experimentos Planejados (DOE’s) e Mapeamentos de Fluxo de Valor, são ferramentas utilizadas, por exemplo, em Advanced Kaizens.

O Pilar de Melhoria Focada, assim como os demais pilares, é operacionalizado em um processo de 7 passos (“steps”), que estruturam e guiam a gestão do pilar e a execução dos projetos. A Figura 4 mostra os 7 passos do pilar e o desdobramento do passo 5, que corresponde à seleção e implementação do Kaizen e das ferramentas que serão utilizadas.



Figura 4 - Os 7 Passos do Pilar FI
Fonte: YAMASHINA (2008).

Os passos 1 e 2, correspondem a definir a área modelo onde o pilar terá atuação e estratificar as perdas respectivas. Devem integrar-se com o Pilar Cost Deployment, alinhados ao desenvolvimento do percurso do WCM. O passo 3 corresponde à seleção do tema. É a fase de planejamento e preparação. Deve-se avaliar os custos de mão de obra, tempo e dinheiro que serão dispendidos para a resolução da perda, e, na sequência definir qual será a metodologia aplicada, que pode ser desde um 5G até um Advanced Kaizen.

O passo 4 do Pilar FI corresponde à definição do time de projeto. A equipe deve ter conhecimento necessário para a resolução do problema, e nesta etapa é fundamental o auxílio do Pilar PD, que auxilia na formação do time e treina a equipe caso seja avaliada a necessidade. O passo 5, por sua vez, define a implantação do projeto. Este passo também se desdobra em outras 7 etapas, quais sejam: entender o fenômeno; estudar o problema; definir metas; avaliar causas raízes; implantar soluções; controlar resultados e por fim avaliar a sustentabilidade das ações de melhoria. Estas etapas são estabelecidas para todos os tipos de Kaizen.

O passo 6 tem como foco verificar a solução implementada através da análise do custo e benefício do projeto. Os benefícios podem ser financeiros, diretamente reduzidos das despesas gerenciáveis da área, ou ainda benefícios financeiros indiretos, como por exemplo aumento de eficiência dos equipamentos, aumento da margem de lucro, deixar de fazer investimentos dada a melhoria, redução de estoques, dentre outros.

Por fim, o passo 7 tem o objetivo de padronizar as soluções implementadas, criando conhecimento e expandindo-a horizontalmente. Segundo Yamashina (2008) para realizar a expansão horizontal é necessário ter padronizado os resultados obtidos sobre a área ou máquina modelo objeto da primeira melhoria. Desta forma, é fundamental garantir o atingimento do resultado pré-fixado levando a zero a perda na qual o projeto foi lançado, aplicando com rigor

o método. Se o resultado ainda não foi alcançado, mesmo obtendo uma melhoria substancial, é essencial se perguntar qual o motivo deste resultado parcial e realizar as correções necessárias até o atingimento completo, antes de se iniciar uma expansão horizontal.

No tópico seguinte deste trabalho, discute-se uma das ferramentas intermediárias do Pilar FI, o SMED, utilizada para redução do tempo de setup em equipamentos.

2.4 SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

Uma das ferramentas mais utilizadas do Pilar FI para redução dos tempos de setup de máquinas é o SMED, ou Single Minute Exchange of Die, também conhecida como TRF ou Troca Rápida de Ferramentas. Consiste em uma ferramenta intermediária do pilar, e sua implementação se dá por meio de um Major Kaizen, dada a necessidade de uma equipe multifuncional, com experiência e treinada, para aplicação da metodologia.

Pinho et al. (2005) comenta que o tempo de setup é considerado como o tempo transcorrido desde a saída da última peça boa do lote anterior até a primeira peça boa do próximo lote, incluindo todas as regulagens necessárias. O tempo de setup é um intervalo improdutivo da máquina, porém necessário - tendo em vista que se produzem diferentes tipos de produtos em um único equipamento, dada a demanda do cliente. A variabilidade de produtos é uma constante na manufatura. Logo, o tempo de setup é considerado como um desperdício pelo pilar CD, e deve ser reduzido.

Shingo (1985) define que SMED é uma abordagem científica para redução do tempo de setup, que pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento. O autor desenvolveu o SMED ao longo de 19 anos, e distingue 3 etapas de concepção da metodologia.

A primeira etapa ocorreu em 1950, na planta da Mazda Toyo Kogyo, na cidade Japonesa de Hiroshima. Foram avaliados e definidos os diferentes tipos de setup existentes na troca de matrizes de uma prensa de estampagem: o Setup Interno e o Setup Externo.

O Setup Interno são as atividades que fazem parte do setup e que não podem ser executadas sem que haja interrupção da produção, tais como a montagem ou remoção das matrizes (ex. moldes e estampos), que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada. O Setup Externo são atividades que podem ser executadas com a máquina em movimento, ou seja, sem que haja interrupção da produção, tais como o transporte de matrizes para a máquina (SHINGO, 2000).

A segunda etapa ocorreu em 1957, em um estaleiro da Mitsubishi, também em Hiroshima. Com a duplicação de algumas ferramentas, gerou-se um aumento de 40% de

produtividade. Já a terceira etapa ocorreu em 1969, na Toyota Motors Company, em que se reduziu o tempo de setup de uma prensa de 1000 toneladas de 4 horas para 90 minutos. Ainda, aplicando o novo conceito de conversão de setup interno para externo, o tempo resultante foi de 3 minutos de máquina parada. Assim sendo, foi criado o conceito de SMED, em que “single minute” significa realizar o setup em tempo de dígito único, ou seja, abaixo de 10 minutos.

Como vantagens do SMED, citam-se: o aumento da flexibilidade da produção, dado que a empresa pode produzir as necessidades do cliente sem as despesas de excesso de estoques; entregas mais rápidas, pois lotes de produção menores significam lead times menores e menor tempo de atendimento; melhor qualidade, pois menores estoques - em caso de defeitos, significam menos peças com defeitos; e maior produtividade, pois tempos menores de setup significam menos tempo parado, o que significa maior produtividade do equipamento.

Conforme Shingo (2000), o SMED tem 3 passos básicos. No estágio preliminar, nas operações tradicionais, setups internos e externos são confundidos. Para avaliar e estratificar cada atividade do setup, é recomendável que se faça a avaliação de método através da filmagem da operação. No estágio 1, efetivamente estuda-se o setup e separa-se o que é considerado setup externo e interno. Considerada a etapa mais importante do SMED, pondera-se que tempos de setup normais podem ser reduzidos de 30% a 50% somente fazendo esta avaliação. Controlar a separação entre setup interno e externo é o passaporte para atingir o SMED (SHINGO, 1985). É comum no estágio 1 a aplicação de checklists e a melhoria no transporte de ferramentas.

No estágio 2, trabalha-se para converter setup interno em externo. Necessita-se fazer um reexame de operações para avaliar se alguma etapa foi erroneamente alocada e fazer esforço para converter estas atividades em setup externo. Exemplos desta etapa podem ser colocados como pré-aquecimentos de matrizes, utilização de guias intermediárias, padronização de funções, dentre outros.

No estágio 3, por fim, Shingo (1985) sugere a melhoria sistemática de cada operação básica do setup interno e externo, racionalizando as etapas e implementando oportunidades adicionais de melhoria. Implementações de operações em paralelo, uso de fixadores rápidos, mecanização e eliminação completa de ajustes são efetivas neste estágio. A Figura 5 resume os estágios do SMED, conforme comentado anteriormente.

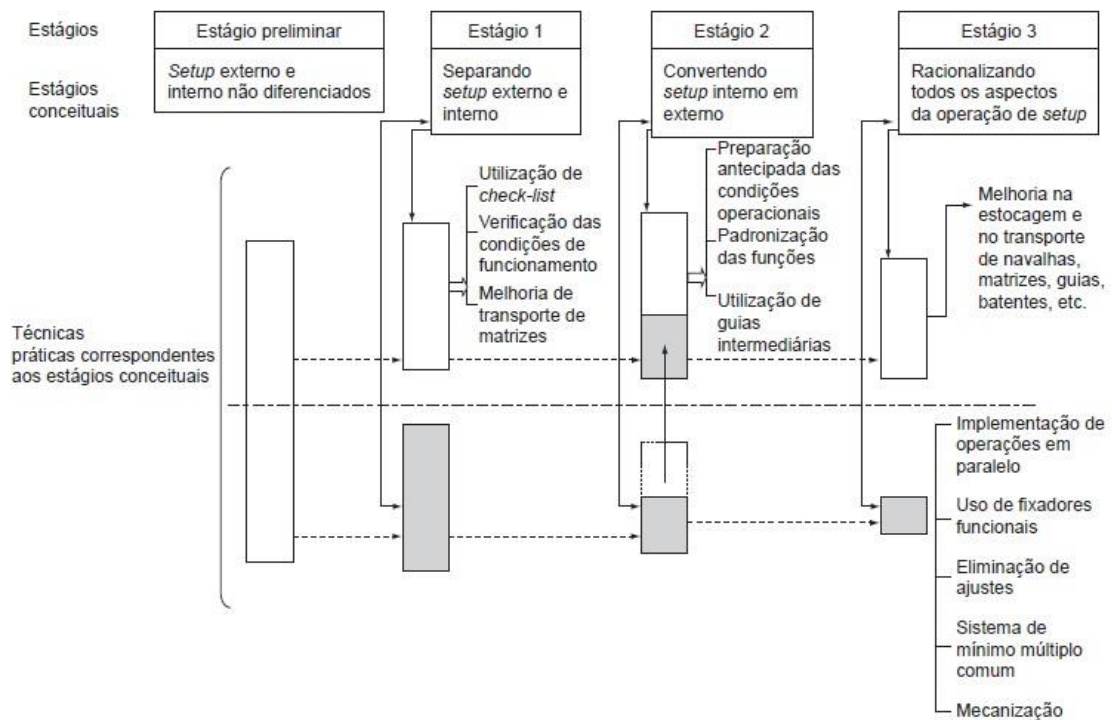


Figura 5 - Os 3 estágios do SMED.
Fonte: SHINGO (2000).

A aplicação do SMED como ferramenta do Pilar Melhoria Focada do WCM é estruturada em 7 etapas, seguindo o padrão do restante dos pilares técnicos do sistema de gestão. Pequenas adaptações foram efetuadas com relação ao método de Shingo (2000), mas a essência é a mesma. A quebra do método em mais etapas facilita a utilização da ferramenta. A figura 6 mostra os 7 passos do SMED, aplicado no WCM.

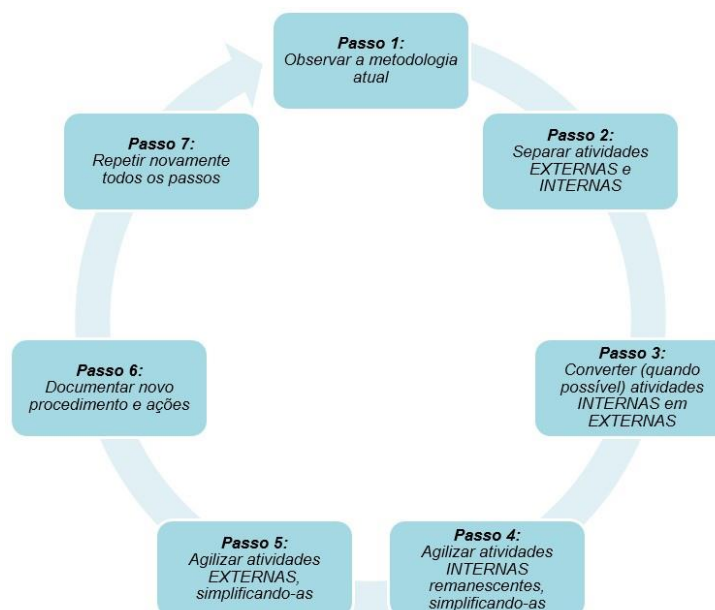


Figura 6 - Os 7 estágios do SMED, na visão do WCM.
Fonte: YAMASHINA (2000).

Seguindo a metodologia do SMED via WCM, no passo 1 observa-se o processo atual de setup, filmando e cronometrando quando necessário. No passo 2, separam-se as atividades externas e internas, ou seja, faz-se um estudo passo a passo do procedimento de preparação do equipamento. O passo 3 é o passo que converte atividades internas em externas, sempre que possível. O passo 4 é o passo da simplificação das atividades internas: o foco desta etapa é a otimização de fixações, sendo, por exemplo, avaliada a utilização de engates rápidos.

No passo 5, simplificam-se agora as atividades externas, em escala similar às atividades internas. O passo 6 efetua toda a documentação do novo procedimento e monta-se o plano de ações com as atividades não concluídas de médio prazo. Por fim, o passo 7 recomenda que se faça tudo novamente: para cada iteração dos passos anteriores, espera-se uma nova redução de 45% do setup. Assim, ao rodar algumas iterações, o SMED pode ser atingido (YAMASHINA, 2000).

Além das vantagens já citadas da aplicação da Troca Rápida de Ferramentas, comenta-se ainda o aumento da segurança no setup, redução da movimentação dos operadores, criação de trabalho padronizado e aumento do 5S (cinco senso – Utilização, Ordenação, Limpeza, Padronização e Autodisciplina) dos postos de trabalho. O Foco do SMED não é reduzir o nº de setups, mas sim deixá-los mais rápidos para que possam ser realizados mais vezes na manufatura. No tópico seguinte apresentam-se os procedimentos metodológicos aplicados para a realização deste trabalho.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Objetivando-se a redução de tempo de máquina parada por setup, realizou-se uma pesquisa em forma de estudo de caso, dada a investigação do fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real.

A abordagem do problema foi quantitativa, tendo em vista que os dados foram mensurados em números, classificados e analisados. A escolha por um estudo de caso se deu em função da necessidade de aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido (MATTAR, 1996), visando estimular a compreensão, sugerir questões e desenvolver a teoria. A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que estes tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e quais os resultados que foram alcançados (YIN, 2001).

Ainda, pode-se considerar esta pesquisa como exploratória, tendo em vista que possui como objetivo principal o desenvolvimento e esclarecimento de conceitos, propiciando estudos posteriores advindos de formulações de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis (GIL, 2007).

O estudo de caso em questão foi realizado em uma empresa multinacional do ramo de soluções elétricas, cuja matriz é localizada no sul do Brasil. A empresa possui mais de 30.000 colaboradores em 25 países - sendo 23.000 no Brasil. Nesta multinacional, usinam-se em média 90.000 (noventa mil) toneladas de peças de ferro fundido por ano. Os trabalhos de melhoria deste estudo foram aplicados no departamento de usinagem de componentes fundidos.

O departamento de usinagem possui 83 centros de trabalho e 280 equipamentos - incluindo centros de usinagem, mandriladoras, furadeiras, rosqueadeiras, tornos verticais e horizontais, dentre outros. Possui cerca de 300 colaboradores, e opera em 3 turnos. A área construída do prédio é de 7.500 m².

3.1 PRIORIZAÇÃO E COLETA DE DADOS

A equipe do Pilar CD (Desdobramento de Custos), ao avaliar o custo de perdas e desperdícios do departamento de usinagem, identificou que um trabalho de Melhoria Focada deveria ser realizado no Centro de Trabalho UFI1044, dados os altos tempos de setup levantados.

Por sua vez, a equipe de Melhoria Focada, ao estratificar os tempos de parada, definiu que a metodologia SMED deveria ser aplicada no local. Os gestores das áreas de Engenharia

Industrial e da Usinagem em questão definiram a equipe de trabalho, composta por dois engenheiros de processo, um cronoanalista, dois analistas técnicos, dois gestores de produção, dois preparadores de área, dois operadores e um facilitador WCM.

Sendo assim, estruturou-se um Major Kaizen, dado o caráter multifuncional da equipe e a natureza do problema a ser atacado. Os passos de 1 a 7 foram realizados no mês de maio de 2016, sendo que na primeira semana do referido mês o trabalho foi focado no formato de semana Kaizen, voltada exclusivamente para atividades de melhoria.

Na semana Kaizen, coube à equipe do Pilar Desenvolvimento de Pessoas a reciclagem de treinamentos à equipe, relacionados à SMED, 5S, Pareto e noções gerais de fluxo e melhoria contínua. O treinamento foi ministrado por um engenheiro analista de processos, que já havia aplicado mais de 15 trabalhos do tipo na empresa. Após treinada, a equipe iniciou a observação do procedimento de preparação da máquina (etapa 1), por meio de filmagens dos passos da preparação.

Em sala de aula, coube a equipe avaliar os métodos e segregar setups externos e internos, assim como elaborar plano de ação para aplicação de melhorias de curto prazo, ou “ver e agir” - e ações de médio prazo, envolvendo alterações de máquina e layout (passos 2 a 5). A etapa 6 consistiu na execução de testes depois de implementadas algumas melhorias, e após validadas, a elaboração de nova documentação padrão.

Em todas as etapas dados foram tabulados, gráficos foram avaliados e houve intensa análise e discussão dos resultados entre os membros do time de trabalho do projeto.

No restante do período, houve nova aplicação dos passos, e reduções de tempos maiores foram alcançadas nos tempos de preparação, conforme sugerido no passo 7 da metodologia SMED no WCM.

3.2 O CENTRO DE TRABALHO E OS PROCEDIMENTOS DE SETUP

O Centro de trabalho UFI1044 é composto por 3 máquinas, dois tornos CNC verticais e uma furadeira múltipla, e opera em forma de linha. Três colaboradores operam as três máquinas (um por máquina) em cada turno. A peça tem seu primeiro lado usinada em um dos tornos, e posteriormente é empurrada com o auxílio de calhas para a furadeira múltipla, onde são feitas as furações para fixação dos componentes. Por fim, é movimentada (empurrada) por calhas até o segundo torno CNC, onde tem sua outra face usinada.

O setup deve ser otimizado na operação gargalo, para redução efetiva do tempo de máquina parada da linha. No entanto para este centro, dado o mix de produto, o gargalo é

variável e por isso se faz necessário reduzir o tempo de preparação dos 3 equipamentos, para os ganhos serem mensurados.

No torno vertical CNC de primeiro lado, o setup constitui-se basicamente de chamar e ajustar o programa de usinagem; trocar e limpar castanhas de fixação; regular equipamentos de medição e trocar ferramentas de corte (se necessário).

Na furadeira múltipla, o setup constitui-se de chamar e ajustar o programa de usinagem; trocar e limpar dispositivos e guias; regular equipamentos de medição e trocar brocas. No torno de segundo lado, os procedimentos básicos consistem em chamar e ajustar o programa de usinagem, trocar e limpar cones e batentes, regular a pressão de fixação da peça e trocar equipamentos de medição.

As filmagens do procedimento de setup foram realizadas nos 3 postos de trabalho paralelamente por 3 analistas, para avaliação da inter-relação entre as máquinas durante o tempo de finalização do lote do produto A até início do lote do produto B. Na próxima seção os dados levantados serão descritos e analisados.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste tópico, apresentam-se os resultados obtidos com o estudo. Em um primeiro momento, avaliam-se os indicadores levantados. Posteriormente, analisa-se a situação inicial do centro de trabalho e os potenciais de melhoria. Por fim, avalia-se a situação após a implementação de algumas soluções pela equipe e se faz o acompanhamento de indicadores.

A partir da Matriz C do Pilar Desdobramento de custos (período base 2015), foi identificado o centro de trabalho (CT) com o maior valor monetário de perdas e desperdícios do departamento de usinagem. O CT UFI1044 foi o primeiro da lista, e foi definido como o Centro Modelo do Departamento, para o pilar de Melhoria Focada. A Figura 7 mostra o comparativo com os demais centros da usinagem.

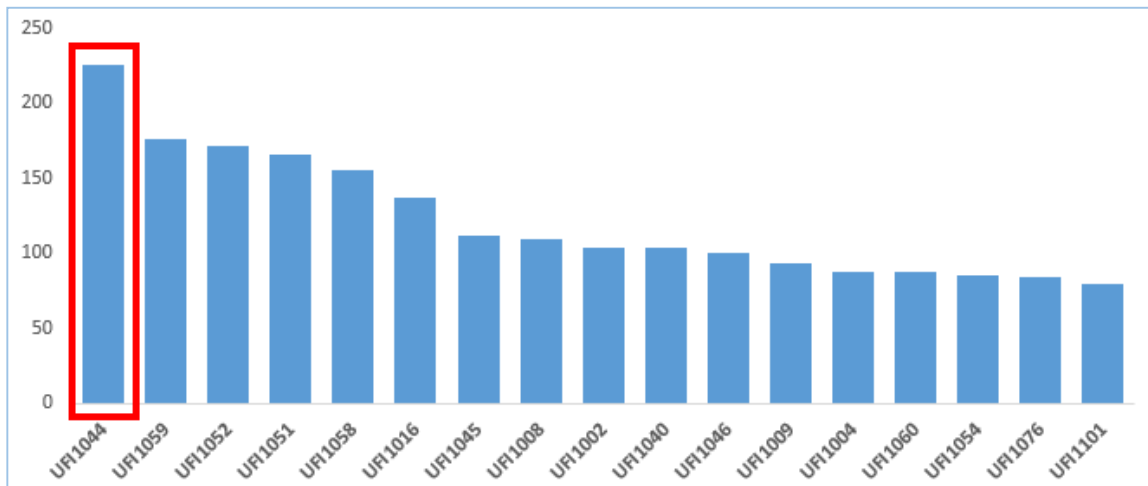


Figura 7 - Comparativo de perdas e desperdícios dos centros de trabalho (R\$ mil).
Fonte: Autoria própria.

Ao estratificarem-se as perdas deste local de trabalho, observou-se que 31% (do custo monetário das perdas) era devido à parada por preparação do equipamento. A Figura 8 apresenta a referida estratificação. Em média, o centro ficava parado 4 horas ao dia para realização de setups. Ao ano, este valor correspondia a 913 horas, ou 24% das horas totais programáveis para produção de componentes.



Figura 8 - Maiores perdas e desperdícios do CT UFI1044.
Fonte: Autoria própria.

Observa-se ainda que o setup era responsável pela redução de 15% do índice de disponibilidade do CT. Os dados foram coletados em tempo real com o auxílio de um gerenciador de paradas, cujos apontamentos, feitos pelos operadores, auxiliam na medição da eficiência global do CT. Os indicadores de eficiência, mostrando as 10 maiores paradas (do total de 59) são mostrados na Figura 9.

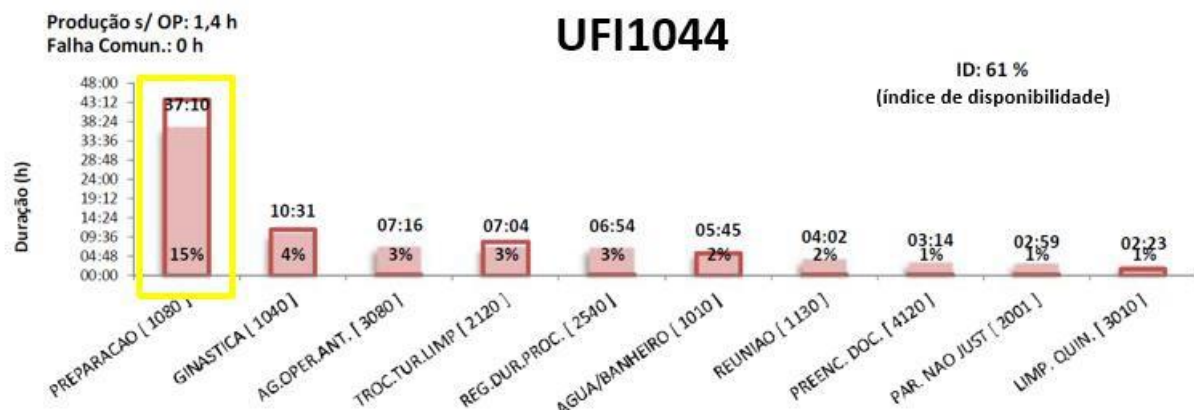


Figura 9 - Indicadores do CT UFI1044.
Fonte: WEG

4.1 SITUAÇÃO INICIAL: AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE TRABALHO

Foram realizadas filmagens dos 3 postos de trabalho do centro. Conforme comentado anteriormente, dado o mix produtivo, o gargalo varia, e por isto se faz necessário otimizar os tempos de preparação como um todo. Seguindo o passo 1 da metodologia, o tempo avaliado no torno de 1º lado foi de 18 min, com 36 atividades. Para a furadeira, verificou-se um tempo de 22 min, para 43 atividades; e para o torno de 2º lado, 36 min, para 80 atividades. Sendo assim, o tempo total de preparação da linha era de 76 min, pois apenas após o setup da primeira

máquina da linha, a segunda máquina iniciava sua preparação, e assim sucessivamente. De acordo com o passo 2 da metodologia, foram avaliados e discutidos com a equipe os setups internos e externos. Avaliou-se que havia mistura destes tipos de setup para os 3 equipamentos (setups externos estavam sendo realizados como internos). A avaliação do método da situação inicial pode ser vista na Figura 10.

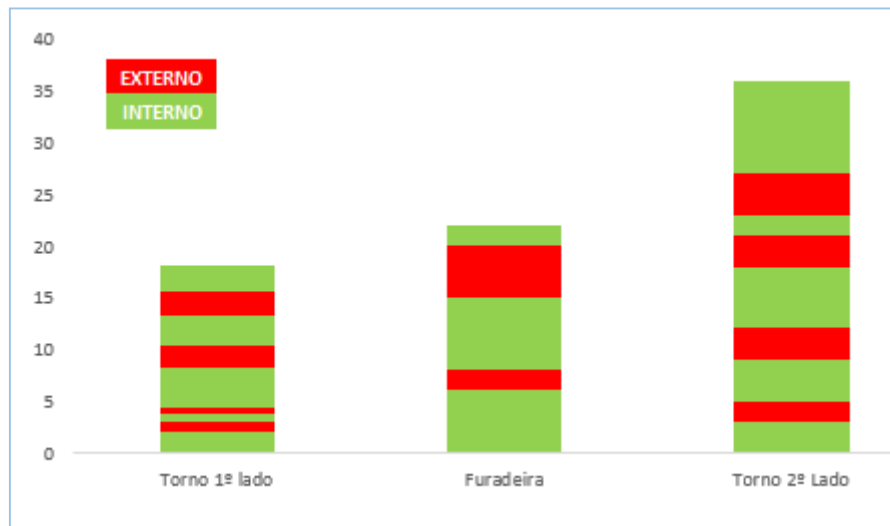


Figura 10 - Setups externos e internos dos 3 postos (min).
Fonte: Autoria própria.

A análise de movimentação também foi realizada, e excessos de movimentação pelos operadores evidenciadas, principalmente no deslocamento para troca de dispositivos de fixação e troca de grades de produto.

Como pontos críticos levantados, que influenciavam no tempo de setup, comenta-se ainda:

- Falta de organização e identificação de ferramentas, dispositivos e equipamentos de medição (sem local fixo / faltantes – ocasionando tempo perdido na procura dos mesmos);
- Falta de 5S nos postos de trabalho, dificultando a realização do setup;
- Excesso de deslocamentos para troca de produto (operador havia de movimentar os materiais com empilhadeira);
- Excesso de regulagens na furadeira (falta de padrões);
- Falta de alguns programas CNC implantados;
- Procedimentos de setup externo efetuados como setup interno (limpeza de cones e castanhas, limpeza de dispositivos da furadeira);
- Falta de informação e comunicação entre postos: Setup só iniciava no posto 2 após o posto 1 finalizar o procedimento;

- Método de trabalho não padronizado em turnos diferentes;
- Excesso de programação de setup, no sistema.

4.2 SEGREGAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO DE SETUPS INTERNOS E EXTERNOS

O passo 3 da metodologia consiste em segregar efetivamente os setups externos dos internos. Para possibilitar tal situação, foi necessária a implantação intensiva de 5S nos 3 postos, com o auxílio da equipe do pilar WO e AM. A Figura 11 mostra o antes e depois do posto de trabalho e a organização dos armários, após as tratativas da equipe do pilar de atividades autônomas. Como tópicos principais de 5S relacionados ao SMED, citam-se:

- Aquisição de armários e organização de gavetas para os dispositivos e equipamentos de medição;
- Identificação de dispositivos e atualização das especificações das ordens de produção;
- Definição dos locais de entrada e saída de grades de componentes.



Figura 11 - Implantação de 5S
Fonte: Autoria própria (2016).

A segregação dos setups nos postos se deu conforme mostrado na Figura 4.6. Ainda, de acordo com o passo 3 da metodologia, setups até então internos foram transferidos para externos. Para o torno de primeiro lado, reduziu-se 4 minutos e 10 segundos apenas com a

organização de ferramental, limpeza e pré-preparação de dispositivos a serem utilizados no próximo lote (castanhas de fixação e equipamentos de medição). No total, 9 das 36 atividades (25%) foram transferidas neste posto.

Para a Furadeira, houve redução de 3 minutos e 12 segundos com a transferência de 15 atividades para setup externo (34% do total de atividades). Padronizaram-se chaves de fixação (catraca e sextavado externo) e criou-se sistemática de pré-preparação de dispositivos. Por fim, para o último posto, o torno de 2º lado, reduziu-se 4 minutos e 23 segundos com a transferência de atividades (17 etapas, 21% do total), relacionadas à organização e identificação de dispositivos (cones, arruelas e chaves) e pré-preparação de material.

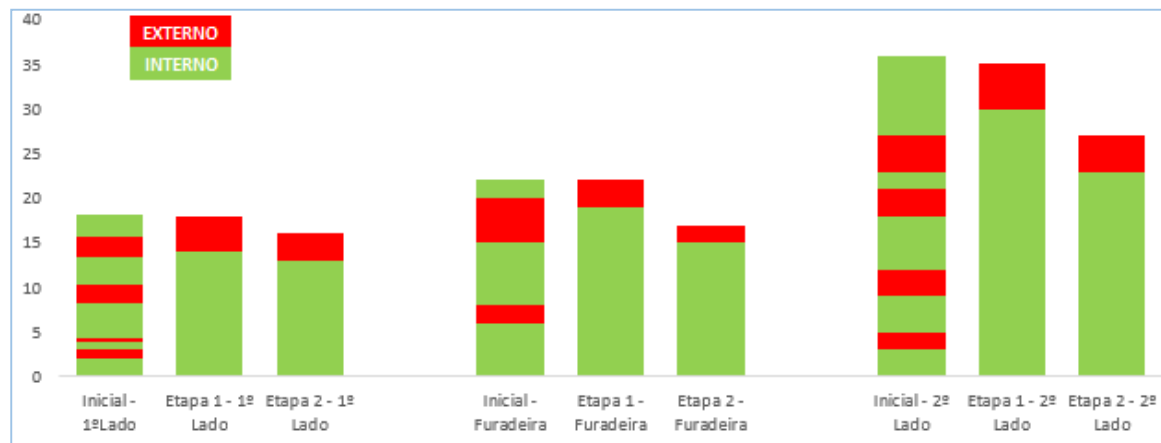


Figura 12 - Resultados nas melhorias dos tempos de Setup no CT UFI1044.
Fonte: Autoria própria.

Com a análise mais aprofundada do método nos 3 postos, avaliou-se ainda que algumas atividades se tornavam desnecessárias (não agregavam valor), e assim 15 atividades nas 3 máquinas foram eliminadas, citando-se principalmente a abertura e fechamento de portas dos equipamentos. Assim, reduziu-se 48 segundos no 1º Torno, 2 minutos e 50 segundos na Furadeira e 4 minutos e 20 segundos no 2º Torno.

De acordo com o passo 4 e 5, ainda, foram simplificadas as atividades internas e externas. A Furadeira recebeu marcações físicas para redução do tempo de regulagem e teve otimizações na programação, evitando deslocamentos de máquina desnecessários. Criou-se área para espera de materiais para os tornos, fazendo com que os operadores não necessitassem se deslocarem para trocar o componente a ser usinado.

Após implantadas as melhorias, foram instituídos 3 Procedimentos Operacionais Padrão para padronizar o método de setup nos equipamentos, conforme passo 6 da metodologia. Cada turno foi treinado pela equipe de facilitadores do departamento, e a redução do tempo parado da linha foi significativa. Indicadores foram implantados no CT, para preenchimento e

acompanhamento dos operadores. Toda a documentação relacionada foi cadastrada no sistema. A Figura 12 mostra o resultado dos 3 ciclos de melhoria. No tópico a seguir discutem-se os resultados gerais do trabalho.

5 DISCUSSÃO

Ao avaliar-se a linha produtiva como um todo, obteve-se uma redução média de 32% no tempo efetivo de preparação de cada máquina com a sistemática de aplicação focada (Figura 13), o que foi confirmado com as filmagens já com novos procedimentos implantados. No entanto, vale ressaltar que um dos problemas ainda não havia sido resolvido. Como fazer a informação de que seria necessária preparar as máquinas chegar simultaneamente aos 3 postos?



Figura 13 - Resultados de SMED nos 3 postos após semana focada.

Fonte: Autoria própria.

Na situação inicial, o setup apenas era iniciado no posto 2 se o posto 1 finalizasse seu setup, e assim sucessivamente, pois a ordem de produção (folha de papel física) que continha a especificação necessária de dispositivos e parâmetros, tinha de ser passada de um equipamento ao outro. Coube à equipe de projeto projetar uma solução em conjunto com o pessoal de Tecnologia da Informação da empresa, e a solução encontrada foi implantar monitores, um em cada equipamento, em que os operadores poderiam controlar em tempo real a necessidade de preparação em seu equipamento, assim como as especificações operacionais, de acordo com a programação estabelecida.

Um plano de ação com ações de médio prazo foi estabelecido, e uma redução maior no tempo de setup das máquinas pôde ser alcançada com a conclusão das atividades, principalmente com a mecanização e automatização de etapas de setup interno.

A Figura 14 ilustra a situação final da aplicação do Pilar Melhoria Focada na linha de usinagem de componentes. A redução no setup da linha foi de 54%, e isto disponibilizou cerca de 2 horas de máquina por dia para produção de peças – aumentando muito a flexibilidade e produtividade da linha.

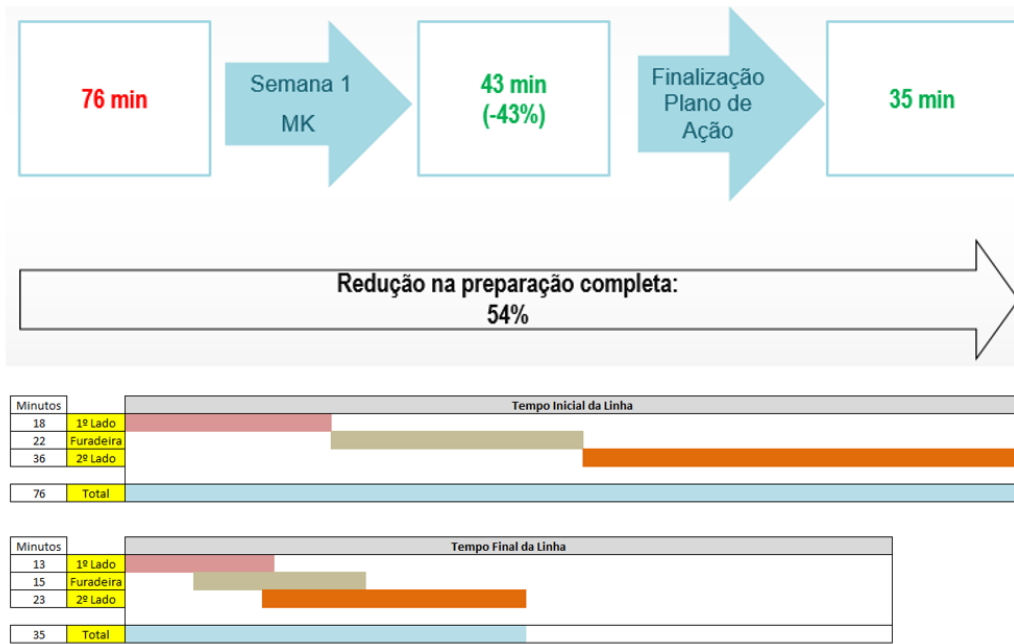


Figura 14 - Resultados do Pilar Melhoria Focada: UFI1044.
 Fonte: Autoria própria.

Com a conclusão dos trabalhos, fez-se a análise de custo benefício do projeto, de acordo com o Passo 6 do Pilar Melhoria Focada (YAMASHINA, 2006). O B/C do projeto (benefício sobre o custo de implementação) foi de 9,66, ou ainda, o retorno sobre o capital investido foi de 0,2 anos. O custo industrial das peças teve redução de 28%, tendo em vista que o setup médio cadastrado no sistema também pôde ser alterado, dadas as melhorias implantadas. A linha passou a produzir 97 peças a mais por dia, com a maior disponibilidade de máquina.

O Centro de trabalho UFI1044 deixou de ser o centro com as maiores perdas na Cost Deployment. O Custo das perdas e desperdícios referentes à preparação caiu 77%. O novo indicador interno de eficiência do Centro é colocado na Figura 15 (com as 10 maiores perdas relacionadas).

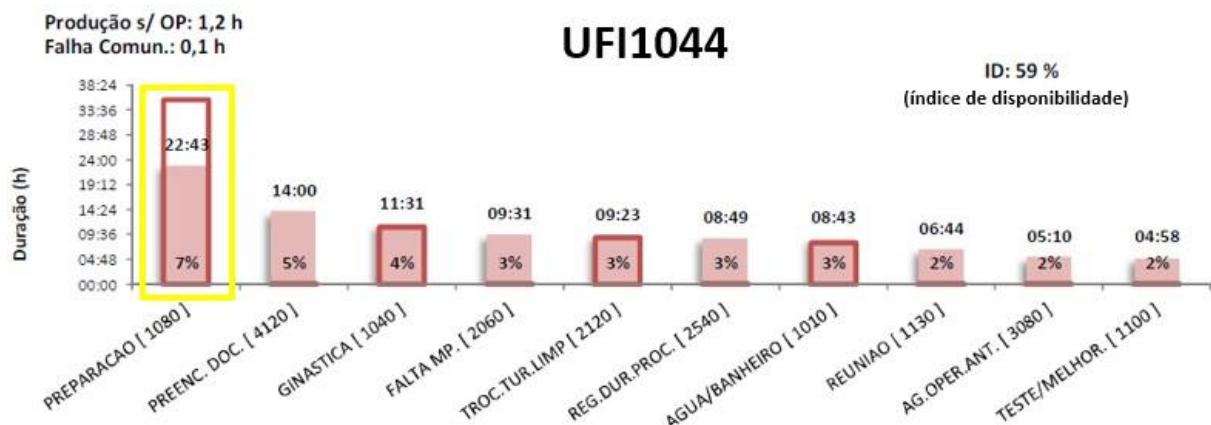


Figura 15 - Indicador de eficiência após melhorias.
 Fonte: WEG

Com este estudo de caso, avalia-se que a aplicação estruturada do SMED, por meio da atuação do Pilar Melhoria Focada do WCM, tem potencial para reduzir consideravelmente o setup de máquinas de Usinagem. Vale ressaltar, no entanto, que, de acordo com a metodologia de Yamashina (2006), outras “voltas” dos 7 passos devem ser aplicadas para reduzir-se ainda mais os tempos de setup (para menos de 10 minutos). O conhecimento do time aumenta muito ao aplicar-se outra iteração dos 7 passos, pois novas soluções são avaliadas e lições são aprendidas.

Para a empresa estudada, no entanto, isto não foi considerado necessário pela gestão, tendo em vista que outros centros de trabalho passaram a ser mais problemáticos que o primeiro, dados os tempos de setup. Assim, definiu-se ser mais viável reduzir desperdícios em outros postos do que permanecer no primeiro. A expansão dos trabalhos teve de ser direcionada de acordo com as necessidades da empresa.

Vale comentar que a aplicação do Pilar Melhoria Focada teve maior assertividade no departamento de usinagem comparativamente a outros trabalhos deste pilar na mesma empresa. Isto ocorreu principalmente dada a ampla atenção do Pilar PD àqueles que efetivamente aplicam os métodos e ferramentas no dia a dia: os operadores de produção. Yamashina (2010), foi feliz ao avaliar que o sistema operativo da organização só pode ser desenvolvido através do envolvimento de todas as pessoas, em todos os níveis.

De maneira geral, a aplicação estruturada de ferramentas do WCM mostrou-se muito mais eficaz do que projetos de melhoria aplicados sem critérios e acompanhamento. A empresa avaliada ainda está iniciando sua estruturação do sistema, e o grande desafio ainda é a ampla mudança cultural na manufatura e na gestão como um todo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avaliou a implantação do Pilar Melhoria Focada do WCM em uma linha de usinagem de componentes. A metodologia SMED foi aplicada para redução dos tempos de setup dos equipamentos, visando a redução de perdas levantadas pelo Pilar Desdobramento de Custos.

O WCM, como sistema de gestão, apresenta muitas ferramentas já utilizadas pelas organizações. A grande inovação e força do World Class Manufacturing está na estruturação dos pilares e o guiamento de seus passos. A gestão empresarial integrada prioriza melhorias em todas as áreas da empresa com o enfoque na redução ordenada de desperdícios, mensurados monetariamente – fato que agrada a alta cúpula das organizações.

A eficácia da sistemática do Pilar Melhoria Focada foi comprovada neste estudo de caso, em que o tempo de setup para cada máquina do CT foi reduzido em média 32%. Ainda, coube aos pilares AM&WO e PD o auxílio na implantação da ferramenta escolhida. O custo das perdas foi reduzido em 77%, após nova avaliação do Desdobramento de Custos. O tempo total de preparação da linha passou de 76 minutos para 35 minutos, e isso aumentou a produtividade do centro, além de deixar o processo mais flexível.

O WCM utiliza a lógica da priorização das perdas, utilização de métodos e ferramentas adequados, rigor e ritmo na aplicação, e foco no resultado. A empresa estudada, no entanto, por vezes carece de pessoal com experiência na aplicação da metodologia, e por isso a expansão do sistema ocorre mais lentamente do que deveria. Deve-se tomar cuidado pois o emprego de conceitos e métodos equivocados pode gerar frustrações nas equipes de projeto e comprometer o sistema de gestão.

Como continuidade deste trabalho, sugere-se a expansão do método em máquinas similares no departamento de usinagem. A grande maioria dos centros não possui método definido de setup, e os ganhos são potencialmente altos pois apresentam-se mais de 28 equipamentos no chão de fábrica. Deve-se, no entanto, continuar com o ciclo no centro selecionado como modelo, para que se obtenha um tempo menor que 10 minutos de preparação por máquina. O WCM como um todo deve ser incorporado na manufatura e ser vivenciado em práticas comuns e rotineiras. A métrica é pensar grande, começar pequeno e expandir (YAMASHINA, 2006).

Por fim, vale comentar que a base para o sucesso da implantação deste sistema de gestão integrado é o envolvimento das pessoas e o desenvolvimento efetivo de suas competências,

desde a administração maior até os operadores de máquina. Este é o caminho para uma Manufatura de Classe Mundial.

REFERÊNCIAS

BRAGA, G. C. A.; DE CASTRO, S. M.; FRANCO, R. R. Implantação do pilar workplace organization do WCM em empresa de serviços gerais. Centro Universitário UNA. Sete lagoas, MG. 2016.

CORTEZ, P. R. L. Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e as ferramentas do WCM: estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico. XXX ENGEPE – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos. 2010.

GHINATO, P. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time. Produção (online), São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-189, dezembro 1995.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. Restoring our competitive edge: competing through manufacturing. New York: Jhon Wiley & Sons, 1984.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento. São Paulo: Atlas, 1996. NAKAJIMA, S. La maintenance productive totale (TPM). Traduzido do japonês por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez. Paris, France: Afnor, 1989.

PADDOCK, B. Top management's: guide to world class manufacturing. Kansas City: Buker, Inc., v. 1st ed., 1993.

PASSARELLA, M. Benchmarking production system. [S.l.]. 2007.

PINHO, A. F.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. Utilização de bloquinhos de montagem LEGO® para o ensino dos conceitos do Sistema Toyota de Produção. XXV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, p. 8. 2005.

RUBRICH, L.; WATSON, M. Implementing world class manufacturing: includes lean enterprise: business manual. Fort Wayne: WCM Associates, 2004.

SCHONBERGER, R. World class manufacturing: the lessons of simplicity applied. Seattle: Free Press, 1986.

SHINGO, S. A revolution in manufacturing: the SMED system. 2ª. ed. Cambridge, MA,: Productivity Press, 1985.

SHINGO, S. Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

YAMASHINA, H. Challenge to world-class manufacturing. *International Journal of Quality & Reliability Management.*, v. 17, n. 2, p. 132–143, 2000.

YAMASHINA, H. Advanced WCM. Kyoto University. Kyoto. 2006. YAMASHINA, H. WCM guide. FIASA. Turim. 2008.

YAMASHINA, H. World class manufacturing: métodos e instrumentos. FIASA. São Paulo. 2009.

YAMASHINA, H. WCM do dia-a-dia da fábrica para o dia-a-dia da sua vida. Material interno de divulgação do WCM de empresa automobilística. São Paulo. 2010.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e método. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.