

**World Class Manufacturing (WCM) - Aplicação do Pilar de Manutenção
Autônoma (AM) em uma organização do segmento industrial.**

**World Class Manufacturing (WCM) - Application of the Automatic Maintenance
(AM) Pillar in an industry organization.**

JORGE HENRIQUE MOMESSO FRICHE ¹

TATIENE MARTINS COELHO TREVISANUTO ²

Resumo

Diante do cenário empresarial atual, onde as organizações possuem altos concorrentes, todos os segmentos precisam aprimorar seus processos buscando alcançar maior controle e qualidade dentro de sua produção. Os gestores e todos os demais envolvidos dentro da organização precisam buscar métodos e ferramentas que auxiliem na obtenção de bons resultados, mantendo a qualidade e a produtividade. Um dos métodos eficazes para obtenção de uma padronização é a aplicação do WCM (World Class Manufacturing) ou Manufatura de Classe Mundial que trata-se de uma metodologia que teve origem no Japão e tem como seus impulsores, Hajime Yamashina e Richard Schonberger, sua principal função é a redução de custos, otimização da produtividade e aumento da qualidade através de método, técnicas e ferramentas. O WCM tem em sua estrutura 10 pilares e 10 pilares gerenciais, neste trabalho, apresento essa metodologia através de pesquisa bibliográfica demonstrando a utilização dessa metodologia e a aplicação do pilar técnico de manutenção autônoma (Autonomous Maintenance - AM) em uma organização do setor industrial.

Palavras-chave: WCM; Manufatura; Métodos; Ferramentas; Qualidade; Manutenção.

¹ Aluno do 5º ano do Curso de Engenharia de Produção

² Docente Doutora do Curso de Engenharia de Produção

Abstract

Given the current business landscape, where organizations have high levels of competition, all necessary testing, their processes seek greater control and quality within their production. Managers and everyone else involved in the organization need to look for methods and tools that help them achieve good results, maintain quality and execute. One of the methods used to use standardization or application in World Class Manufacturing (WCM) or World Class Manufacturing that deals with a methodology that originated in Japan and has its impellers, Hajime Yamashina and Richard Schonberger, its main function is the reduction of costs, optimization of method quality improvement, techniques and tools. The WCM has its structure 10 pillars and 10 management pillars, in this paper, presenting this bibliographic research methodology demonstrating the use of this methodology and the application of the technical pillar of autonomous maintenance (Autonomous Maintenance - AM) in an organization of the industrial sector.

Keywords: WCM; Manufacture; Methods; Tools; Quality; Maintenance.

1.INTRODUÇÃO

Em decorrência da Revolução Industrial e toda a tecnologia por ela trazida, o mercado tornou-se mais competitivo e todos os setores precisaram passar por diversas adaptações para estar incluso dentro deste contexto. As empresas passaram a se preocupar com a melhoria contínua de seus produtos e processos atendendo as demandas de forma rápida, eficiente e com o menor custo (VEIGA, 2018).

Diante disso se fez necessário o aprimoramento e melhoria dos processos da produção, buscando a redução de custos e o aumento de lucratividade e como premissa, mantendo a qualidade. Assim, é de fundamental importância, o conhecimento e utilização de métodos, técnicas e ferramentas disponíveis para subsídio desse aprimoramento.

Para Schonberger (1997) devido a todo o desenvolvimento trazido pela década global, as organizações precisaram traçar caminhos com auxílios de técnicas e métodos que permitam o avanço com confiança.

Começaram a ser desenvolvidas e utilizadas diversas técnicas e métodos de melhoria, os produtos passaram a alcançar níveis de classe mundial e também, os defeitos foram reduzidos e a vantagem competitiva foi transferida para o valor, ou seja, um produto com alta qualidade e preço baixo (SCHONBERGER, 1997).

Grande parte de todas as inovações, surgiram das técnicas japonesas onde foram apresentadas, por exemplo, o controle da qualidade total, o kanban, manutenção preventiva, *just-in-time* e envolvimento de funcionários (SCHONBERGER, 1997).

Um desses métodos, inovador, é o WCM (World Class Manufacturing – Manufatura de Classe Mundial), que se trata de uma metodologia, com um conjunto de métodos, conceitos, princípios e técnicas utilizados para gestão de processos dentro da organização. Neste trabalho, apresento a utilização do WCM com ênfase no pilar de manutenção autônoma.

Este pilar, tem a participação direta dos colaboradores, que são os operadores das máquinas, contando com o desenvolvimento deles para que tenham atitudes proativas diante de paradas e falhas visando desenvolver atividades básicas de manutenção e também, auxiliar no desenvolvimento de melhorias dos processos (VEIGA, 2018).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 World Class Manufacturing – WCM (Manufatura de Classe Mundial)

No cenário globalizado a concorrência tomou grandes proporções. Diante deste contexto, as organizações precisam de uma abordagem mais agressiva, conquistando os seus clientes, não apenas com preços, mas também, com padrões de qualidades elevados. Na concorrência são utilizadas diversas metodologias e ferramentas buscando a extração de todo o potencial de melhoria disponível para tornar-se apto a competir (SELEME, 2012).

Para conseguir efetividade na busca para padrões elevados de qualidade, os gestores e demais envolvidos na produção, podem utilizar diversos métodos e técnicas. Há a necessidade da gestão do processo, com avaliação contínua e melhoria no desempenho do processo produtivo através da utilização de métodos (CARVALHO & PALADINI, 2012). O World Class Manufacturing (WCM) trata-se de um conjunto de conceitos, técnicas e princípios que podem auxiliar no processo de gestão operacional de uma organização.

Surgindo por volta da década de 80, o WCM reúne conceitos da TPM (Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total), TQC (Total Quality Control – Controle Total de Qualidade), TIE (Total Industrial Engineering – Engenharia Industrial Total) e JIT (Just In Time – No Momento Certo ou Na Hora certa) (VEIGA, 2018, p. 13):

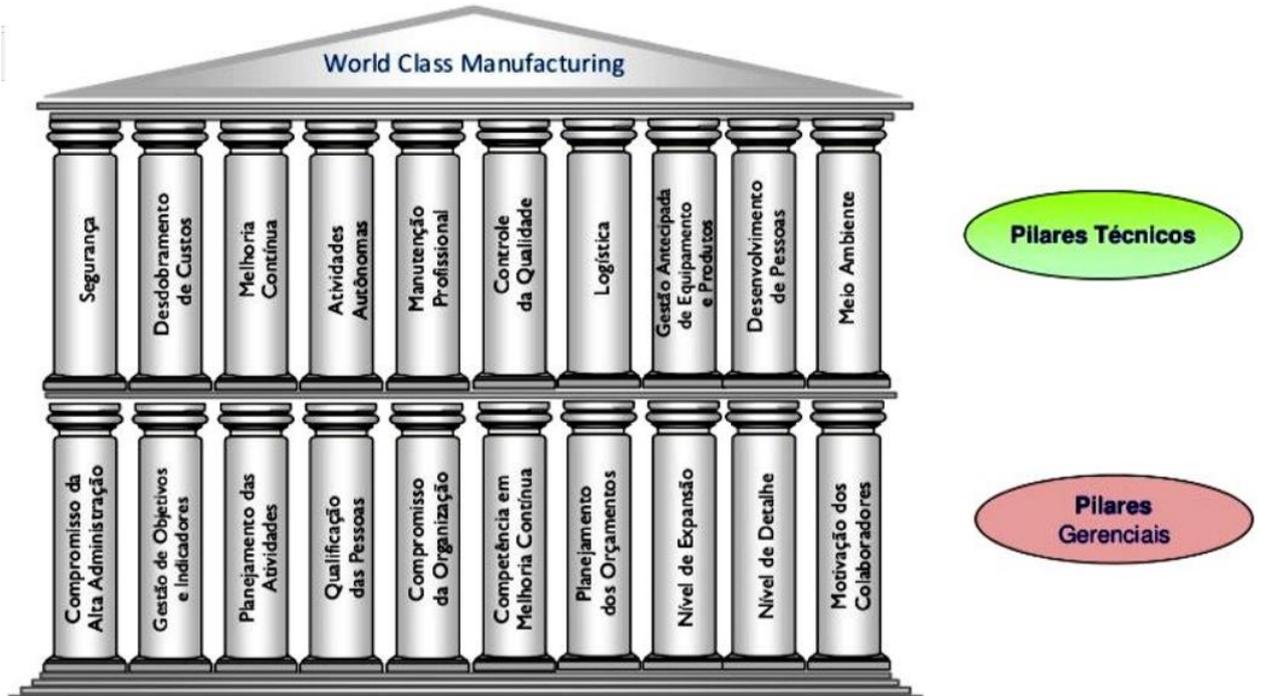
- **TPM (Total Productive Maintenance):** Busca conseguir atingir a utilização máxima do equipamento que a empresa possui, através de manutenção e o envolvimento dos funcionários. Ajuda a reduzir custos, inventários e o “*lead time*” da empresa (TAKAHASHI, YOSHIKAZU, 2015).
- **TQC (Total Quality Control):** A atribuição da responsabilidade pela qualidade de uma produção é seu principal conceito. Deve haver a garantia de que os produtos tenham qualidade durante a produção e não apenas sejam inspecionados após a produção (CORRÊA, 1993).
- **TIE (Total Industrial Engineering):** Realiza integração entre os componentes da cadeia produtiva, com o objetivo de melhoria contínua e eliminação de desperdícios (VEIGA, 2018).

- **JIT (Just In Time):** Tem como principal objetivo, a melhoria contínua do processo de produção e também a flexibilidade e qualidade dele. Sua premissa é a redução de estoques e conseqüentemente a redução de desperdícios otimizando os processos e procedimentos (CÔRREA,1993).

O termo Manufatura Classe Mundial foi inicialmente inserido por Hayes e Wheelwright no ano de 1984 descrevendo técnicas desenvolvidas por organizações japonesas e alemãs. No ano de 1986, Schonberger utilizou o mesmo termo, em seu livro, de forma mais elaborada, demonstrando que com a aplicabilidade do Just In Time e Qualidade Total qualquer organização pode se tornar uma Manufatura de Classe Mundial (CORTEZ, 2010).

Essa metodologia (WCM) tem como principal objetivo a melhoria de processos, fundamentando-se em 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais focando sempre em práticas com uma gestão de zero desperdício. Buscando otimizar logística, reduzir custos e aumentar a produtividade com a utilização de métodos e ferramentas.

Figura 1 - Pilares Técnicos e Gerenciais WCM



Fonte: SILVA, 2016 (Apud VEIGA, 2018).

2.1.1 Pilares Técnicos

Para Ribeiro (2016) são estes pilares os responsáveis pela busca da máxima eficiência do processo produtivo.

1. **Segurança – Safety (SAF):** Busca reduzir o número de acidentes e consequentemente manter a integridade física do colaborador através de um ambiente de trabalho totalmente seguro e controlado.
2. **Desdobramento de Custos - Cost Deployment (CD):** Identificação de perdas do sistema produtivo e identificação de causas visando redução de custos com o desenvolvimento de melhorias.
3. **Melhoria Focada - Focused Improvement (FI):** De acordo com as prioridades e identificações do desdobramento de custos, este pilar busca, fornecer recursos para combater as perdas.
4. **Atividades Autônomas – Autonomous Activities (AA):** Aumentar eficiência dos equipamentos através do auxílio de colaboradores que devem conhecer e aplicar pequenas manutenções, buscando manter as boas condições do equipamento, este pilar engloba AM (*Autonomous Maintenance*) e WO (*Workstation Organization*).
5. **Manutenção Planejada – Professional Maintenance (PM):** Evitar problemas de quebra de equipamentos devido à falta de manutenção através de comprometimento de colaborador e mantenedor, prorrogando a vida útil dos equipamentos.
6. **Controle de Qualidade – Quality Control (QC):** Manter a qualidade do produto e consequentemente a satisfação do cliente com a utilização de métodos e ferramentas que permitam identificar defeitos e retrabalhos, e assim, evita-los.
7. **Logística e Atendimento ao Cliente – Logistics and Customer Service (LCS):** Determinar um fluxo que tenha eficiência visando atender o cliente com redução de *lead time* e custos. Melhoria de performance e consequente redução de estoques.
8. **Gestão Preventiva dos Equipamentos – Early Equipment Management (EEM):** Garantir que através de novos projetos, sejam selecionados equipamentos com boa confiabilidade, de fácil manutenção e *setup*.

9. Desenvolvimento das Pessoas – *People Development (PD)*:

Desenvolvimento dos colaboradores para que consigam desenvolver suas atividades dentro dos padrões WCM através da preparação de um sistema de treinamento estruturado.

10. Meio Ambiente e Energia – *Environment and Energy – (ENE)*:

Uso correto de materiais e recursos naturais dentro da organização. Busca reduzir ao máximo o consumo de energia e conscientização ambiental.

2.1.2 Pilares Gerenciais

Os pilares gerenciais, segundo Ribeiro (2016), apoiam os pilares técnicos maximizando a eficiência do processo produtivo.

- 1. Envolvimento da Direção - *Management Commitment*:** A direção da organização deve estar totalmente envolvida na implementação do WCM.
- 2. Clareza de Objetivos – *Clarity of Objectives*:** Demonstrar com clareza o motivo da implantação da metodologia, demonstrando onde se quer chegar, qual o objetivo do trabalho.
- 3. Mapa do Caminho para WCM - *Route map to WCM*:** Deve ser traçado um mapa para planejamento das atividades envolvidas no WCM demonstrando qual o melhor caminho para o alcance do objetivo.
- 4. Alocação de Pessoas Altamente Qualificadas - *Allocation of Highly Qualified People to Model Areas*:** As pessoas com melhor qualificação devem estar alocadas na área modelo com o intuito de que elas transmitam aos demais envolvidos o conhecimento.
- 5. Envolvimento da organização - *Commitment of the Organization*:** Toda a organização deve estar envolvida na implantação de forma que juntos consigam identificar problemas e solucioná-los.
- 6. Competência da Organização para o melhoramento - *Competence of Organization towards Improvement*:** Os envolvidos na implementação precisam ter competências necessárias para aplicação das ferramentas de melhoria.
- 7. Tempo e Orçamento – *Time and Budget*:** Se faz necessário um planejamento de tempo e também de dinheiro para que seja feita uma boa implementação com os recursos necessários.

- 8. **Nível de Expansão – *Level of Expansion***: Deve-se traçar quais são as áreas que serão afetadas com a implementação, demonstrando até onde vão chegar.
- 9. **Nível de Detalhes – *Level of Details***: Demonstração de qual será o nível de aprofundamento dentro da implementação, até qual nível de perda a organização vai chegar.
- 10. **Motivação dos Operadores – *Motivation of Operators***: Os operadores devem permanecer motivados durante toda a implantação. Dessa forma, todos vão auxiliar o alcance do objetivo.

2.2 Sistema de Avaliação

A implantação da metodologia WCM passa por um sistema de avaliação que concede às organizações qualificação pelo sucesso em sua implantação. Cada um dos pilares passa por avaliação e recebe uma pontuação baseada em nível de detalhe e expansão de suas atividades. Na figura 02, pode-se observar as categorias de pontuação aplicadas por auditores credenciados:

Figura 2 - Categorias de Pontuação

Pontuação Total da fábrica:

- Maior/Igual a 50 pontos: Bronze 
- Maior/Igual a 60 pontos: Prata 
- Maior/Igual a 70 pontos: Ouro 
- Maior/Igual a 85 pontos: World Class 

2.3 Manutenção Autônoma – Autonomous Maintenance (AM)

Segundo Ribeiro (2016), a Manutenção Autônoma faz com que o operador tenha sentimento de zelo e propriedade pelos equipamentos que opera. Através de desenvolvimento de habilidades de inspeção e consequente detecção de problemas em sua fase inicial e também preparo para que possa efetuar pequenos ajustes, reparos e regulagens.

O Pilar de Manutenção Autônoma, tem o objetivo de preparar o operador de modo que ele seja capaz de identificar e eliminar falhas, entender o funcionamento do equipamento, bem como, operá-lo de forma correta e também, manter os equipamentos nas melhores condições de uso dentro de sua capacidade produtiva (RIBEIRO, 2016).

Para a implantação deste Pilar, deve-se haver sinergia com o Pilar WO (*Workstation Organization*) que tem como objetivo a organização do posto de trabalho através da padronização criando um local de trabalho organizado, seguro e com efetiva qualidade de execução ao operador.

A implantação deste Pilar inicia-se com a definição de uma “Máquina Modelo”, também chamado de “Equipamento Piloto”, ou seja, deve-se definir um equipamento que vai passar pela implantação e será o modelo a ser seguido nos demais equipamentos. De acordo com Ribeiro (2016, p.20), há critérios que podem ser utilizados para a escolha da “Máquina Modelo”:

- O equipamento gargalo e/ou com grande potencial de redução de perdas (começar por onde se perde mais dinheiro);
- Equipamento que tenha outros similares na fábrica (é mais fácil dar o exemplo e acelerar a multiplicação dos ganhos das melhorias implantadas no piloto);
- Equipamento com perdas quantificáveis de modo individualizado (isto dará um sentido concreto e objetivo do desafio do trabalho);
- Equipamento onde haja a possibilidade de se implementar melhorias dentro de aproximadamente três meses (se os resultados demorarem, logo no início as pessoas se desmotivarão);
- Equipamento onde os operadores tenham espírito de equipe propício, haja uma liderança evidente, conhecimento e motivação (o equipamento só será piloto se as pessoas forem comprometidas);

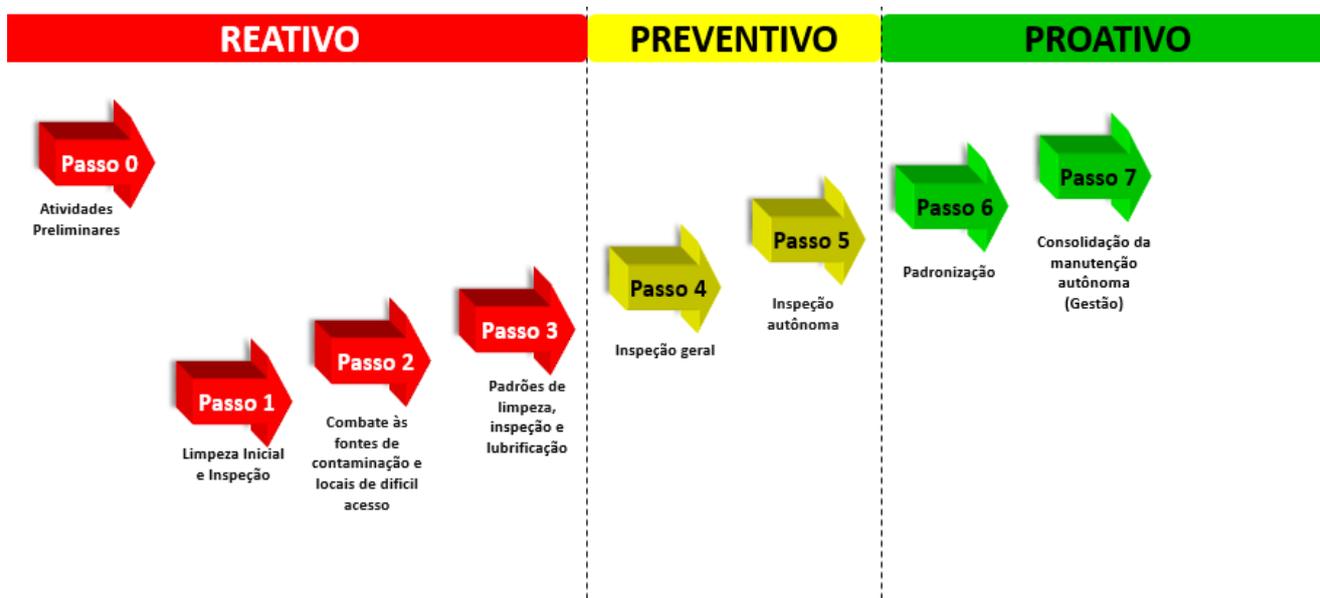
- Área ou equipamento com nível mais avançado de 5S (neste caso já há uma condição física e comportamental favorável).

É na chamada “Máquina Modelo” que serão aplicadas as ferramentas que dão apoio à metodologia WCM e conseqüentemente à implantação do Pilar de Manutenção Autônoma.

2.3.1 Passos para Implantação do Pilar AM

A implantação do Pilar de Manutenção Autônoma (Autonomous Maintenance – AM) é feita através da aplicação e seguimento de sete passos:

Figura 3 - 07 Passos do Pilar AM



Fonte: Adaptado do Manual de WCM da empresa CNHi - 2018

O primeiro passo para a implantação é o passo zero onde define-se as atividades preliminares de preparação, selecionando a área modelo, participantes da equipe de implantação, equipamentos de limpeza e planejamento de atividades que serão desenvolvidas durante a implantação.

No passo um, é feita a limpeza e inspeção da máquina e, por conseguinte, a identificação das fontes de contaminação e locais de difícil acesso dentro do perímetro de trabalho. Os responsáveis pela implantação e os operadores envolvidos passam por treinamentos de pessoas capacitadas.

No passo dois é feito um trabalho para eliminação das fontes de contaminação e locais de difícil acesso identificados no passo anterior. Segundo Ribeiro (2016), a limpeza se efetiva quando é possível a detecção de detritos, vazamentos, corpos estranhos e a eliminação do seu efeito.

No passo três, o objetivo é definir a padronização de limpeza, inspeção e lubrificação no perímetro de implantação do Pilar AM. Através desse passo, é possível obter a garantia dos ganhos dos passos anteriores melhorando o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que apresenta a disponibilidade, performance e qualidade do equipamento. Neste passo reduz-se o tempo do CILR (*Cleaning, Inspecting, Lubricating and Refastening*) inserindo-se a padronização das rotas de lubrificação, inspeção e limpeza. Após a implantação dos passos anteriores são constituídas as condições básicas para manter o equipamento em boas condições de uso evitando o envelhecimento e a degeneração. No passo quatro, são organizadas atividades que irão bloquear os desgastes e auxiliar na recuperação das partes afetadas. Neste passo também, os operadores estarão com pleno conhecimento do seu ambiente de trabalho e dos equipamentos que operam (RIBEIRO, 2016)

No passo cinco, é iniciada a chamada inspeção autônoma. Neste passo, o operador, tendo o conhecimento e experiência adquirida nos passos anteriores, inicia o uso de *check-lists* para monitoramento da manutenção dos equipamentos. Com o passar do tempo, é possível o desenvolvimento de instinto de inspeção e zelo nos operadores que passam a acompanhar as manutenções (RIBEIRO, 2016).

É no passo seis que a padronização começa a fazer parte do processo operacional trazendo melhorias no fluxo de trabalho, conhecimento quanto ao equipamento e também à qualidade do produto final (RIBEIRO, 2016). Neste passo inicia-se a implantação da mudança e gestão da manutenção, de modo que todos tenham em mente os benefícios que esse sistema pode causar.

O passo sete é o momento da consolidação da implantação do Pilar de Manutenção Autônoma na organização. É importante que após a implantação total do Pilar, seja feita uma adequada gestão do que foi trabalhado até aqui. Dessa forma, pode-se chegar a perfeição, aumentando a eficácia dos equipamentos. Neste passo, o operador deve sentir que ele é peça chave para manter o equipamento em condições adequadas.

2.3.2 Ferramentas para Implantação do Pilar AM

Para implantação do Pilar AM pode-se utilizar diversas ferramentas auxiliares para implantação. Essas ferramentas são classificadas em Reativas, Preventivas e Proativas.

Neste trabalho, visamos apresentar um estudo de caso em uma empresa do segmento industrial que implantou até o terceiro passo do Pilar de Manutenção Autônoma em uma “Máquina Modelo”. Para essa implantação, foram utilizadas todas as ferramentas pertinentes ao bloco das chamadas “ferramentas reativas” (*reactive tools*) que são as 10 primeiras ferramentas do Quadro 1:

Quadro 1 - Ferramentas Implantação Pilar AM

CONHECIMENTO / HABILIDADES	
1	1. 5G
2	2. 5W + 1H, 5Why
3	3. 7 Ferramentas do WCM
4	4. Teoria da Manutenção
5	5. Classificação da máquina baseado no CD
6	6. Mapa de Quebras
7	7. Passo 1 em AM
8	8. Passo 2 em AM
9	9. Passo 3 em AM
10	10. Avaliação correta do B e C para cada passo
11	1. Classificação da máquina baseada no P,Q,C,D,S,M
12	2. 4 Categorias do operador.
13	3. Passo 4 em AM
14	4. Quick kaizen
15	5. Passo 5 em AM
16	6. Passo 6 em AM
17	7. Análise de dados da máquina
18	8. Análise de dados do processo
19	9. Matriz de capa de Trabalho
20	10. Avaliação correta do B e C para cada passo
21	1. Passo 7 em AM
22	2. Eliminação de desperdícios e perdas do ambiente de Trabalho
23	3. Análise de dados de produção
24	4. Quadro Homem-Máquina
25	5. Alteração do Layout
26	6. Criação do MP Informação
27	7. Design em (Segurança)
28	8. Design em Confiabilidade e Manutenção
29	9. Design em (Envolvendo Op)
30	10. Avaliação correta do B e C para cada passo

Fonte: Material da Empresa em Estudo, 2019.

- **5G**

Essa ferramenta trata-se de um método com o objetivo de encontrar uma solução efetiva para um problema. Com ela é possível a elaboração de um descritivo do problema para melhor análise de todas as hipóteses possíveis para a solução.

Tem como ênfase, a importância do envolvimento dos gestores no conhecimento do processo produtivo em geral e também o conhecimento dos métodos utilizados, facilitando assim, a tomada de decisões.

É composto por 5 princípios que propõem questões que vão auxiliar no entendimento do problema e busca pela solução:

Figura 4 - Os "5G"

GEMBA (fábrica)	=>	Vá ao posto
GEMBATSU (material)	=>	Examine o fenômeno
GENJITSU (contexto)	=>	Verifique os fatos e dados
GENRI (teoria)	=>	Siga a teoria
GENSOKU (regras e princípios)	=>	Siga os padrões operativos

Fonte: Manual de Ferramentas WCM – CNHi Belo Horizonte – 2018.

O primeiro princípio "**GEMBA**" pede que o local onde a ação ocorre seja visitado. A intenção é de que os gestores vão até o local onde o trabalho é desenvolvido, no caso, o chão de fábrica. Dessa forma, todos, inclusive os gestores estarão próximos dos problemas e terão uma visão clara sobre ele.

O "**GEMBATSU**" está relacionado com o material real, ou seja, este princípio visa literalmente "tocar o problema" para conseguir ver com os próprios olhos o problema. A observação do sistema produtivo, faz com que todos envolvidos no processo tenham uma visão sistêmica para solução do problema.

No "**GENJITSU**" os fatos apurados após a ida ao local e examinação do problema são analisados de maneira clara determinando assim as reais causas de acordo com a realidade observada através da observação de fatos e dados.

De acordo com o quinto princípio, o "**GENRI**", após a verificação do posto de trabalho, examinação do problema e análise dos dados levantados, deve-se verificar os princípios científicos disponíveis em busca de soluções do problema e também melhorias do processo de acordo com os procedimentos padrões de trabalho.

O último G é o “**GENSOKU**” que tem como premissa, a utilização de procedimentos e também normas para solução do problema e possíveis melhorias no processo produtivo.

- **5W1H, 5Why**

A ferramenta 5W1H também tem o objetivo de analisar o problema e também o categorizar (SHINGO, 2010). É composta por perguntas que podem gerar respostas que possam explicar o problema em questão. Segundo Seleme (2012, p. 42) “tal ferramenta permite que um processo em execução seja dividido em etapas estruturadas a partir das perguntas, com o intuito de serem encontradas as falhas que impedem o término adequado do processo”.

As perguntas que compõem essa ferramenta são:

Quadro 2 - Questões 5W1H

Pergunta	Significado	Pergunta Instigadora	Direcionador
What?	O quê?	O que deve ser feito?	O objeto
Who?	Quem?	Quem é o responsável?	O sujeito
Where?	Onde?	Onde deve ser feito?	O local
When?	Quando?	Quando deve ser feito?	O tempo
Why?	Porque?	Por que é necessário fazer?	A razão/motivo
How?	Como?	Como será feito?	O método

Fonte: Adaptado de Seleme, 2012.

São com esses questionamentos que a organização pode encontrar um caminho para solução dos problemas, identificando e deixando claro as ações que possam ser tomadas.

A ferramenta 5Why, também conhecida como “5 Porquês”, também está relacionada com possíveis problemas encontrados dentro do processo produtivo. A intenção é a realização de perguntas que levem à raiz do problema. Para utilização deve-se começar com um primeiro por que e não parar se ainda se pode perguntar porquê. Dessa forma, é possível a descrição e identificação do problema e encontrar possíveis soluções através das análises disponíveis.

- **7 Ferramentas do WCM**

São um conjunto de 7 passos para tratar os problemas existentes.

1. **Priorização:** Consiste em identificar os principais problemas através da utilização de ferramentas como o Diagrama de Pareto, e com auxílio do Pilar CD, mensurar esses problemas em valores, demonstrando todas as perdas em dinheiro. Dessa forma, o problema encontrado é tratado com prioridade.
2. **Sistematização e Lógica:** Demonstração dos problemas de forma lógica visando encontrar a causa do problema e de forma sistemática conseguir identificar a causa do problema.
3. **Sketches:** Através de desenhos, exibir o problema de forma com que facilite o entendimento do problema.
4. **5W1H + 5G:** Seguindo o conceito dessas ferramentas, entender a situação atual através de ida ao posto de trabalho para visualização ampla e completa do problema.
5. **Análise da Causa Raiz:** Identificação de todas as causas raízes do problema através das ferramentas como análise dos 5 porquês.
6. **Visualização:** Nova demonstração do problema através de sketches, neste momento, aperfeiçoando a verificação de acordo com todos os detalhes apurados.
7. **A maneira de ensinar pessoas (TWTP):** é o caminho para ensinar os envolvidos a visualizar questões por trás do problema. Aplicação de uma entrevista visando entender o conhecimento de cada um diante do problema.

- **Teoria da Manutenção**

Aplicação da Teoria sobre a Manutenção no WCM. Visando inserção de práticas de manutenção atendendo as necessidades de AM (*Autonomous Maintenance*) contando com a sinergia entre os Pilares.

- **Classificação da máquina baseada no CD.**

De acordo com a análise do Pilar de CD - *Cost Deployment*, identificar as perdas do sistema produtivo e classificar qual a máquina que apresenta maior custo em quebras para a organização. Dessa forma esse equipamento terá a prioridade necessária para implantação do Pilar de AM.

- **Mapa de Quebras**

Elaboração de um mapa que demonstra o problema no equipamento, evidenciando onde está a causa da quebra. Dessa forma, a equipe consegue agir de acordo com a causa raiz da quebra, eliminando-a.

- **AM Passo 1**

Limpeza inicial do equipamento e da área onde ele se localiza identificando fontes de contaminação e áreas de difícil acesso.

- **AM Passo 2**

Eliminação e contenção das fontes de contaminação e áreas de difícil acesso identificadas.

- **AM Passo 3**

Criação de padrões para manter o trabalho iniciado nos passos anteriores e obter redução no tempo de CILR.

- **Avaliação Correta de B e C para cada passo.**

Calculo do custo do benefício para determinar o valor de cada processo AM aplicado passo a passo.

2.3.3. Indicadores

Para avaliar o progresso das ações e garantir a implantação do Pilar de AM e os benefícios que ela proporciona a organização, é importante a verificação dos indicadores de performance (KPI) e de atividades (KAI). O KPI tem o objetivo de controlar a performance do processo e do equipamento, enquanto o KAI controla o entrosamento da operação com o Pilar (VENDRAMEL, 2017).

2.3.3.1 KPI's

Através de ferramentas de gestão, o nível de desempenho de um processo é medido evidenciando o sucesso que ele está obtendo.

O OEE (*Overall Equipment Efficiency*) é um desses indicadores e tem como premissa a demonstração do aumento da eficiência de um equipamento devido a redução das quebras por falta de condições básicas (VENDRAMEL, 2017).

O indicador Número de Quebras, indica a redução das quebras por falta de condições básicas e o objetivo é chegar a Zero Quebras com a implantação do Pilar, dessa forma a análise desse indicador é observada em todas as etapas (VENDRAMEL,2017).

Tempo CILR (*Cleaning, Inspecting, Lubricating and Refastening*) tem como objetivo apresentar a redução do tempo de limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto de acordo com a evolução da implantação do Pilar (VENDRAMEL, 2017)

O Razão B/C por etapa, tem o objetivo de apresentar o custo de cada benefício alcançado dentro da implantação das etapas do Pilar demonstrando quais foram os impactos positivos trazidos pelo Pilar (VENDRAMEL, 2017).

2.3.3.2 KAI's

São indicadores que tem como objetivo apresentar a melhoria trazida por um projeto.

O AM Tag tem o objetivo de monitorar o numero de etiquetas de manutenção autônoma abertas para resolver problemas diversos encontrados e também a resolução e fechamento dessas etiquetas (VENDRAMEL,2017).

O Número de *Kaizens* Implementados tem como objetivo demonstrar a quantidade de *Kaizens* implantados pelos operadores e líderes da área em cada passo da implantação do Pilar (VENDRAMEL, 2017).

Além desses, são acompanhados através de indicadores a eliminação e contenção de fontes de contaminação e também áreas de difícil acesso para verificar a evolução da eliminação ou contenção delas.

3. Procedimentos Metodológicos

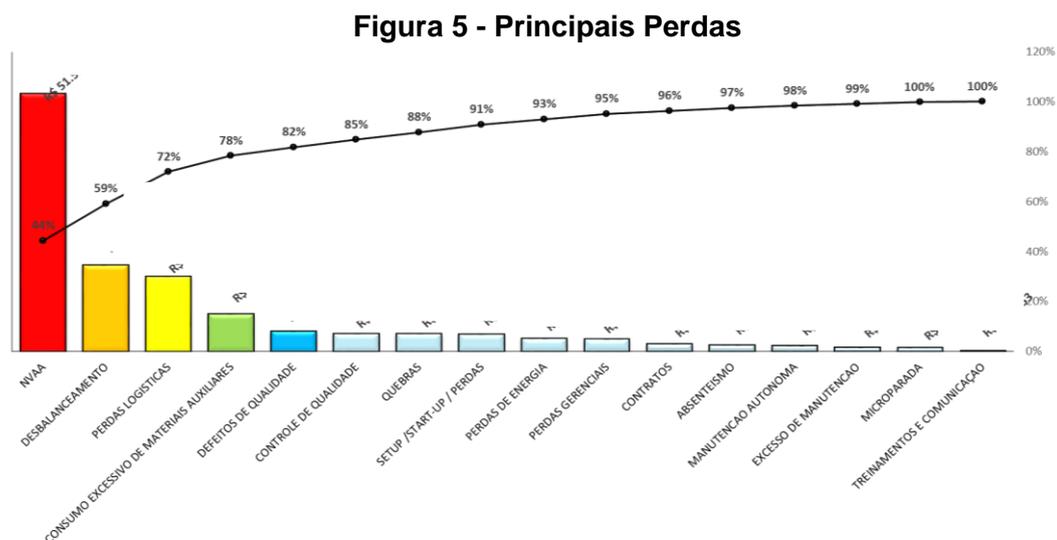
3.1 Objeto de Estudo

O estudo deste trabalho foi desenvolvido em uma empresa, do segmento de fabricação de peças para linha automotiva, agrícola e rodoviária, atuando com produtos sob medida. Nele, houve acompanhamento da implantação dos passos 1 a 3 do Pilar de Manutenção Autônoma da metodologia WCM. A empresa em questão,

conquistou o programa WCM Light que avalia o conjunto de conceitos, princípios, políticas e técnicas baseado nos princípios da Produção Enxuta para gestão dos processos operacionais.

3.2 Passo 0 – Atividades Preliminares.

A empresa possui equipes que trabalham nos pilares técnicos e gerenciais da metodologia WCM (World Class Manufacturing). No ano de 2018, através de análise do Pilar CD (*Cost Deployment* – Desdobramento de Custos) foi identificado que um dos gastos da empresa era com quebras (Figura 5) por falta de condições básicas. Em decorrência disso, no ano de 2019, foi necessário analisar a fundo, estratificando tais quebras por equipamento (Figura 6) buscando identificar qual seria a “Máquina Modelo” onde seriam implantadas as melhorias necessárias. Feita a estratificação, foi identificado que as quebras seriam ocasionadas por falta de AM (Autonomous Maintenance – Manutenção Autônoma), dessa forma, com o suporte dos pilares de FI (*Focused Improvement* - Melhoria Focada) que auxilia no desenvolvimento dos projetos, PD (*People Development* - Desenvolvimento de Pessoas) que trabalha com o treinamento e evolução dos operadores e PM (*Professional Maintenance* - Manutenção Profissional) que efetua o apoio profissional nas manutenções, foi desenhado um cronograma para implantação dos passos 1 a 3 no equipamento selecionado.

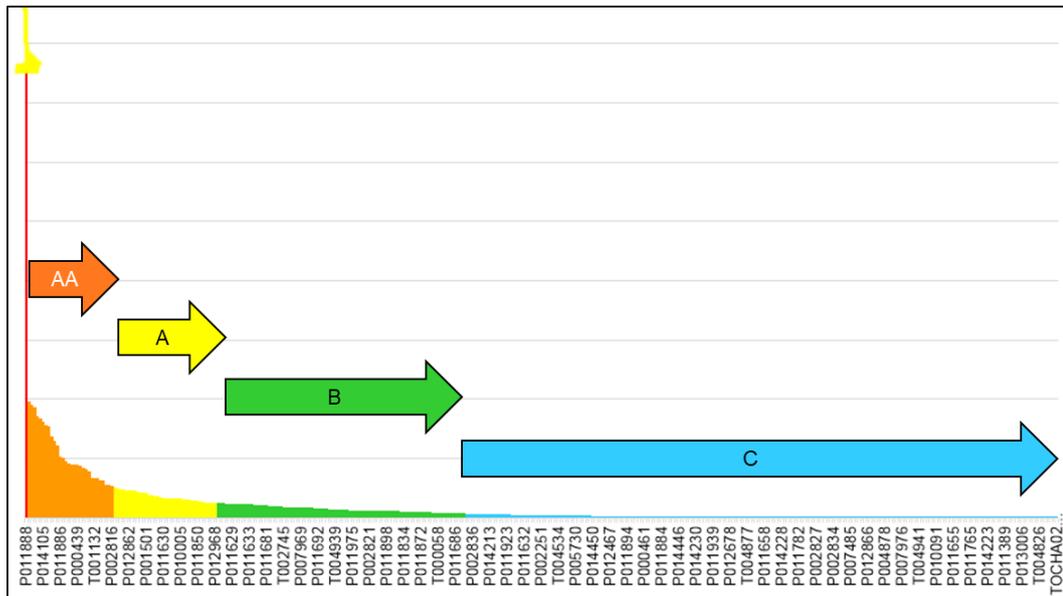


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Segundo a metodologia, os equipamentos devem ser classificados por ordem de prioridade de implantação da metodologia, dentro desse critério, a denominação

AA equivale a 50% dos gastos com quebra, A equivale a 20%, B equivale a 20% e C equivale a 10%, abaixo, pode-se observar a classificação de cada equipamento que ficaram dentro da estratificação.

Figura 6 - Classificação das Máquinas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

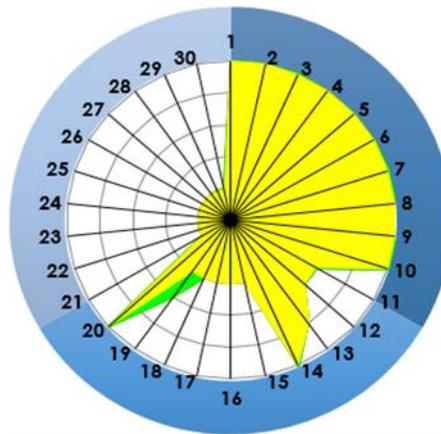
Diante dessas análises, identificou-se que o equipamento a ser implantado os primeiros passos do Pilar AM seria a máquina HELLER – MCH460 (P011888). Este equipamento está localizado no setor de Usinagem da empresa, nele é executado o processo de usinagem de peças e conjuntos soldados.

3.2.1 – A equipe

Para o desenvolvimento das atividades de implantação dos passos do Pilar AM é necessário reunir uma equipe de trabalho. Cada membro da equipe tem responsabilidades que colaborarão para o alcance do objetivo maior, que seria a implantação das melhorias do pilar. Na empresa em questão a equipe do Pilar AM conta com 14 colaboradores, entre eles, operadores do equipamento em questão, líderes e supervisores da área onde o equipamento está alocado, sendo suportado por um dos gerentes da empresa. Segundo a metodologia, cada integrante da equipe deve possuir habilidades que atendam o processo e também a maneira certa de operação do equipamento. Com o auxílio do Pilar PD – Desenvolvimento de Pessoas,

os membros, foram devidamente treinados buscando aperfeiçoar as habilidades existentes, atingindo a capacidade de 96,6% conforme demonstrado na figura abaixo:

Figura 7 - Radar Chart



96,6% Capabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Para alcance dessa capacidade, que trata-se da capacidade e conhecimento que os integrantes da equipe possuem referente as ferramentas reativas, foram utilizadas as relacionadas abaixo:

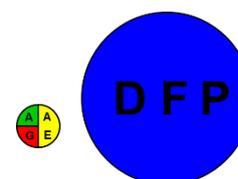
1. 5G
2. 5W1H + 5Why
3. Quick Kaizen
4. Passo 1 de AM
5. Gestão de Etiquetas
6. Gestão de Quebras
7. LPP (Lição Ponto a Ponto)
8. SOP (Procedimento Operacional)
9. Lubrificação
10. Fixação e Reaperto
11. Passo 2 de AM
12. Passo 3 de AM

3.2.2 - Segurança

Feita a escolha da equipe, é necessário o envolvimento com o Pilar de Segurança, onde foi desenvolvido o mapa de risco de acordo com a área de atuação do equipamento. Dessa forma, foram definidos os EPI's (Equipamento de Proteção Individual) necessários para início do próximo Passo.

Figura 8 - Mapa de Risco

	Código	Tipo do Risco		Descrição Risco	Medida Contenção
	A	Físico		Gerado pelo uso de máquinas, equipamentos e ferramentas usadas no processo de fabricação das peças e/ou manutenção geral da Empresa.	EPI's
	A	Levantamento e Transporte Manual de peso		Na movimentação das peças nos diversos processos de produção.	Treinamentos para manuseio / Ponte rolante.
	E	Postura Estática		Pouca alternância de postura.	Treinamento / Alongamento.
	D	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.		Prensagem, aprisionamento, corte ou perfuração ao manusear peças, operar	Treinamento / Quadro de ferramentas.
	F			Queda de nível diferente quando a atividade exigir o acesso e/ou permanência do funcionário sobre escada, plataforma, bancada entre outras situações. Queda de veículos.	Treinamento / 5 S.
	P			Risco de acidente com máquinas e equipamentos no momento da operação.	Treinamento / Acessórios de ferramental.
	G	Substância compostas e produtos químicos em geral.		Presença de óleo nas peças e/ou de antirrespingo, líquido revelador, antiferrugem, detergente diluído em água, solventes, tintas, silicone, massa de calafetamento, ácidos, bases, alcoóis entre outros produtos necessários para o desenvolvimento do processo de produção, embalagem com diversos tipos de produtos químicos.	EPI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3.2.3 - Resultados

Visando a efetivação de resultados do Passo 0, é realizada uma auditoria interna, através do preenchimento de *check-list* de passos. Caso haja eficácia na implantação do passo, que corresponda a uma nota igual ou maior que 85%, é iniciado o próximo passo. No caso em questão, a pontuação do primeiro *check-list* foi de 90%.

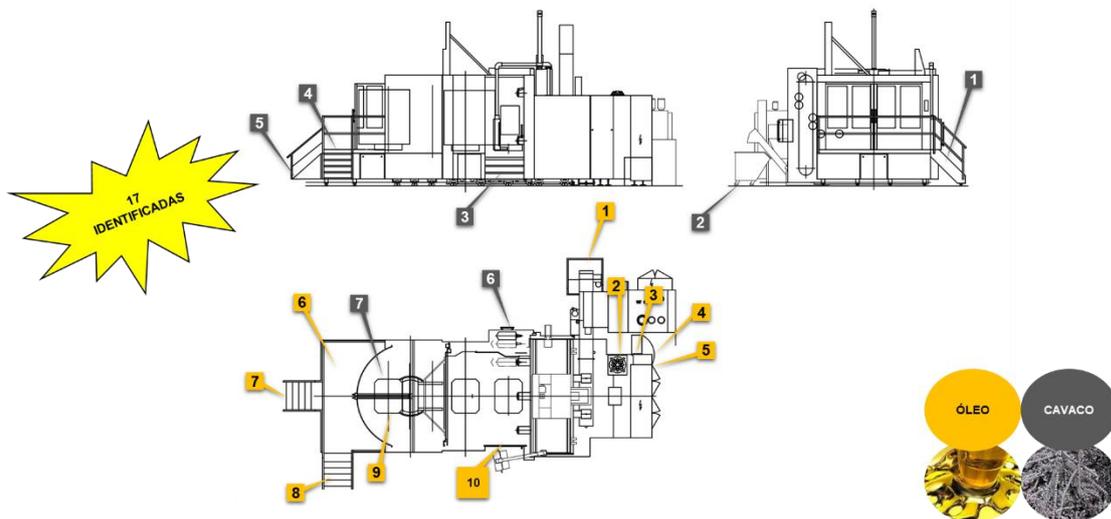
3.3 Passo 1 – Limpeza Inicial

O início desse Passo é o chamado dia “D”. No início do dia, foi feita uma reunião com os envolvidos demonstrando as atividades que seriam realizadas e também os métodos de segurança, EPI’s e materiais de limpeza e manutenção que foram utilizados para a limpeza inicial.

Neste trabalho, foram envolvidos os membros do Pilar AM, os operadores do equipamento, equipe da manutenção, líderes e supervisores, é importante a presença da liderança visando demonstrar o comprometimento com a implantação da metodologia. A premissa foi a aplicação da ferramenta 5S que tem o objetivo de aperfeiçoar organização, limpeza e padronização.

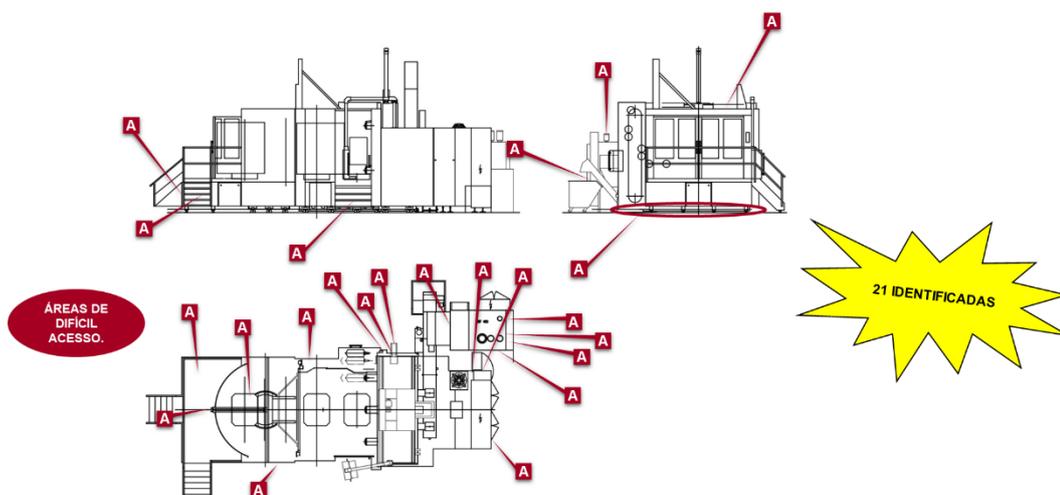
Foram aplicadas 76 tag’s (etiquetas de AM) e 16 tag’s (etiquetas de segurança). Dentre elas, identificou-se as fontes de contaminação (figura 9) que no total foram 17, e áreas de difícil acesso (figura 10) do equipamento que no total foram 21.

Figura 9 - Fontes de Contaminação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 10 - Áreas de Difícil Acesso



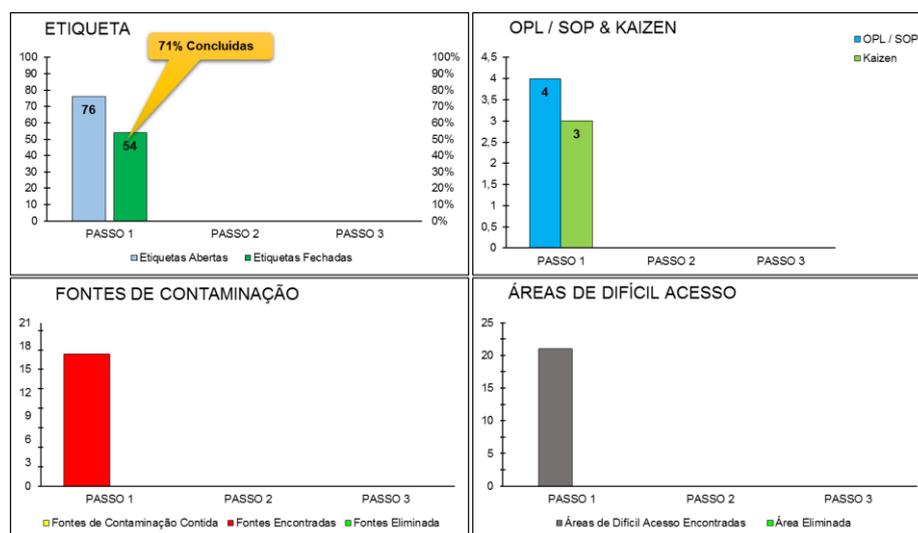
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Feita essa identificação, foi feito um *check-list* de atividades preliminares, para atender as necessidades do Pilar AM, definindo as atividades necessárias para manutenção autônoma no equipamento.

3.3.1 – Resultados

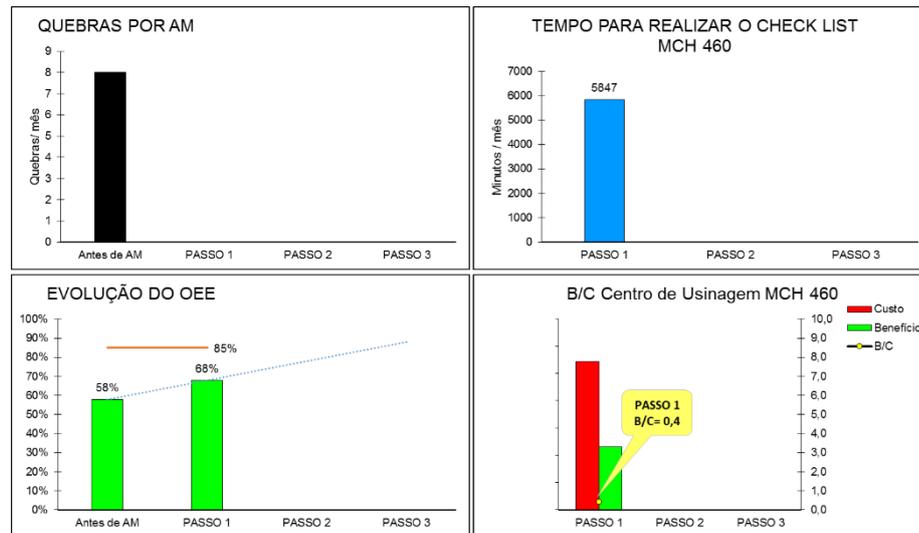
Durante a implantação do Passo 1, foram levantados os resultados abaixo de acordo com o trabalho desenvolvido.

Figura 11 - KAI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 12 - KPI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Das etiquetas de AM aplicadas no Passo 1, 71% foram concluídas, ou seja, foram resolvidas. Foram desenvolvidos 04 SOP/OPL e 3 Kaizen de acordo com os indicadores apresentados (Figura 11).

A figura 12 apresenta os KPI's, que são indicadores que demonstram quantidade de quebras, tempo para realização de *check-list* preliminar (CILR), evolução do OEE, que trata-se do aumento de disponibilidade, performance e qualidade do equipamento e o B/C do equipamento que é o custo benefício das melhorias no equipamento (No Passo 1, o custo é maior que o benefício).

Assim como na primeira transição de passos, é feito um *check-list* de passos, com auditoria interna. Neste Passo, o Pilar atingiu 92,5% de pontuação, podendo assim, avançar para o próximo passo.

3.4 – Passo 02 – Eliminação de Fontes de Contaminação e Locais de Difícil Acesso.

No Passo 01 foram identificados as fontes de contaminação e os locais de difícil acesso. No Passo 02 foram realizadas as contenções de algumas fontes de contaminação e eliminação do restante das fontes de contaminação e locais de difícil acesso. Neste passo, é muito utilizado o “GEMBA” parte da ferramenta 5G, tem o objetivo de ida à localização do equipamento e com isso, obtenção de visão amplas dos problemas encontrados.

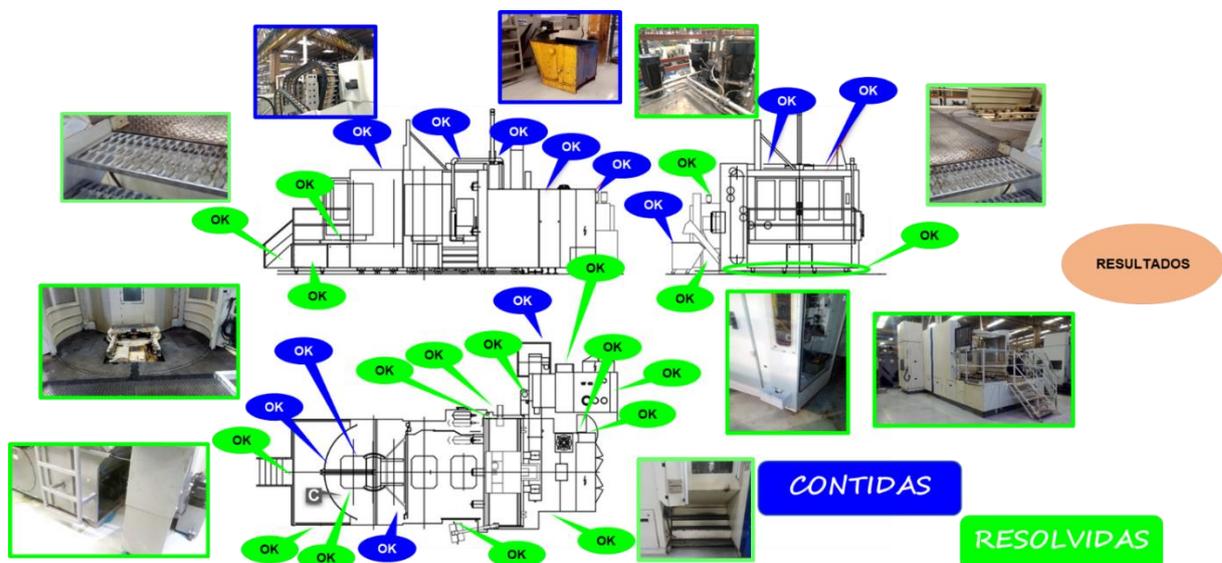
A partir desse momento, são desenvolvidos projetos de melhorias (Kaizen) buscando a resolução dos problemas identificados, visando a redução de tempo de CILR e levando o equipamento a Zero Quebras por AM.

Um dos problemas identificados foi o design da escada do equipamento o que ocasionava em aumento no tempo para a limpeza, pois, havia vários locais de difícil. A solução foi enclausurar as laterais da escada e a parte inferior da máquina. Deste modo, houve a facilitação da limpeza pelo operador com redução em 90% do tempo de limpeza da escada.

Outro projeto desenvolvido que gerou uma melhoria de 50% no tempo de limpeza foi a instalação de quadros-sombra no equipamento, eliminando o uso de caixas de ferramenta e aumentando a organização do posto de trabalho do operador.

Abaixo está demonstrado o Mapa de Eliminação, onde são observados todos os projetos aplicados à máquina modelo.

Figura 13 - Mapa de Eliminação



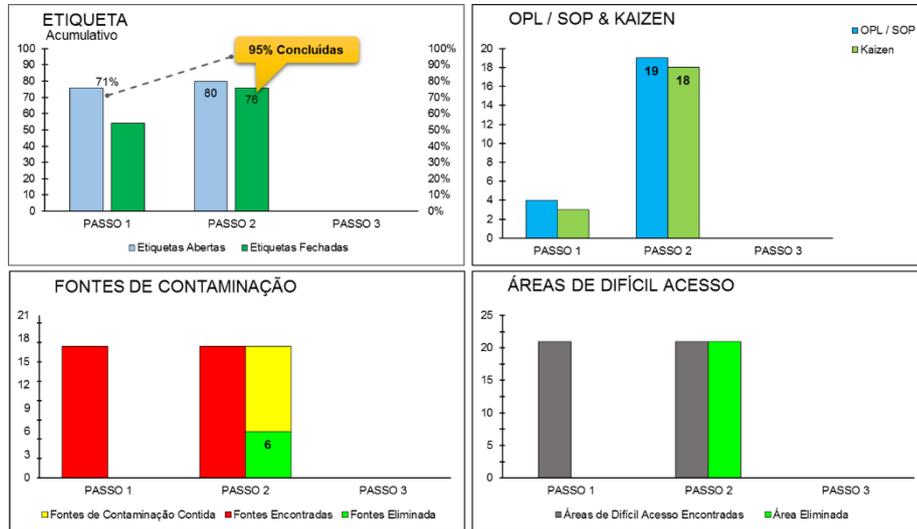
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3.4.1 Resultados

Na implantação do Passo 02 houve a implantação de mais etiquetas, totalizando 80 tag's entre os passos 01 e 02, havendo efetividade de conclusão em 95%. Neste passo, foram desenvolvidos diversos *Kaizen* de melhoria totalizando 18 na finalização deste passo, e também, 19 OPL/SOP. Todas as áreas de difícil acesso

foram eliminadas e as fontes de contaminação, 6 delas foram contidas e as demais eliminadas.

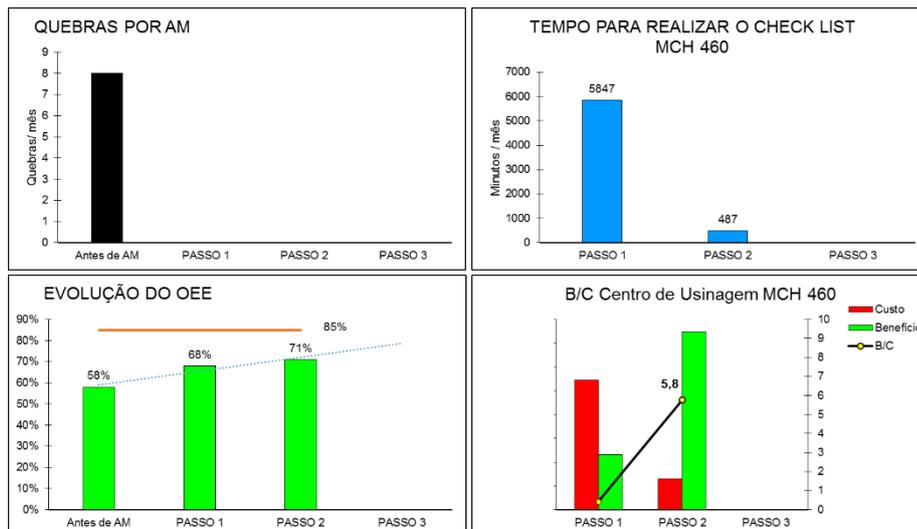
Figura 14 - KAI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Observa-se que a partir do Passo 1 não ocorreu mais quebras devido a falta de condições básicas da máquina, resultando, a partir de então, Zero Quebra por AM. O tempo de CILR foi reduzido em 83% e a evolução do OEE foi de 71%, gerando um B/C de 5,8. Neste Passo, é possível iniciar a visualização dos benefícios trazidos com as melhorias aplicadas.

Figura 15 - KPI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3.5 – Passo 03 – Padrões Autonomous Maintenance.

Após efetuado a implantação dos passos anteriores, onde foi possível identificar, conter e eliminar, fontes de contaminação e locais de difícil acesso e com isso conseguir um impacto positivo na redução de quebras por falta de condições básicas, deve ser criado um padrão de modo que o trabalho seja continuado para o alcance da máxima eficácia do equipamento e a premissa de zero quebras por AM.

Visando garantir a efetividade dos padrões de limpeza, lubrificação, reaperto e inspeção necessários, com o objetivo de que não ocorram quebras por falta de manutenção básica e que o trabalho seja realizado de maneira otimizada, foi aplicado o ECRS (Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar).

Neste passo, o tempo de CILR da máquina modelo tende a aumentar, uma vez que, algumas atividades do Pilar PM (*Professional Maintenance*) – Manutenção Profissional são transferidas para o Pilar AM (*Autonomous Maintenance*) – Manutenção Autônoma, já que neste momento, os operadores estão capacitados para realizar manutenções básicas que dispensem o trabalho de mantenedores profissionais. A intenção é que no decorrer da implantação dos próximos passos (4,5,6 e 7) atividades de manutenção se tornem cada vez mais autônomas.

Na empresa, foram transferidas três atividades do Pilar PM para o Pilar AM:

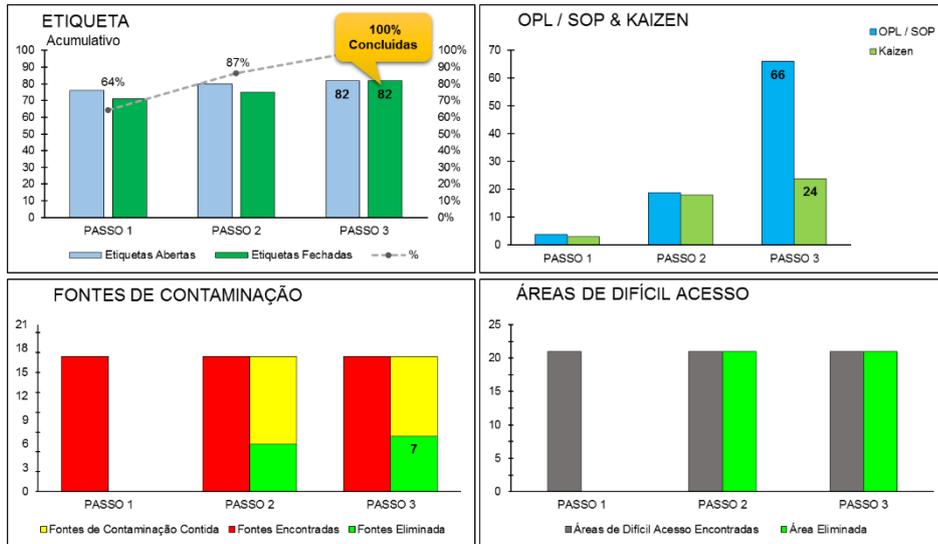
1. Limpar elemento de filtragem do agregado de refrigeração
2. Limpar trocador de calor do agregado hidráulico
3. Limpar chave de nível

Tratam-se de três atividades que eram operadas por mantenedores profissionais, e que hoje, após treinamento e implantação dos Passos 01 a 03 estão sendo executados pelos operadores de forma autônoma, desse modo, a empresa consegue reduzir o valor e o tempo da manutenção do equipamento, pois, o operador está preparado para detecção e solução de pequenos problemas.

3.5.1 ECRS

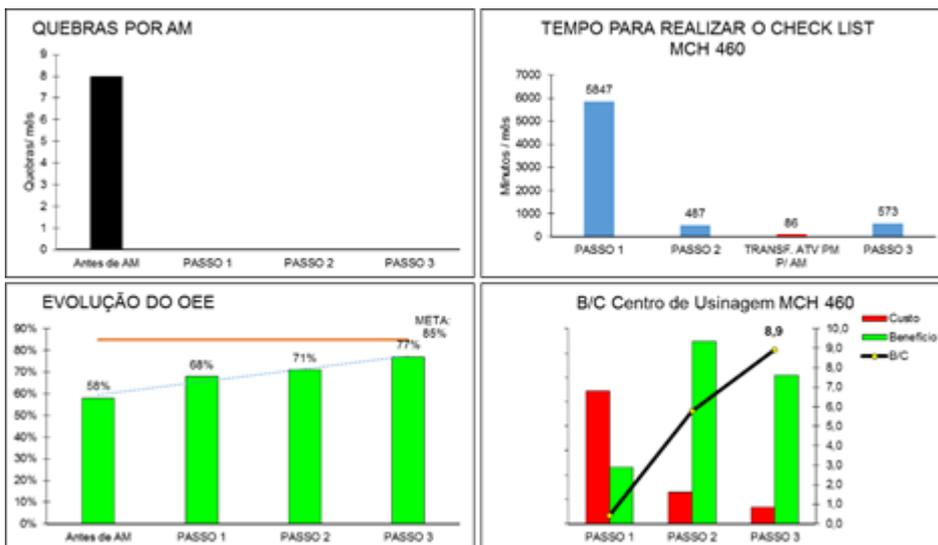
A sigla ECRS significa Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar e tem o objetivo de melhoria nos pontos de limpeza, lubrificação e inspeção do equipamento visando a redução do tempo e atividades de manutenção autônoma do operador (VENDRAMEL, 2017).

Figura 16 - KAI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 17 - KPI's



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Nas figuras 18 e 19, pode-se observar o antes e o depois, considerando a implantação dos Passos 00 a 03 do Pilar AM na chamada “Máquina Modelo” e na sua área de trabalho.

Observa-se que houveram alterações que tornaram o campo de trabalho mais organizado e otimizado.

Figura 18 - Antes Implantação Pilar AM



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 19 - Depois Implantação Pilar AM



F Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

De acordo com as imagens (figura 18 e 19) é nítida a melhoria trazida pela implantação do Pilar no posto de trabalho do operador. A limpeza e a organização trazem melhor qualidade de trabalho e segurança para ele e também ocasiona em inúmeros benefícios para a organização. Diante do cenário econômico competitivo que as empresas atuam, é necessário que busquem estar sempre a frente do seu concorrente, para isso, precisam utilizar novas ferramentas que auxiliem principalmente na redução de custos dos produtos.

O WCM – *World Class Manufacturing* é uma importante metodologia que tem como objetivo a redução de desperdícios que conseqüentemente trará redução dos custos. Pode-se observar na implantação dos Passos 00 a 03 na empresa em estudo que além de todos os benefícios trazidos, foi criado um desenvolvimento no modo de pensar do operador, que passou a se preocupar mais com o equipamento que opera. Criou-se uma percepção de que cada operador é “dono” do seu equipamento e tem autonomia sobre ele quanto às manutenções necessárias.

5. Conclusões

Após o acompanhamento da implantação dos Passos 00 a 03 do Pilar de AM da metodologia WCM foi possível observar que os resultados foram positivos, houve redução de quebras por condições básicas do equipamento e uma conseqüente redução de custos.

Para a consolidação de todos os passos e efetividade na implantação, os pilares precisam trabalhar de forma sinérgica visando interação entre eles de modo que todos os projetos de melhoria estejam adequados às normas e desenvolvimentos de cada Pilar.

Observa-se que a implantação do Pilar AM – Autonomous Maintenance (Manutenção Autônoma) é de grande valia para a organização. Com colaboradores preparados para agir proativamente diante de situações que possam prejudicar a produtividade é possível identificar falhas e eliminá-las em estágio inicial, evitar paradas de produção, e conseqüentemente garantir o processo produtivo através de padronização, mantendo a qualidade do produto e trazendo melhorias em todos os sentidos para a empresa.

Referências

CARVALHO, M. M.; PALADINI, P.E. **Gestão da Qualidade – Teorias e Casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABERPRO, 2012.

CORRÊA, H. L. **Just in Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1993.

RIBEIRO, H. **Volume 4: O Pilar de Manutenção Autônoma – Como fazer do Operador o “Dono do Equipamento”**. São Caetano do Sul: PDCA Editora, 2016.

SCHONBERGER, R. J. **Fabricação classe universal: a próxima década**; tradução Priscilla Martins Celeste. São Paulo: Futura, 1997.

SELEME, R. **Controle de Qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Intersaberes – (Série Administração da Produção), 2012.

TAKAGASHI, O. YOSHIKASU, T. **Manutenção Produtiva Total**; tradução Outras Palavras. São Paulo: IMAM Editora e Comércio LTDA, 2015.

VEIGA, L. F. **Estudo do pilar Manutenção Autônoma pela metodologia WCM (Word Class Manufacturing)**. 2018. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2018.

VENDRAMEL, J. A. **Estudo de caso sobre a implementação do pilar de manutenção autônoma da metodologia World Class Manufacturing (WCM) em uma multinacional do setor de bens de consumo**. 2017. Monografia Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2017.



**AUTORIZAÇÃO DE DEPÓSITO E PUBLICAÇÃO DO TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO**

Eu, Jorge Henrique Momesso Friche , RG 43.666.243-7 venho por meio deste, autorizar o depósito e a publicação de meu trabalho de conclusão de curso intitulado World Class Manufacturing (WCM) - Aplicação do Pilar de Manutenção Autônoma (AM) em uma organização do segmento industrial no repositório institucional da biblioteca das Faculdades Integradas de Bauru.

Bauru, 10 de dezembro de 2019.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Henrique Momesso Friche', is written over a solid horizontal line.

Jorge Henrique Momesso Friche