



I NOVAÇÃO EM PROCESSOS E GESTÃO DA QUALIDADE: ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DE WCM NA CASE NEW HOLLAND

Recebido: 18/11/2014

Aprovado: 13/12/2014

¹Patrícia Alves Parreiras
²Eloísa Helena Rodrigues Guimarães
³Jorge Tadeu Ramos Neves
⁴Ester Eliane Jeunon

Resumo

A empresa objeto de estudo deste trabalho é uma montadora de equipamentos pesados, que tem em seu catálogo de produtos a escavadeira hidráulica. A empresa enfrenta diversos problemas relacionados à mão de obra na linha de montagem desse equipamento. Defeitos ocasionados por falta de treinamento, ausência de atenção dos funcionários, esquecimento e falta de motivação são alguns dos fatores que impactam nos custos, tempo de produção e qualidade do produto. Este trabalho tem como objetivo descrever a implantação, de forma inovadora, da ferramenta da qualidade *Quality Gate*, a fim de identificar, controlar e reduzir o índice das falhas encontradas na linha de montagem da escavadeira hidráulica. Para tanto, foram aplicados os conceitos e técnicas do *World Class Manufacturing* (WCM) em conjunto com um fluxo de tratativa para os respectivos defeitos. Os resultados da pesquisa apontam que o *Quality Gate* é uma ferramenta de simples implantação e promissora no que tange aos resultados almejados por grande parte das empresas. Devido a tal simplicidade de gestão, o *Quality Gate* pode ser considerado um método eficiente para controle de processos e pode ser amplamente aplicado em diferentes setores de indústrias de grande a pequeno porte.

Palavras-chave: Inovação; Gestão da Produção; Gestão da Qualidade; WCM; *Quality Gate*.

¹ Mestre pela Fundação Pedro Leopoldo, Brasil
Professora pela Fundação Pedro Leopoldo – FPL, Brasil
E-mail: guiasdosol@gmail.com

² Doutora pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil
Professora pela Fundação Pedro Leopoldo – FPL, Brasil
E-mail: eloisarodrigues@gmail.com

³ Doutor pela École Centrale de Paris
Professor pela Fundação Pedro Leopoldo – FPL, Brasil
E-mail: jtrneves@gmail.com

⁴ Doutor pela Universidade de Brasília, UNB, Brasil.
Professora pela Fundação Pedro Leopoldo – FPL, Brasil
E-mail: eejeunon@gmail.com

Abstract

The company object of this work is a maker of heavy equipment, which has in its product catalog hydraulic excavator. The company faces many problems related to labor on the assembly of this equipment line. Defects caused by lack of training , lack of attention from the staff , forgetfulness and lack of motivation are some of the factors that impact the cost , production time and product quality. This paper aims to describe the implementation of innovative, quality tool Quality Gate in order to identify, control and reduce the rate of faults found in the assembly line of the hydraulic excavator. To this end, the concepts and techniques of World Class Manufacturing (WCM) in conjunction with a flow of dealings for their defects. The results of this research indicated were applied to the Quality Gate is a simple tool implementation and promising with respect to results desired by most companies. Because of this simplicity of management, Quality Gate can be considered an efficient method for process control and can be widely applied in different sectors of industry from large to small.

Keywords: Innovation; Production Management; Quality Management; WCM; Quality Gate

1 Introdução

A sobrevivência às exigências do mercado aberto é o grande desafio das indústrias. Produzir cada vez mais, com menos recursos e com qualidade superior à dos concorrentes passa a ser mandatório. O desafio gerencial nas empresas é criar condições internas que garantam a sobrevivência das organizações em longo prazo, com o foco no controle da qualidade total (Campos, 1999).

Para enfrentar esse desafio, as empresas multinacionais iniciaram um processo de redesenho de seus processos produtivos após a Segunda Guerra Mundial, tendo como base a *world class manufacturing* (WCM), metodologia apresentada por Hayes e Wheelwright (1984), inspirada no modelo de produção da Toyota. Essa metodologia desenvolveu processos produtivos calcados pelo princípio da manufatura enxuta. No entanto, pode-se dizer que a organização do trabalho nas empresas japonesas baseia-se no modelo taylorista e fordista, devido ao estudo minucioso dos japoneses em relação às micro-operações do processo de fabricação; porém as indústrias modificam esse modelo com base em seu uso e na integração de sua mão de obra (Fleury & Fleury, 1997).

Os indicadores industriais demonstram que as maiores perdas produtivas dos produtos manufaturados em geral estão concentradas no processo produtivo, sejam elas por movimentações desnecessárias em busca de matéria-prima ou por horas de espera geradas pelos gargalos produtivos ao longo do processo fabril. Já os defeitos de qualidade do produto ocorrem durante o processo de montagem, seja por problemas de mão de obra, método de trabalho, erros de máquinas e, ou, a própria matéria-prima (Ohno, 1997).

Em relação à qualidade do produto, o processo de fabricação se torna o alvo de mudanças e controle que passam a ser cada vez mais direcionados aos postos de trabalho, à execução das atividades e até mesmo ao colaborador que executa uma determinada tarefa. Esse tipo de controle vem deixando de lado o controle final do produto, ou a inspeção final do produto acabado, para focar nas operações que geram defeitos no produto durante o processo.

A tecnologia é vista como uma aliada desse processo de competitividade das empresas, pois pode contribuir para a redução de erros, para agilizar os processos e operações necessárias à construção de um produto e, em consequência, elevar a competitividade e lucratividade das empresas.

Diante da necessidade de avançar e de se manter no mercado, as empresas dependem, cada vez mais, da sua capacidade de inovação. Assim, as perdas geradas por retrabalhos e *scrap* (perda definitiva do produto) são os principais alvos das empresas para garantir a captação e manutenção de clientes, e a redução dos custos internos de produção. Essa capacidade de inovar, no que se refere a controle de processos do ponto de vista da qualidade, é um dilema dentro das empresas. Diversas são as metodologias e ferramentas propostas para a redução do custo da não qualidade. No entanto, a grande questão hoje é: como e quanto inovar no processo de fabricação, do ponto de vista do controle de qualidade, utilizando a metodologia do WCM?

Com base nesse cenário, o objetivo deste relato é descrever a implantação de um novo processo de controle de qualidade ao longo do processo produtivo, tendo como prioridade a redução nos tempos de reparos e nos custos de garantia do produto final. Este trabalho se propõe a estudar o WCM na qualidade, como uma nova metodologia de trabalho que vem ganhando espaço e que se refere aos controles de qualidade no processo produtivo.

Assim, este relato está organizado da seguinte forma: Introdução; apresentação do Referencial Teórico da pesquisa; descrição da Metodologia aplicada para a resolução do problema; apresentação e análise dos principais resultados, seguidas das contribuições do trabalho para empresa.

2 Referencial Teórico

A inovação do processo de controle de qualidade é uma oportunidade de crescimento de maneira rápida, não perdendo o foco no cliente e reduzindo os custos internos da organização. Um dos grandes desafios hoje, dentro das organizações, é criar a cultura de inovar, buscando ideias novas de seus colaboradores, fornecedores e clientes (Labarre & Taylor, 2006).

Os métodos de fabricação evoluem a cada dia, de acordo com a tecnologia que está sendo aplicada a esse processo. Da mesma forma, os métodos de realização de execução das transformações de matéria-prima em produto também já foram foco de estudo e inovação ao longo do tempo, devido a programas de qualidade dentro do seu próprio fornecedor, que também tem interesse na redução dos defeitos no seu produto.

A gestão da inovação dentro de organização, para Terra (2012), está diretamente ligada à transformação organizacional, o que está em conformidade com a quebra de paradigmas. Para Terra (2012), essa gestão da inovação se torna necessária dentro do que ele classifica como as dez dimensões, ou seja, as dez etapas de implantação da gestão da inovação, que são: estratégia e objetivos da inovação; escolher um modelo organizacional e governança para a inovação; avaliar os recursos financeiros; preocupar-se com as pessoas; gerir o conhecimento e a infraestrutura tecnológica; incentivar geração de ideias e *insights*; estabelecer processos e estruturas para a implantação; mensurar o desempenho e implantar recompensas; implantar a cultura organizacional; incentivar a colaboração interna e externa.

Porém, um dos fatores que prevalecem ainda como um foco gerador de defeitos é o fator humano dentro das organizações. Segundo Yamashina (2007), o erro relacionado à mão de obra é um fator crítico e comprometedor para uma boa qualidade do produto. Diante desse dado, a qualidade passa a ter um foco diferenciando quanto às estratégias de ensino e aprendizado do colaborador.

O desafio da qualidade é inovar no que diz respeito ao controle dos erros humanos (Yamashina, 2007). Segundo ele, as empresas que conseguirem desenvolver um processo inovador para controlar e até mesmo reduzir a zero os defeitos relacionados à mão de obra estarão um passo à frente de seus concorrentes no mercado competidor.

Inovar nesse sentido é preciso, pois todos os controles que surgiram em torno do controle de qualidade até os dias atuais estão com o foco em processo, máquina e matéria-prima. Agora, a inovação dos controles de fatores humanos será primordial na competitividade de mercado, pois o diferencial nessa nova ordem mundial, conhecida como WCM, é a qualidade do produto e o seu desempenho junto ao cliente.

2.2 Metodologia *World Class Manufacturing* (WCM) - manufatura de classe mundial

O conceito de WCM foi desenvolvido por Hayes e Wheewright em 1984 (Schonberger, 1986). Eles se basearam nas boas práticas realizadas pelas empresas de origem japonesa, alemã e americana que eram destaque em suas atividades de atuação.

No entanto, o sistema de gestão metodológico foi criado em meados de 2007 para as empresas automobilísticas, pelo Dr. Hajime Yamashina, professor da Universidade Kyoto e membro do RSA (Royal Swedish Academy of Engineering Sciences).

A metodologia de WCM, de acordo com o Yamashina (2007), traz alguns indicadores que apontam que apenas 5% das atividades realizadas ao longo do processo produtivo agregam valor ao

produto. As demais atividades podem ser divididas em 35% que não agregam valor ao produto, mas são necessárias para que o produto possa ser manufaturado, e 60% que podem ser eliminadas, desde que se tomem ações eficazes e inovadoras para isso.

Essas atividades estão ligadas a todos os processos da fábrica, desde a movimentação de materiais e disposição de armazenamento até os erros humanos durante todo o processo de fabricação e, ou, movimentação.

Para eliminar essas perdas, a metodologia foi composta em 11 pilares de sustentação, que interagem entre si, conforme mostra a Figura 1

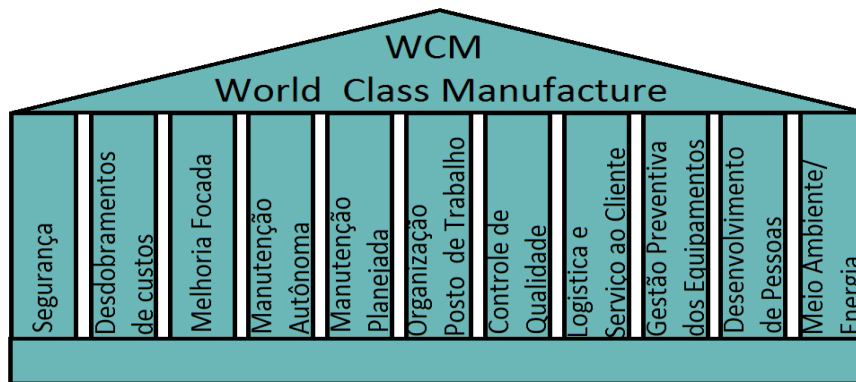


Figura 1 - Pilares do WCM

Fonte: adaptado de Yamashina, 2007.

Como observado na Figura 1, os 11 pilares sustentam a manufatura de classe mundial. Na visão de Yamashina (2007), cada pilar contribui, de forma ímpar, para o sucesso da empresa.

O pilar qualidade, especificamente, busca integrar os processos e mão de obra, no sentido de criar uma cultura de melhoria contínua com foco na eliminação do defeito. Para Schonberger (1986), a qualidade precisa inovar durante os controles do processo produtivo no que se refere a erros humanos, que são as principais causas das perdas atuais referente a defeitos de qualidade do produto. Esse é um trabalho em conjunto com o pilar “desenvolvimento de pessoas”, no sentido de aumentar a competência das pessoas que atuam diretamente no processo produtivo, com o foco em soluções de problemas.

Outro ponto importante é que esse pilar, além de buscar a melhoria da satisfação do cliente, traz a voz do cliente para a produção, traduzindo suas necessidades na operação fabril, uma vez que a qualidade de um determinado produto é atingida durante o processo. Para Yamashina (2007), os controles por meio dos resultados não garantem um resultado eficaz para a empresa, pois as perdas são inúmeras durante o processo.

Para alcançar seus objetivos, o pilar de qualidade, dentro do WCM, tem algumas ferramentas que auxiliam na resolução de problemas, conhecidas como os sete passos do pilar que foi proposto por Yamashina (2007).

De acordo com a metodologia WCM, o primeiro passo é conhecer as condições atuais do posto de trabalho e execução das atividades. Após verificadas as condições atuais, o segundo passo é realizar as restaurações das condições básicas, que foram propostas pelo projeto e/ou processo de fabricação. Voltar a essa condição já elimina boa parte dos defeitos apresentados, o que possibilita uma melhor compreensão dos defeitos considerados crônicos, levando ao terceiro passo: a necessidade de uma análise mais profunda dos fatores que afetam essas perdas. No quarto passo, aplicam-se as ferramentas da qualidade segundo Brassard (1998): diagrama de Ishikawa; 5W2H;

Cinco porquês. Essas ferramentas buscam reduzir e, ou, eliminar todas as possíveis causas das perdas crônicas. No quinto passo, a proposta é estabelecer condições para que o defeito não volte a acontecer novamente. Uma vez realizada essa proposta, evolui-se para o sexto passo, que busca manter as condições do processo adequadas. Por fim, o passo sete é a busca da melhoria contínua.

Com base nas necessidades de redução de defeitos ocasionados pela mão de obra, surge uma inovação nos métodos de controle da qualidade. Conhecido como *quality gate*, ou “portão da qualidade”, esse método procura agir diretamente com os erros humanos. De acordo com Yamashina (2007), esse novo sistema é uma integração das três fases; reconhecimento, julgamento e ação.

Os *quality gate* são instalados ao longo da linha, com o objetivo de realizar inspeções entre uma fase de montagem e outra, de acordo os defeitos relacionados à mão de obra encontrados ao longo do processo. Essa inspeção se torna relevante, pois o seu conceito é não passar nenhum defeito de ordem humana para o próximo posto de trabalho. O conceito do *gate* é que todo o defeito encontrado deverá ser reparado pelo próprio operador que cometeu a falha, inclusive para as unidades subsequentes, até chegar ao posto onde é realizada a operação. A inovação desse processo está no modo como é realizada a reparação do defeito causado pelos operadores.

Nesta seção, diversos conceitos foram apresentados em relação ao WCM, ferramentas da qualidade, *quality gate*, com diferentes opiniões de autores que discutem os temas. Adquirir conhecimento sobre o WCM, portanto, proporcionou uma melhor definição da metodologia a ser aplicada nesta pesquisa, que será descrita na próxima seção.

3 Metodologia

A observação dos processos ocorreu na linha de montagem da escavadeira hidráulica, que é apontada pela empresa como a linha onde há maior incidência de defeitos relacionados à mão de obra. Foram utilizados, como fonte amostral, os defeitos gerados ao longo da linha referente à mão de obra, durante o período de três anos, entre 2010 e 2012. Cerca de 2 000 defeitos foram analisados. A coleta de dados desta pesquisa se deu no banco de dados da própria empresa.

Inicialmente, foi feita a identificação de defeitos gerados na linha de montagem e que têm como causa-raiz a mão de obra. Após a identificação, o próximo passo foi mapear a linha em zonas críticas geradoras de defeitos, de forma que a inspeção de cada *gate* não ultrapassasse o *takt time* de produção. De acordo com Iwayama (1997), *takt time* está diretamente relacionado com o ritmo de produção para atender às necessidades de realização e transformação do produto. Após esse levantamento, é necessário padronizar o *quality gate* para que o gerenciamento seja mais fácil e visual durante a linha de montagem.

As etapas do processo de implantação do *gate*, segundo Yamashina (2007), iniciam-se com o envolvimento do time e principalmente informando os operadores sobre o novo conceito de inspeção que será implantado na linha. Já na segunda fase de implantação, deverá ser criado o procedimento para monitoramento e execução do *gate*. É necessário também indicar quem serão os *gatekeepers* para cada *gate*, ou seja, os inspetores responsáveis pela verificação do produto em relação aos erros humanos. A terceira e última fase se refere ao processo de execução das inspeções na linha, registros das não conformidades encontradas e acompanhamento dos indicadores do processo.

Um pouco divergente de Cooper (1993), Yamashina (2007) propõe as fases de implantação do *quality gate* de forma mais orientada, dividindo a implantação em apenas duas fases: a de planejamento e a de execução e monitoramento.

Yamashina (2007) enfatiza a importância do planejamento desse processo, pois dele depende o sucesso da ferramenta. Nessa fase, é realizado o mapeamento dos defeitos a serem monitorados no *quality gate*. É nessa etapa que o envolvimento das pessoas e a motivação para essa nova ferramenta se fazem necessários. Na fase de execução, todo o planejamento é colocado em prática pelo *gatekeepers*, que, em uma folha de verificação, fazem as inspeções dos defeitos predeterminados, de acordo com os históricos de rejeições. A terceira etapa, conhecida como monitoramento, tem como objetivo mostrar visualmente, ao longo da linha, a situação do *quality gate*

5 Resultado obtidos e análise

A unidade de análise desta pesquisa foi uma empresa fabricante de máquinas de movimentação de terra. A empresa alvo do estudo é uma das principais fabricantes mundiais de equipamentos para construção, CNH (Case New Holland). Presente em mais de 170 países, a empresa conta hoje com cerca de 30 mil funcionários distribuídos em todo o mundo. As unidades produtivas estão localizadas na Ásia, Europa, América do Norte e América do Sul. Tem um faturamento anual na ordem de 35 bilhões de dólares. Especificamente, este trabalho citou a planta localizada na cidade de Contagem, Estado de Minas Gerais, Brasil, a qual conta hoje com cerca de 1 200 colaboradores.

A CNH Contagem é uma das mais modernas do grupo e produz 37 modelos de máquinas, entre retroescavadeiras, pás carregadeiras, tratores de esteiras, escavadeiras hidráulicas e motoniveladoras das marcas New Holland e Case. A fábrica iniciou suas atividades em 1969, em Belo Horizonte-MG, com o nome Tratores Fiat do Brasil. Em 1974, nasceu a Fiat Allis, da união entre a Fiat italiana e a divisão de máquinas rodoviárias da Allis Chalmers, dos Estados Unidos. Devido aos seus equipamentos de alta tecnologia, a Fiat Allis se tornou líder de mercado e montou uma sólida estrutura no País.

O problema de pesquisa surgiu a partir da vivência direta da pesquisadora na sua atividade profissional, com as perdas durante o processo produtivo das máquinas escavadeiras hidráulicas. Ao avaliar os defeitos apontados no final do processo produtivo e buscando suas raízes, concluiu-se que a mão de obra é a causa principal dos problemas ao longo da produção. Tendo em vista que o assunto WCM é uma metodologia nova e que, dentro dessa metodologia, existe um pilar que trata de erros humanos juntamente com a qualidade do produto, veio a necessidade do estudo mais aprofundado da metodologia e, com inovações e implantação de algumas ferramentas da metodologia de WCM, a busca da redução dos defeitos.

5.1 Intervenção

A Linha de montagem da escavadeira hidráulica é composta por 12 postos de trabalho. Em cada um deles, a máquina é submetida a operações específicas necessárias para a sua montagem.

Esse processo inicia-se no posto 1, com a chegada do chassi superior. Logo após o chassi chegar à linha de montagem, é acoplado a ele o motor, que é preparado no posto 2, juntamente com a bomba injetora. Após essa operação, o chassi é deslocado até o posto 3, onde recebe a cabine do operador e alguns complementos que são preparados no posto 4. No posto 5, há a entrada do chassi inferior, que é preparado para receber os materiais rodantes, seguindo, assim, para o posto 6, que realiza o acoplamento das esteiras. Nos postos 7 e 8, são realizados os acoplamentos entre os chassis inferior e superior. Essa é uma operação crítica dentro do processo, pois envolve grandes aplicações de torques. Logo após o acoplamento, já nas estações 9 e 10 de trabalho, são colocados

os tanques hidráulicos/combustível e também o braço monobloco. Finalmente, nos postos 11 e 12, é acoplado o braço de penetração, caçamba e abastecimento de fluidos.

Após todo esse processo, observa-se que a máquina sai de linha com um grande número de defeitos, muito destes ocasionados pela mão de obra operária ao longo da linha de montagem.

O primeiro desafio da pesquisa, portanto, foi identificar os postos de trabalho que geravam mais defeitos ao longo da linha de montagem da escavadeira hidráulica, por problemas relacionados à mão de obra. Para isso, foi realizada uma análise dos defeitos lançados no banco de dados, denominado Alstar, durante o período de quatro anos, entre 2010 e 2013, buscando identificar somente os defeitos relacionados a erro humano. Foi analisada uma base de dados com cerca de 9 mil defeitos gerados ao longo desse período. Nessa fase, foram levantadas 3 562 ocorrências de defeitos nos produtos, por problemas relacionados à mão de obra.

O próximo passo foi identificar a distribuição dos defeitos detectados ao longo da linha de montagem, buscando os postos de trabalho que mais geram defeitos e cuja causa esteja relacionada com a mão de obra responsável pela montagem da escavadeira hidráulica.

Com base nessa identificação, foi possível realizar um mapeamento dos principais trechos com problemas dentro da linha de montagem, para que a nova metodologia do *quality gate* fosse implantada. A base da localização é a região de maior concentração de defeitos, respeitando o tempo disponível de inspeção de cada posto do *quality gate*. Portanto, dois *quality gates* foram instalados ao longo da linha de montagem: um no Posto 4 e outro no Posto 12.

O próximo passo foi identificar quais defeitos eram mais recorrentes nos trechos propostos de controle. Após o levantamento dos principais defeitos por posto da linha de montagem, para melhor análise dos dados, foi necessário criar uma tabela com os índices de ocorrência. Isso porque, trabalhando nesses principais defeitos, a questão era saber o quanto, em percentual, estar-se-ia tomando ações efetivas dentro da gama de defeitos encontrados.

Foi observado, portanto, que 21 defeitos que se repetiam com mais frequência significavam 86% dos defeitos da linha de montagem da escavadeira hidráulica por problemas de mão de obra. Solucionar 86% das ocorrências de defeitos por erros humanos é um valor expressivo dentro da CNH em estudo, cuja meta é solucionar cerca de 65% dos defeitos encontrados ao longo do ano.

Com base nos dados acima, inicia-se o controle do *quality gate*, que consiste na verificação, por meio de um *checklist* que o inspetor do *quality gate* tem em mãos, construído com base nos defeitos identificados. Os defeitos a serem atacados são colocados no *checklist*.

Tão logo é identificado um defeito destes no produto, o *quality keeper* se desloca até o posto origem do problema, informando aos operadores o ponto detectado. A seguir, o operador responsável por aquela operação vai até a máquina para corrigir o problema no primeiro instante. Ao retornar ao seu posto, vai conferindo as operações realizadas nos produtos até a chegada no seu posto de trabalho (conhecido também como subida de linha). Já no segundo momento, o responsável pela linha (condutor de processo) aplica a ferramenta TWTP juntamente com o operador que cometeu o problema, no intuito de descobrir a causa-raiz e não no sentido de punir o operador. A ferramenta TWTP, (*the way to teach people*) foi desenvolvida para o pilar “desenvolvimento de pessoas” e significa a forma de ensinar ou treinar as pessoas. Esse recurso é usado para identificar as condições básicas para os operadores realizarem suas atividades.

Após a aplicação da nova filosofia de trabalho do *quality gate* na linha de montagem da escavadeira hidráulica, foi possível observar resultados significativos para a empresa. O monitoramento realizado durante os 11 primeiros meses do ano, para os defeitos monitorados e inspecionados pelo *quality gate*, levou a uma expressiva queda dos defeitos ao longo do ano, chegando a zero defeito por problemas ocasionados pela mão de obra produtiva, conforme pode ser observado no Gráfico 1.

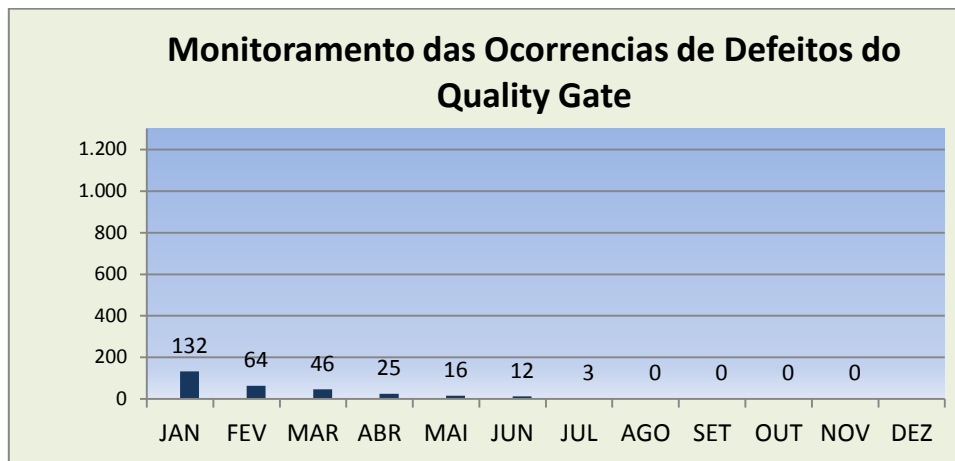


Gráfico 1 - Monitoramento dos defeitos ao longo do ano de 2013
Fonte: elaborado com base nos dados da pesquisa.

Também foi verificada a redução de custos devido às perdas no processo de montagem das escavadeiras hidráulicas, por problemas gerados pela mão de obra. A redução de custo após a implantação dessa nova ferramenta ao longo da linha de montagem das escavadeiras hidráulicas chegou a um patamar médio de redução de R\$ 350.000,00 de 2012 para 2013. Esse resultado é bastante expressivo diante do processo de montagem que é complexo e enxuto, como são os processos de montagem de uma montadora. É bom lembrar que esse valor é referente apenas a erros cometidos pelos operadores durante a montagem, e os valores aqui apresentados referem-se apenas aos custos diretos da produção, pois os custos de garantia não puderam ser levantados por questões de sigilo da empresa.

6 Conclusão

O objetivo geral do trabalho foi avaliar as possibilidades de inovação no processo produtivo de escavadeiras do ponto de vista do controle de qualidade, utilizando a metodologia do WCM. A investigação focou uma das principais fabricantes mundiais de equipamentos para construção, a CNH (Case New Holland), que tem unidades produtivas instaladas na Ásia, Europa, América do Norte e América do Sul e fatura anualmente cerca de 35 bilhões de dólares.

Para atingir o objetivo proposto, primeiramente foi necessário fazer um levantamento das principais discussões teóricas sobre alguns conceitos importantes para a pesquisa, tais como inovação, controle de qualidade, e discutir em que consiste a metodologia WCM. Também foram delineados procedimentos metodológicos compatíveis com a natureza e os objetivos da pesquisa, definindo-se o estudo de caso como o procedimento mais adequado. Para tanto, focou-se a planta da CNH que está localizada na cidade de Contagem, Estado de Minas Gerais, Brasil, que conta hoje com cerca de 1 200 colaboradores.

A observação permitiu observar que a linha de montagem da escavadeira hidráulica é composta por 12 postos de trabalho, nos quais a máquina é submetida a operações específicas necessárias para a sua montagem. Esse levantamento permitiu levantar o índice de rejeição de qualidade das máquinas produzidas devido a problemas gerados pela mão de obra. Nessa fase da pesquisa, observou-se que 21 deficiências que se repetiam com mais frequência significavam 86% dos defeitos da linha de montagem da escavadeira hidráulica por problemas de mão de obra.

Com base nessa constatação, buscou-se identificar possíveis pontos de inovações e controles realizados na linha de montagem das máquinas escavadeiras. A partir desse procedimento, foram identificadas duas áreas, na linha de montagem, que concentravam o maior número de defeitos ocasionados por mão de obra. A identificação desses pontos críticos levou à instalação de dois *quality gates*, um no posto 4 e outro no posto 12 da linha de montagem, visando a diminuir esses defeitos.

Finalmente, mapeado todo o processo de fabricação e detectados seus pontos críticos, passou-se a monitorar o processo de montagem das máquinas escavadeiras, utilizando a metodologia WCM. Após todo esse processo, foi possível reduzir perdas geradas por retrabalhos e *scraps*, aumentando significativamente a qualidade das máquinas produzidas e reduzindo o custo do processo de fabricação.

Concluindo, a necessidade de manterem-se competitivas no mercado faz com que as empresas, cada vez mais, preocupem-se em produzir mais, com mais qualidade e menos custo. Para tanto, buscam maneiras inovadoras para se destacarem entre os seus concorrentes.

Diante dessa necessidade, o *quality gate* surgiu como uma resposta inovadora diante dos altos índices de defeitos relacionados à mão de obra, visto que esse fator representa uma condição desfavorável para o desempenho operacional em nível de excelência e a manutenção do *status* de empresa de classe mundial.

Este trabalho permitiu, dessa forma, compreender a implantação da ferramenta de qualidade *quality gate* como uma metodologia não apenas inovadora, mas também eficiente, por meio da aplicação dos conceitos do WCM, tendo como alvo a mão de obra direta no processo produtivo. A redução de custo anual adquirida nessa linha com a aplicação dessa metodologia fez com que a empresa estendesse essa metodologia a outras linhas e plantas da América Latina.

Em consequência desse reconhecimento, foi possível a criação de uma proposta de fluxo de tratativa para cada um dos defeitos, por meio das ferramentas de qualidade.

A aplicação desse fluxo de tratativa, por meio dos conceitos do WCM e em conjunto com a colaboração de todas as pessoas envolvidas no processo, foi fator determinante para o sucesso da implantação da ferramenta *quality gate*, que permitiu diminuir os índices de defeitos humanos ocasionados na linha de montagem em estudo.

No caso estudado, observou-se que o *quality gate* é uma ferramenta de simples implantação e promissora no que tange aos resultados almejados. Devido a tal simplicidade de gestão, o *quality gate* pode ser considerado um excelente método para controle de processos e pode ser amplamente aplicado em diferentes setores de indústrias de grande a pequeno porte, pois atua diretamente com a mão de obra e trata, de forma ímpar, defeito a defeito junto com os funcionários envolvidos no processo.

Para futuras pesquisas, seria interessante avaliar a informatização de todo este processo, para que o mesmo apresente informações *online*, o que garantiria mais rapidez na atualização dos indicadores da empresa. Outra vertente de pesquisa seria avaliar até quando a metodologia proposta será válida dentro do ciclo produtivo, uma vez a redução dos defeitos tende a se tornar expressiva no processo.

Por outro lado, já que este trabalho limitou-se a analisar apenas o aspecto mão de obra, seria interessante avaliar se a metodologia do *Quality gate* poderia ser aplicada para os outros M's (Método, Material e Máquinas).

Referências

- Brassard, M. (1988). *The memory jogger: a pocket guide of tools for continuous improvement*. Methuen, MA, EUA: GOAL/QPC, 86 p.
- Campos, V. F. (1999). *Controle da qualidade total*. São Paulo: DG, 226 p.
- Cooper, R. G. (1993). *Winning at news products: process from idea to launch*. Reading, Massachussets: Perseus Books, 324p.
- Fleury, M. T., & Fleury, A. (1997). *Aprendizagem e inovação organizacional* (2a ed.). São Paulo: Atlas, 240 p.
- Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). *Restoring our competitive edge: competing through manufacturing*. New York: Wiley, 427 p.
- Iwayama, H. (1997). *Basic Concept of Just-in-time System*, IBQP-PR, Curitiba. 23p.
- Labarre, P., & Taylor, W.C. (2006). *Inovadores em ação*. São Paulo: Sextante, 272 p.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. São Paulo: Bookman, 151 p.
- Schonberger, R. J.(1986). *World class manufacturing: the lessons on simplicity applied*. New York: The Free Press, 253 p.
- Terra, J. C. (2012). *10 dimensões da gestão da inovação*. São Paulo: Campus, 317 p.
- Yamashina, H. (2007). Challenge to world class manufacturing. *International Journal of Quality of Reliability Management*, Kyoto, 12(34), 30-31.