

World Class Manufacturing (WCM): estudo de caso da implantação do pilar controle da qualidade no processo de cromação de uma empresa do setor automotivo no sul de Minas Gerais

World Class Manufacturing (WCM): a case study of the implementation of the pillar of quality control for a chroming process at an automotive industry company in southern Minas Gerais

Richardson Coimbra Borges

Doutorando em Administração na Universidade Federal de Lavras – UFLA.
Lavras, MG [Brasil]
richardson.borges@oi.com.br

Elton Henrique de Oliveira

Graduado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Lavras
Lavras, MG [Brasil]

Resumo

O World Class Manufacturing (WCM) ou Manufatura de Classe Mundial surge como modelo de gestão bastante eficaz e eficiente. Baseado nos conceitos de zero desperdício, zero quebra, zero defeito, e zero estoque, vem apresentando excelentes resultados para as empresas que o adotam. Com o objetivo de apresentar a implantação e os resultados desse modelo de gestão na aplicação de seu pilar Controle da Qualidade foi realizado um estudo de caso em uma organização do setor automotivo do sul de Minas Gerais. Os resultados apresentados pela empresa com a implantação do sistema confirmaram sua eficiência e efetividade, mas também evidenciaram as dificuldades encontradas.

Palavras-chave: Controle da qualidade. Sistemas de gestão. World Class Manufacturing.

Abstract

World Class Manufacturing (WCM) emerges as a fairly effective and efficient management model. Based on the concepts of zero waste, zero breakdown, zero defects, and zero stock, it has been yielding excellent results for companies that adopt it. In order to present the implementation and results of this management model in applying its pillar of quality control, we carried out a case study at an automobile company in southern Minas Gerais. The results presented by the company with the implementation of the system confirmed its efficiency and effectiveness but also highlighted the difficulties encountered.

Key words: Management systems. Quality control. World Class Manufacturing.

1 Introdução

Imersas em um mercado dinâmico, instável e evolutivo as organizações têm-se deparado com clientes cada vez mais exigentes. Segundo Slack, Chambers, e Johnston (2009), para alguns gerentes de produção, a qualidade é o fator singular mais importante, aquele que afeta o desempenho de uma organização em relação a seus concorrentes.

Todo processo produtivo, mesmo quando devidamente projetado e com suas atividades planejadas e controladas, e não importando o quão bem gerenciadas estejam, sempre poderá ser melhorado, sendo este princípio um dos pilares da norma de gestão da qualidade NBR ISO 9001, identificado como Kaizen ou melhoria contínua (NBR ISO 9001:2008). Esse desenvolvimento, de acordo com Shingo (1996), se dá por meio da engenharia de valor que aperfeiçoa e agrega valor ao produto e, também, mediante a engenharia de produção ou da tecnologia de fabricação que visa a melhorias no processo.

Para Ohno (1997), não existe um método pronto e a curtíssimo prazo que garanta a sobrevivência no atual estágio de desenvolvimento do mercado, mas sim a necessidade de um sistema de gestão que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de melhor realçar a criatividade e a operosidade de forma a se maximizar a utilização dos insumos disponíveis e eliminar todo o desperdício.

Desta forma, o sistema de gestão World Class Manufacturing (WCM), ou Manufatura de Classe Mundial, surge como uma metodologia eficaz na eliminação de perdas e eficiente na maximização da produtividade da empresa e da qualidade dos produtos. Este método vem ganhando cada vez mais aceitação dentro das organizações, pois sua implantação e uso adequados promovem excelência em produtos e processos, eliminando perdas

por meio da mitigação de desperdícios (FLYNN; SCHROEDER; FLYNN, 1999).

O WCM visa a desenvolver o sistema operativo da organização por meio do envolvimento de todas as pessoas em todos os níveis, devendo haver rigor na aplicação das ferramentas e instrumentos que o compõem, difundindo e padronizando os resultados alcançados.

Para o Dr. Hajime Yamashina, professor emérito da Kyoto University e um dos principais difusores do WCM no Brasil e no mundo: “O sistema é muito simples, precisamos identificar qual é o problema, a sua perda, o método a ser adotado e depois controlar os resultados [...]” (YAMASHINA, 2010).

Yamashina (2000) define o WCM como o nível de excelência de todo o ciclo logístico-produtivo, tratando das metodologias aplicadas e do desempenho alcançado pelas melhores organizações mundiais. De acordo com o autor, o WCM se baseia nos conceitos de:

- Total Productive Maintenance (TPM).
- Total Quality Control (TQC).
- Total Industrial Engineering (TIE).
- Just In Time (JIT).

Conforme Ohno (1997), grande parte das perdas ocorridas no processo produtivo está, geralmente, concentrada no próprio processo produtivo, devido ao fato de haver movimentações desnecessárias, acarretadas por logística inadequada; gargalos produtivos, que geram esperas improdutivas, entre outros. Os problemas com qualidade ocorrem durante o processo produtivo de montagem por questões relacionadas ao treinamento da mão de obra, método inadequado de trabalho, erro na parametrização de máquinas, ou qualidade de matéria-prima.

Não obstante os benefícios que o WCM pode trazer às organizações, faz-se mister destacar os

problemas e dificuldades de sua implantação. Tais dificuldades estão relacionadas ao planejamento estratégico da mudança que deve ocorrer sob a forma de Kairio, ou seja, mudança por ruptura, levando em consideração aspectos como preparação, adequação, e dimensionamento.

Os níveis tático e operacional devem apresentar adequada compreensão da filosofia WCM, e, desta forma, colaborar para o sucesso da implantação. É preciso considerar o gerenciamento da cultura organizacional (valores, princípios e crenças), de modo que o processo de Kairio ocorra de maneira significativa, gerando impacto positivo.

Dentre as dificuldades na implantação do WCM, destaca-se, também, a resistência à mudança devido à cultura organizacional, desconfiança dos colaboradores da eficiência da metodologia e falta de comprometimento dos gestores.

Diante do exposto, neste trabalho, tem-se como objetivo principal o estudo e análise dos resultados da implantação do pilar Controle da Qualidade, do Sistema de Gestão WCM, por meio de um estudo de caso em uma indústria do setor automotivo do sul de Minas Gerais, destacando as dificuldades e benefícios do processo de implantação.

Assim, ao se atingir o objetivo proposto, espera-se contribuir para a difusão da metodologia WCM, que vem sendo disseminada nas empresas e apresentando excelentes resultados, porém, ainda pouco conhecida no meio acadêmico.

2 Revisão de literatura

No início da década de 1980, a busca por *benchmarks* de boas práticas em sistemas produtivos era realizada por meio de estudos de caso de empresas de sucesso. Naquela época, exemplos de empresas de Manufatura de Classe Mundial eram difíceis de serem encontradas. Muitas equipes de

executivos iam ao Japão para testemunhar o ganho de produtividade e a melhoria de qualidade alcançados pelos japoneses (PADDOCK, 1993).

Baseado nas melhores práticas japonesas, quais sejam o Toyota Production System (TPS), a Manufatura de Classe Mundial (WCM) vem sendo adotada por diversas organizações para gestão dos negócios.

Em 1986, Schonberger utilizou o 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. (CORTES, 2010, p.153).

O objetivo de todas as atividades de melhoria deve ser a obtenção de padrões de classe mundial. Isto significa que uma empresa pode competir no cenário global com aquelas que apresentam o mais alto padrão de desempenho manufatureiro. Um modo de obter tal padrão é utilizar o sistema de gestão WCM, que, como mencionado, o autor Yamashina (2010) refere ser muito simples bastando: identificar o problema, a perda que o problema redunde, o método para a mitigação e, depois, implementar ferramentas de controle por meio dos resultados.

2.1 Métodos de análise abordados pelo WCM

Para maximizar o desempenho do sistema de produção, respeitando os programas logísticos e os objetivos da qualidade, no sistema de gestão World Class Manufacturing, desenvolveram-se algumas técnicas e otimizaram-se outras. Estas ferramentas proporcionam às empresas a melhoria de seus processos produtivos

e a promoção da qualidade de seus produtos. O controle da redução dos custos de produção, a flexibilidade em atender as necessidades do consumidor e do mercado, o envolvimento e a motivação das pessoas que atuam nos processos industriais também fazem parte do sistema (YAMASHINA, 2010).

Por meio dos seguintes dez pilares técnicos, o WCM identifica as áreas de maior perda dentro das organizações de maneira a atuar na eliminação de qualquer tipo de desperdício:

- Segurança – cujo principal objetivo é melhorar constantemente o ambiente de trabalho e eliminar os atos e condições inseguras que podem causar acidentes. Para isso, a metodologia contribui para prevenir acidentes por meio da observação, análise detalhada e eliminação de todas as causas que geram ou podem gerar acidentes dentro da empresa (YAMASHINA, 2010).
- Desdobramento de Custos – denota ênfase nas perdas de maneira mais profunda. Seu direcionador de atividades é a redução de desperdícios e perdas por meio do atendimento das expectativas e necessidades dos clientes (CHIARINI; VAGNONI, 2015).
- Melhoria Focada – tem como objetivo a redução dos custos operacionais mediante a eliminação das perdas com mão de obra e parque fabril; satisfazendo a demanda solicitada pelo cliente por meio da melhoria da eficiência e flexibilidade (BAMBER; SHARP; HIDES, 2000).
- Manutenção Autônoma e Organização do Posto de Trabalho – trata-se da realização de atividades autônomas dentro da fábrica. Este pilar foca nas atividades que os próprios operadores podem realizar colaborando com a manutenção e conservação das máquinas, além da melhoria dos processos de produção e trabalho (MURINO et al., 2012).
- Manutenção Planejada – refere-se às rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou nas condições do equipamento visando à melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade, além da redução dos custos de manutenção (BIASOTTO, 2006).
- Logística – tem como objetivo satisfazer de forma completa o cliente final, assegurando que os produtos sejam entregues com qualidade e no momento exato, ou seja, aplicando o conceito Just in Time (JIT). Este sistema assegura que o consumidor esteja recebendo o produto correto, na hora certa e na quantidade apropriada (YAMASHINA, 2000).
- Gestão Preventiva de Equipamento – segundo Yamashina (2010), trata-se do desenvolvimento de uma estreita colaboração entre os departamentos de tecnologia, engenharia do produto, entre os fornecedores de equipamentos, e aqueles que trabalham na produção – particularmente, os mecânicos e operadores.
- Desenvolvimento de Pessoas – objetiva desenvolver o conhecimento (pensar) e as habilidades (fazer) a fim de reduzir as perdas no processo; fornecendo os recursos prévios e as ferramentas de apoio aos projetos; desenvolvendo o potencial do capital intelectual por meio de sua carreira de trabalho (BIASOTTO, 2006).
- Meio Ambiente – pretende racionalizar o uso dos recursos naturais e materiais disponíveis para a organização, assegurando o atendimento às legislações ambientais pertinentes, reduzir os riscos de impacto ambiental para obter classe mundial de zero emissão (BIASOTTO, 2006; FARIA, VIEIRA, PERETTI, 2012).

- Controle da Qualidade – este pilar será tratado em tópico separado em razão de ser objeto deste estudo.

2.2 O pilar Controle da Qualidade

Este pilar é formado por um conjunto de atividades cujo objetivo é proporcionar as condições necessárias para o impedimento da produção de peças não conformes, ou defeituosas, que não atendam as especificações do cliente. O objetivo é a mitigação do refugo e retrabalho tendo como meta o zero defeito.

O foco deste pilar esta na identificação, redução e eliminação das perdas, que são definidas tendo por objeto qualquer recurso empregado, seja humano, material, financeiro ou outro meio que esteja atrelado a um custo ou despesa que não agregue valor ao produto.

Yamashina (2010) estabelece sete passos para alcançar os objetivos do pilar Controle da Qualidade, destes, os quatro primeiros serão abordados, por serem objetos deste trabalho:

O primeiro passo diz respeito à identificação das condições atuais do processo. Nesse momento, é importante esclarecer as relações entre as características de qualidade, os equipamentos e os métodos operativos.

O segundo refere-se à restauração das corretas condições de trabalho diante de causas conhecidas. Nessa ocasião, realiza-se uma pesquisa sobre as condições 4M (material, método, máquina, e mão de obra), e das tabelas das contramedidas para mitigar os defeitos.

No terceiro, realiza-se a análise de fatores de perdas crônicas, além de uma análise de fator das causas desconhecidas. A ferramenta utilizada é o Processing Point Analysis (PPA).

O quarto e último passo, aqui abordado, refere-se à redução e eliminação de todas as causas de perdas crônicas. Neste, há preocupação na res-

tauração dos equipamentos baseada no PPA e no Controle dos Resultados do PPA.

3 Metodologia de pesquisa

Na escolha da forma de pesquisa, considerou-se a natureza do problema e os objetivos estabelecidos. Assim, a estratégica utilizada foi o estudo de caso, que, segundo Yin (2005), é uma investigação empírica, um método que abrange o todo: planejamento, técnicas de coleta de dados e análise destes.

Entre as diversas técnicas e instrumentos que podem ser utilizados, optou-se pela análise documental, que, para Godoy (1995), busca identificar informações factuais nos documento a partir de questões de interesse. Os dados coletados na análise documental possibilitaram a validação das informações.

Neste trabalho, aplicou-se a metodologia WCM em uma indústria do segmento automotivo, situada no sul de Minas Gerais. Com uma área total de 105 mil m² e uma área construída de 29 mil m². Contando com aproximadamente dois mil funcionários.

3.1 Produto e processo estudados

O produto-alvo do estudo é uma barra de aço que é submetida a um processo denominado cromação.

A cromação ou cromagem é um processo de aplicação de cromo sobre um material, geralmente metálico, por meio de eletrodeposição (processo eletrolítico de revestimento de superfícies com metais) a fim de torná-lo mais resistente à corrosão ou apenas por motivos estéticos (FARIA, 2012).

A parte inicial do processo de cromação por imersão consiste na preparação da peça por meio de banhos químicos controlados (lavagens, desengraxes e ativação) capazes de remover impurezas,

metais de base desgastados ou simplesmente para preparo da peça (FARIA, 2012).

O problema da qualidade identificado nesse processo, o fenômeno alvo de mitigação ou eliminação, ocorre pela formação e concentração de cristais de cromo, geralmente em forma de “árvores”, também conhecido por arborização, na região exposta para cromação, ocorrendo em todas as dimensões e composições químicas do aço, sendo o fenômeno observado em todos os turnos de produção.

3.2 Ferramentas do Controle de Qualidade

Para análise dos resultados deste trabalho, as ferramentas do Controle de Qualidade desenvolvidas são: (1) a matriz Quality Assurance (QA), ou Garantia da Qualidade, que conforme com Yamashina (2010) é utilizada para os estudos das condições atuais do controle da qualidade. Segundo o autor, ela é uma técnica para se garantir que as ações tomadas sejam realmente na área e ou para operação mais relevante. (2) Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) é um instrumento de confiabilidade que requer a identificação de modos de falha de um produto específico ou sistema, a sua frequência e as causas potenciais. Ele é normalmente aplicado por uma equipe de trabalho interfuncional, com o *know-how* necessário para analisar o ciclo de vida do produto (FRANCESCHINI; GALETTO, 2001). (3) o 4M, também conhecido como Diagrama de Ishikawa (também encontrado na versão 6M), classifica as causas de determinado fenômeno de acordo com as categorias mão de obra, material, máquina, método (MALDONADO; GRAZIANI, 2007). (4) De Souza et al. (2014) definem o 5W1H como um documento organizado que identifica as características de um plano de ação para resolução de problemas, denotando as ações e responsabilidades de quem irá executar, por meio de um ques-

tionamento simples capaz de orientar as diversas ações que serão implementadas. (5) a ferramenta 5S, conforme Pires et al. (2007), recebe este nome pelo fato de que sua origem está ligada às iniciais das palavras japonesas *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, e *shitsuke*, termos estes ligados a manter bons hábitos de saúde, trabalhar com mais segurança, cumprir meta de limpeza da organização, combater veementemente o desperdício, ter espírito de equipe, entre outras. (6) a ferramenta Process Point Analysis (PPA) é um instrumento que prioriza os problemas com base nos fatores frequência, custo e gravidade. Foi aperfeiçoada pela metodologia WCM. Seu principal objetivo é alcançar “zero defeito” por meio da eliminação das perdas (SZEWIECZEK; HELIZANOWICZ, 2008).

3.3 Coleta de dados

Os dados apresentados bem como os métodos utilizados durante a aplicação da metodologia WCM foram coletados por meio de registros e manuais internos da empresa objeto do estudo, gerados ao longo de seu desenvolvimento.

As informações são referentes a uma amostra de 52.523 barras de aço, equivalente a uma semana de produção da empresa. Na coleta de dados, adotaram-se as etapas constantes do Quadro 1.

4 Resultados e discussões

Os resultados da pesquisa serão apresentados conforme as etapas previstas na coleta de dados, ou seja, em cinco etapas.

4.1 Etapa 1 – Análise da matriz QA

Por meio da análise da matriz QA, foi possível identificar entre todos os processos e operações de cromação da fábrica aquele que estava sendo o mais dispendioso em termos do defeito arborização.

Etapa	Referência	Atividade realizada
1	Identificação das condições atuais.	Elaboração da Matriz QA.
2	Restauração das condições normais.	Levantamento dos parâmetros de liberação do processo.
		Restauração dos parâmetros do processo.
3	Análise dos fatores de perdas crônicas.	Definição do fenômeno.
		Diagrama de Ishikawa.
		Priorização dos fatores de perda.
		Elaboração de planos de ação.
4	Redução ou eliminação de todas as possíveis causas de perdas crônicas.	Execução das ações previstas no plano de ação.
5	Evolução e resultados das atividades.	Elaboração de indicadores para acompanhamento dos resultados das ações.

Quadro 1: Etapas da coleta de dados

Fonte: Dados da pesquisa.

Para construção da matriz foram levantados todos os indicadores de qualidade relacionados a reclamações de clientes, refugo, e retrabalho. Após o levantamento das falhas foi atribuído um peso para cada uma das características (frequência, custo de material e custo de mão de obra).

Para determinação da gravidade do problema, foram atribuídos pesos de acordo com o ponto de detecção da falha. Quanto maior a distância entre o ponto de geração e o ponto de detecção da falha maior o peso a ser atribuído.

Com base nos resultados obtidos, foi definida qual a área modelo a ser trabalhada e seu respectivo time de trabalho, levando-se em consideração os altos índices de frequência de falha, custo de material e mão de obra, além da possibilidade de ocorrência de falha durante todo o processo e no

cliente final. A área definida foi o setor Cromação I da usinagem de hastes.

Após definição do processo a ser trabalhado, foi realizada uma classificação por meio da matriz QA.

A Cromação I apresentou o maior indicador de prioridade quando se pondera os requisitos de material, mão de obra, máquina e método. O valor foi o de 795,0, e, então, será o processo-alvo da análise. O time de processo contou com profissionais de diversas áreas e setores da empresa, perfazendo, assim, uma equipe multifuncional.

4.2 Etapa 2 – Restauração dos parâmetros de processo

Definidos área e time de projeto, o próximo passo foi reestabelecer as condições originais do processo. Nesta etapa, realizou-se análise de toda a documentação, das especificações de processo, da manutenção, da calibração dos equipamentos de medição, do treinamento de colaboradores, da limpeza e das rotinas de trabalho.

Todas as características citadas foram relacionadas no Quadro 2, que possibilitou a análise de cada item individualmente com o intuito de estabelecerem-se padrões e ações corretivas.

O Quadro 2 evidencia um total de 159 itens de verificação, de forma que 55 se encontravam fora dos padrões estipulados. Foi construído um plano de ação com a finalidade de reestabelecer os 55 itens não conformes para padrões aceitáveis.

Em paralelo a atividade de levantamento e reestabelecimento das condições originais do processo, foi utilizada a ferramenta 5S com o intuito de expor os pontos críticos e promover um ambiente mais limpo e organizado. A aplicação deste instrumento resultou em um descarte de 1.700 kg de material, entre eles: plástico, lixo comum contaminado, cobre, ferro e madeira. A Figura 1 (a e b) mostra a situação antes e depois da aplicação do 5S na sala da Cromação I.

Item	4m's / Parâmetros	Total de Padrões	Situação Inicial 25/09/2009		Situação Final 20/11/2009	
			OK	KO	OK	KO
Máquina						
A	Manutenção	83	69	14	83	0
B	Calibração	28	10	18	28	0
C	Folha de Processo	13	10	3	13	0
Mão de Obra						
D	Pessoal	2	0	2	2	0
Método						
E	Plano de Controle	28	13	15	28	0
F	Limpeza e organização	3	0	3	3	0
G	Rotina de Trabalho	1	1	0	1	0
Material						
H	Especificação do Aço	1	1	0	1	0
Total		159	104	55	159	0
		100%	65,4%	34,6%	100,0%	0,0%

Quadro 2: Relação de itens de controle levantados

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3 Etapa 3 – Análise dos fatores de perdas crônicas

Durante o terceiro passo da metodologia, visando a identificar quais os fatores geradores das perdas crônicas, a primeira ferramenta utilizada foi o 5W1H com o intuito de descrever o fenômeno. Posteriormente, foi realizada uma análise 4M, cujos resultados são apresentados na Figura 2, para determinar os principais fatores para ocorrência do modo de falha.

Os resultados da análise 4M apontaram que os principais fatores de influência para a ocorrên-

cia da falha estavam relacionados, sobretudo, com máquina. A partir destes resultados, as possíveis causas identificadas pela análise foram elencadas em uma matriz de priorização, conforme Quadro 3, classificando-se em ordem decrescente de prioridade de ação de acordo com o grau de gravidade e ocorrência.

A utilização da matriz de priorização serviu para determinar a ordem em que as causas seriam priorizadas.

A classificação quanto à gravidade e ocorrência foi estabelecida com base nos requisitos da Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (ou Failure Modes, Effects Analysis – FMEA) e *know how* dos integrantes do time de projeto.

4.4 Etapa 4 – Execução das ações previstas no plano de ação

Nesta etapa, todas as ações previstas no plano de ação foram implantadas. A seguir, apresentam-se algumas das melhorias realizadas durante o quarto passo da metodologia.



Antes



Depois

Figura 1: (a) Sala da Cromação I antes do 5S; (b) Sala de Cromação I depois 5S Fonte: Dados da pesquisa.

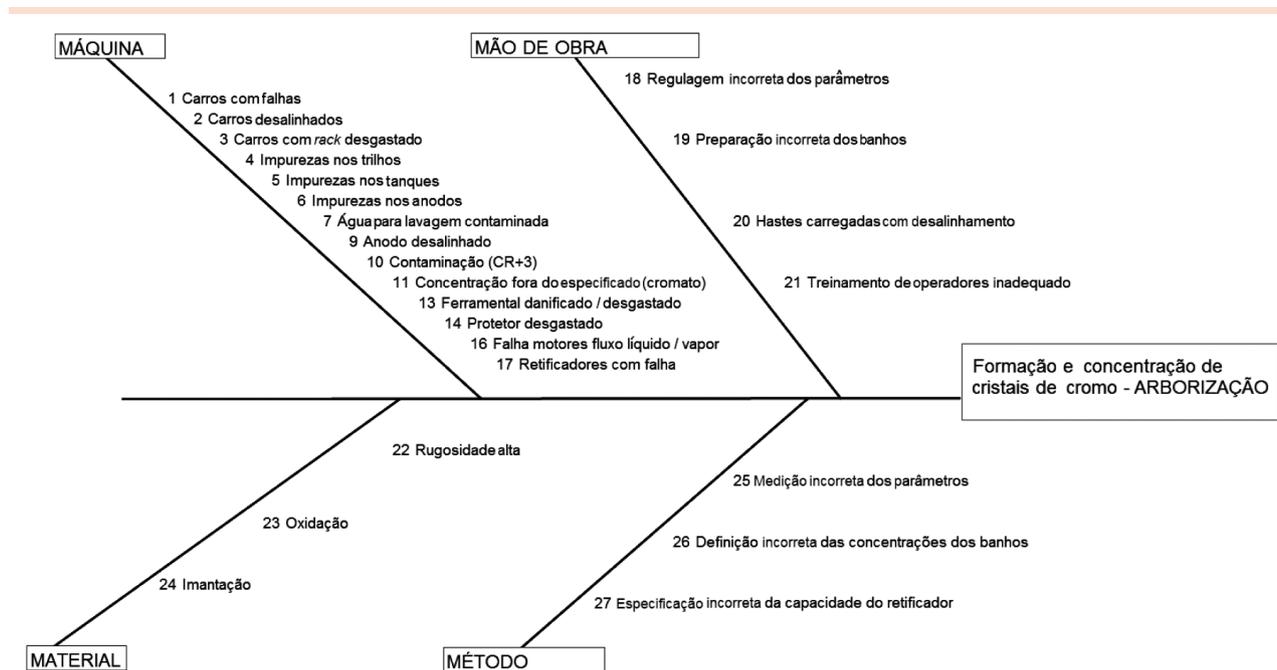


Figura 2: Resultado da aplicação da ferramenta 4M

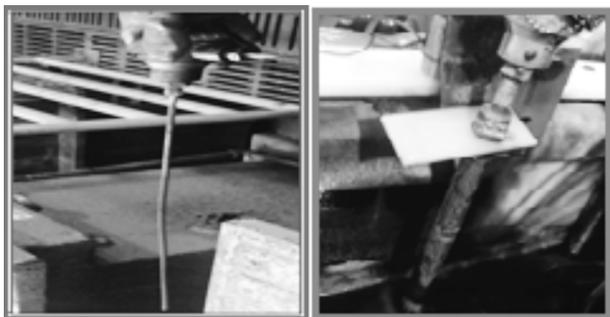
Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA DE PRIORIZAÇÃO					
	4M's	Causas possíveis	Gravidade	Ocorrência	RPN
1º	Máquina	Contaminação por cromo trivalente	9	9	81
2º	Máquina	Parâmetros dos banhos fora do especificado (Concentração)	9	9	81
3º	Mão de obra	Regulagem incorreta de parâmetros	9	7	63
4º	Método	Medição incorreta dos parâmetros	9	7	63
5º	Máquina	Impurezas nos tanques	7	7	49
6º	Máquina	Carros desalinados	5	9	45
7º	Método	Especificação incorreta da capacidade de retificadores	5	7	35
8º	Máquina	Retificadores com falhas	5	7	35
9º	Máquina	Água de lavagem contaminada	9	3	27
10º	Máquina	Impurezas nos trilhos	3	9	27
11º	Máquina	Carro com rack desgastado	3	7	21
12º	Máquina	Ferramenta danificada / desgastada	3	7	21
13º	Máquina	Anodo desalinado	3	5	15
14º	Máquina	Impurezas nos anodos	3	5	15
15º	Mão de obra	Hastes carregadas com desalinhamento	3	5	15
16º	Mão de obra	Preparação incorreta dos banhos	9	1	9
17º	Material	Imantação	9	1	9
18º	Método	Definição incorreta da concentração de banho	9	1	9
19º	Máquina	Protetor desgastado	3	3	9
20º	Mão de obra	Treinamento do operador inadequado	7	1	7
21º	Material	Oxidação	7	1	7
22º	Material	Rugosidade alta	1	3	3
23º	Máquina	Carros com falhas	1	3	3
24º	Máquina	Falhas nos motores de fluxo líquido / vapor	1	3	3

Quadro 3: Priorização de causas do item Máquina do 4M.

Fonte: Dados da pesquisa.

- Falha: arborização.
 - Causa: redução da temperatura do banho devido à leitura incorreta pela termorresistência, causada por contato direto do banho, sobre o equipamento.
 - Ação: instalação de um alojamento tubular, evitando o contato direto com o banho, conforme Figura 3 (a e b).



(a) Antes

(b) Depois

Figura 3: (a) Sistema de leitura dos banhos antes da melhoria; (b) Melhoria do sistema de leitura de temperatura dos banhos com alojamento tubular

Fonte: Dados da pesquisa.

- Falha: arborização.
 - Causa: contaminação dos banhos decorrente de contaminantes orgânicos, oriundos da lavagem insuficiente das hastes.
 - Ação: redefinição do padrão de pressão das bombas de lavagem, conforme Figura 4.



Figura 4: Bomba de lavagem padrão

Fonte: Dados da pesquisa.

- Falha: arborização.
 - Causa: posicionamento inadequado das hastes em razão de falha na geometria do *rack*.
 - Ação: projetar *rack* com geometria adequada ao posicionamento das hastes, conforme Figura 5 (a e b).



(a) Antes

(b) Depois

Figura 5: (a) Racks antes dos ajustes da geometria; (b) Racks depois dos ajustes da geometria

Fonte: Dados da pesquisa.

Após dois meses do início da aplicação do WCM – pilar Controle da Qualidade, e todas as ações concluídas, a quantidade de peças refugadas pelo defeito de arborização foi zero.

5 Conclusões

Objetivou-se, neste trabalho, a análise dos resultados da implantação do pilar Controle da Qualidade, do sistema de gestão WCM, por meio de um estudo de caso em uma indústria do setor automotivo do sul de Minas Gerais, destacando as dificuldades e benefícios do processo de implantação. De acordo com os dados obtidos na empresa analisada, houve eficiência e eficácia na eliminação de perdas por arborização.

Dentre os principais achados na utilização dos quatro primeiros passos do pilar Controle de Qualidade por meio do WCM, podem-se destacar: definição de qual seria a área modelo a

ser trabalhada e seu respectivo time de trabalho; especificação dos parâmetros de 55 itens que se encontravam fora dos padrões estabelecidos; descarte de 1.700 kg de materiais inúteis ao processo, entre eles: plástico, lixo comum contaminado, cobre, ferro e madeira; redução de aproximadamente 50% na quantidade de ocorrências de falhas por arborização, sendo um dos principais fatores contribuintes para esta melhoria a troca dos banhos químicos; redefinição do padrão de pressão das bombas de lavagem; projeção de *racks* com geometria adequada ao posicionamento das hastes; redução da quantidade de peças refugadas pelo defeito de arborização a zero em dois anos.

Os esforços da alta administração para corrigir conceitos incorretos sobre o sistema WCM, agindo estrategicamente de maneira *top down*, foi determinante para o sucesso alcançado, pois o uso incorreto de ferramentas gera frustrações e perda da expectativa positiva de resultados que tais programas podem gerar. O emprego de conceitos incorretos cria referenciais equivocados para ações e decisões.

Portanto, conclui-se que o sucesso do WCM está na união das melhores práticas e ferramentas de gestão existentes, entre outras, as do Sistema Toyota de Produção. Sua forma de aplicação aliado ao rígido sistema de auditorias, fez com que a empresa tivesse que desenvolver o WCM como um todo concentrando-se em cada fonte de perda, o que acarretou em ações de melhoria contínua em toda a fábrica.

Referências

BAMBER, C. J.; SHARP, J. M.; HIDES, M. T. Developing management systems towards integrated manufacturing: a case study perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, v. 11, n. 7, p. 454-461, 2000.

BIASOTTO, E. *Aplicação do BSC na gestão da TPM – Estudo de caso em indústria de processo*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CHIARINI, A.; VAGNONI, E. World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension. *International Journal of Production Research*, v. 53, n. 2, p. 590-606. 2015.

CORTES, 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. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, 30., São Paulo. *Anais...* São Paulo: ENGEP, 2010.

DE SOUZA, R. P. et al. Avaliação e monitoramento de processos de produção utilizando recurso da gestão à vista em uma grande indústria do setor têxtil no estado do Rio Grande Do Norte. *RAI: Revista de Administração e Inovação*, v. 11, n. 1, p. 162-180, 2014.

FARIA, A. C.; VIEIRA, V. S.; PERETTI, L. C. Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresa de autopeças. *Revista Gestão Industrial*, v. 8, n. 2, 2012.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; FLYNN, E. J. World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of Operations Management*, v. 17, n. 3, p. 249-269, 1999.

FRANCESCHINI, F.; GALETTO, M. A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA. *International Journal of Production Research*, v. 39, n. 13, p. 2991-3002, 2001.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa. *Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

MALDONADO, R., GRAZIANI, L. Herramientas estadísticas de la calidad para la diagnosis: estudio de un caso en la industria de productos cárnicos. *Interciencia*, v. 32, n. 10, p. 707-711, 2007.

MURINO, T. et al. A world class manufacturing implementation model. *Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering*, ISBN, 978-1-61804-064-0, 2012.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artmed, 1997.

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

PIRES, L. D. S. et al. Percepção dos funcionários da área administrativa da usina Alta Mogiana S/A –açúcar e álcool sobre programa '5s'. *Revista Nucleus*, v. 4, n. 1, 2007.



SHINGO, S. *O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SZEWIECZEK, D.; ROSZAK, M. T.; HELIZANOWICZ, D. Methodology of the quality management in the productive process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, v. 30, n. 1, p. 87-94, 2008.

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

YAMASHINA, H. *WCM do dia-a-dia da fábrica para o dia-a-dia da sua vida*. Material interno de divulgação do WCM da empresa em estudo, 2010.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Recebido em 8 jan. 2015 / aprovado em 29 fev. 2015

Para referenciar este texto

BORGES, R. C.; OLIVEIRA, E. H. World Class Manufacturing (WCM): estudo de caso da implantação do pilar controle da qualidade no processo de cromação de uma empresa do setor automotivo no sul de Minas Gerais. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-96, 2016.