

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ana Laura Vendramel Joaquim

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

São Carlos
2017

ANA LAURA VENDRAMEL JOAQUIM

**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**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção Mecânica, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto

São Paulo
2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes e
Seção Técnica de Informática, EESC/USP com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

V532e Vendramel Joaquim, Ana Laura
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 / Ana Laura Vendramel Joaquim;
orientador Kleber Francisco Esposto. São Carlos, 2017.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção
Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2017.

1. WCM. 2. Manufatura de Classe Mundial. 3.
Manutenção Autônoma. I. Título.

Bibliotecário responsável pela estrutura de catalogação da publicação:

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

RESUMO

JOAQUIM, A. L. V. **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 (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

Atualmente, existe uma busca constante por competências que diferenciem as empresas frente ao mercado consumidor. Elas buscam se tornar mais competitivas e mais eficientes do que as outras, de maneira a exceder as expectativas dos clientes com menor custo, maior qualidade, flexibilidade e produtividade. São esses os conceitos que definem hoje uma empresa de Manufatura Classe Mundial.

A metodologia WCM proposta pelo prof. Dr. Hajime Yamashina da Universidade de Kyoto e membro da Academia Real de Ciências da Suécia (The Royal Swedish Academy of Science), tem sua base no Sistema Toyota de Produção (STP), que por sua vez foi o precursor do conceito de *lean manufacturing*. Esse conceito vem com o objetivo de otimizar a qualidade do produto por meio da melhoria contínua de seus processos e da eliminação de desperdícios.

Dessa forma, este trabalho abordou os conceitos bases da metodologia WCM com ênfase nos detalhes do pilar de Manutenção Autônoma. Em seguida, será apresentado um estudo de caso em que mostra os resultados positivos, como aumento de OEE e Zero quebras por falta de condição básica, devido à implementação dos passos 1 a 3 do pilar de manutenção autônoma da metodologia de WCM em uma manufatura do setor de bens de consumo.

Palavras-Chave: WCM, Manufatura de Classe Mundial, Manutenção Autônoma

ABSTRACT

JOAQUIM, A. L. V. Case study on the implementation of Autonomous Maintenance pillar from World Class Manufacturing (WCM) methodology in a multinational company from consumer goods sector. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

Nowadays there is a constant desire for competences that differentiate companies in front of the consumer market. They try to become more competitive and efficient than others in order to exceed customer expectations with lower costs, higher quality, flexibility and productivity. Those are the concepts that defines a World Class Manufacturing company.

The WCM methodology proposed by prof. Dr. Hajime Yamashina of Kyoto University and member of the Royal Swedish Academy of Sciences, is based in the Toyota Production System (TPS), which also originated the concepts of lean manufacturing. The objective of this concept is the optimization of the product's quality through the continuous improvement of its processes and elimination of waste.

This paper will briefly address the basic concepts of the WCM methodology and give emphasis on the details of the Autonomous Maintenance pillar. Next, a case study will be presented in order to show the positive results, such as increase of OEE and Zero breaks due to lack of basic condition, due to the implementation of steps 1 to 3 of the autonomous maintenance pillar of the WCM methodology in a manufacturing from consumer goods sector.

Keywords: WCM, World Class Manufacturing, Autonomous Maintenance

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Estrutura de WCM (Adaptado de GARBERDING, 2009) | 27 |
| Figura 2 - Pilares WCM (Adaptado de YAMASHINA, 2014) | 28 |
| Figura 3 - Classificação AM dos Operadores baseados nos 7 passos de AM (Adaptado de Yamashina, 2014) | 37 |
| Figura 4-Interação de AM com outros pilares - Fonte: Autonomous Maintenance Pillar Overview. Material Interno, 2014 | 45 |
| Figura 5 - Quebras por equipamento por pilar..... | 46 |
| Figura 6-Pareto de Quebras de AM na fábrica | 47 |
| Figura 7 - Evolução do radar chart da operação | 48 |
| Figura 8 - Pareto de Fonte de Sujeira - min/mês por fonte de sujeira | 51 |
| Figura 9 - Análise de Tempo - Resultados do Passo 1 | 52 |
| Figura 10 - Novo sistema de exaustão | 53 |
| Figura 11 - Análise Porque-Porque do entupimento no transporte pneumático | 54 |
| Figura 12 - Kaizen do mangote do transporte pneumático | 55 |
| Figura 13 - Análise Porque-Porque do entupimento da válvula rotativa..... | 56 |
| Figura 14 - Novo layout dos direcionadores de noodle | 56 |
| Figura 15 - Inversão do sentido da válvula rotativa..... | 57 |
| Figura 16 - Aumento da profundidade de caneca da válvula rotativa | 58 |
| Figura 17 - Vedação da placa perfurada | 58 |
| Figura 18 - Análise de tempo - Resultados do passo 2 | 60 |
| Figura 19 - Análise de tempo - Resultados do passo 3 | 62 |
| Figura 20 – Eficiência (OEE) e número de quebras por AM durante os meses de implementação do pilar | 63 |
| Figura 21 – Evolução da redução do tempo LIRL em minutos durante os meses de implementação do pilar..... | 63 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Sete passos do pilar de manutenção autônoma..... | 36 |
| Quadro 2 - Indicadores de performance e atividade | 64 |
| Quadro 3 - Comparaçao de resultados entre a teoria e a prática..... | 66 |

LISTA DE ABREVIAÇÕES

EWO: *Emergency Work Order*

JIT: *Just in Time*

KPI: *Key Performance Indices*

KAI: *Key Activities Indicators*

LIRL: Limpeza, Inspeção, Reaperto e Lubrificação

LOTO: *Lock Out and Tag Out*

MTBF: *Mean Time Between Failures*

OEE: *Overall Equipment Efficiency*

OPL: *One Point Lesson*

OTJ: *On the Job*

TIE: *Total Industrial Engineering*

TPM: *Total Productive Maintenance*

TQC: *Total Quality Control*

TQM: *Total Quality Management*

TWTT: *The Way To Teach People*

WCM: *World Class Manufacturing*

CD: *Cost Deployment*

SAF: *Safety*

FI: *Focused Improvement*

AM: *Autonomous Maintenance*

PM: *Professional Maintenance*

QC: *Quality Control*

LCS: *Logistics and Customer Service*

EEM: *Early Equipment Management*

PD: *People Development*

ENE: *Enviroment and Energy*

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 21 |
| 1.1 Contextualização | 21 |
| 1.2 Objetivo | 22 |
| 1.3 Método de Pesquisa | 22 |
| 1.4 Estrutura do Trabalho..... | 23 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 25 |
| 2.1 Metodologia WCM | 25 |
| 2.1.1 Pilares | 28 |
| 2.1.2 Ferramentas de Apoio | 32 |
| 2.1.3 Benefícios do WCM | 35 |
| 2.2 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA | 36 |
| 2.2.1 Objetivo | 36 |
| 2.2.2 Passo a passo do pilar de AM | 36 |
| 2.2.3 Indicadores | 42 |
| 2.2.4 Interação entre Pilares | 44 |
| 3. ESTUDO DE CASO..... | 46 |
| 3.1 Passo 0 – Atividades Preliminares..... | 46 |
| 3.1.1 O Processo e Princípio de Funcionamento | 47 |
| 3.1.2 A Equipe..... | 48 |
| 3.1.3 Segurança | 49 |
| 3.1.4 Resultados | 49 |
| 3.2 Passo 1 – Grande Limpeza..... | 49 |
| 3.2.1 Atividades | 49 |
| 3.2.1 Resultados | 51 |
| 3.3 Passo 2 – Eliminação de Fonte de Sujeira e Local de Difícil Acesso | 52 |
| 3.3.1 Atividades | 52 |
| 3.3.2 Resultados | 59 |
| 3.4 Passo 3 – Padrões AM..... | 59 |
| 3.4.1 ECRS | 60 |
| 3.4.2 Padrões | 61 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.3 Resultados | 61 |
| 3.5 Resultados – Indicadores | 62 |
| 4. CONCLUSÃO | 66 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 66 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Após a segunda guerra mundial, na metade do século XX, o conceito de produção enxuta foi concebido por Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota Motor Company no Japão, como resposta às dificuldades econômicas do período para o aumento de produtividade (WOMACK; JONES, ROOS, 1990). *Lean Manufacturing*, também conhecido como Sistema Toyota de produção, foi relatado por Womack e Jones no livro “*The Machine that Changed the World*” ao mostrar os resultados excelentes da Toyota com relação aos seus competidores.

O conceito chave do Sistema Toyota de Produção é otimizar a qualidade através da melhoria contínua de seus processos e da eliminação de desperdícios, como por exemplo excesso de estoque, de produtos, defeitos e movimentos. Ou seja, esse conceito surge para mostrar que é necessário fazer mais, com menos, para manter a competitividade das empresas.

O modelo do TPS está baseado em 4Ps: *Philosophy* - filosofia, *Process* - processo, *People and Partness* - pessoas e parceiros e *Problems Solve* - solução de problemas. Ou seja, para que a companhia se desenvolva usando os conceitos de produção enxuta é necessário que ela se preocupe não só com o Processo em si, mas também com as Pessoas (OHNO, 1997).

Englobando os conceitos chaves da metodologia proposta por Taiichi Ohno, o termo *World Class Manufacturing* surgiu no final do século XX como equivalente à melhoria rápida e contínua proposta por Schonberger em seu livro “*World Class Manufacturing*” (1986) em resposta a globalização e ao aumento da competitividade mundial. Dentro das ferramentas de *lean*, Shonberger (1986) destaca três conceitos bases: *Just in Time*, *Total Quality Management* e *Total Preventive Maintenance*, sendo fundamental o envolvimento das pessoas em todas as atividades.

De acordo com Maskell (1991), muitas vezes o conceito WCM pode ser amplo, porém ele sempre incluirá uma nova abordagem para a qualidade, técnicas de produção *Just in Time*, mudança no gerenciamento da operação e uma abordagem flexível.

Seguindo os conceitos de TPS e aplicando as ferramentas de *lean*, o WCM tem como objetivo simplificar as operações e alcançar o zero estoque, zero quebras e zero defeitos. Ou seja, assim como TPS busca fazer mais com menos ao reduzir o desperdício, WCM vem para eliminar

defeitos, quebras, estoques e excesso de material com o objetivo de melhorar a qualidade do produto e reduzir os custos da empresa para garantir a sua participação no mercado.

Yamashina (2014) defende que uma empresa não pode simplesmente cortar custos para se tornar um competidor de classe mundial, é necessário investir os recursos nas áreas certas para aumentar o seu diferencial competitivo. E é isso que a metodologia WCM propõe, afinal ela foi desenvolvida para identificar facilmente os problemas de acordo com custo de cada um e engajar os colaboradores que são capazes e estão dispostos a resolver os mesmos. É importante ressaltar que as pessoas são fundamentais no processo de mudança e implantação dos princípios da manufatura enxuta dentro da companhia com o intuito de ser uma manufatura de classe mundial.

A necessidade do aumento da competitividade devido a globalização, a busca para se tornar uma manufatura de classe mundial e o sucesso das técnicas de WCM implementados em empresas do setor automobilístico, apresentam o principal questionamento a ser discutido nesse trabalho: *O pilar de manutenção autônoma da metodologia WCM garante os resultados esperados da teoria na prática em uma empresa do setor de bens de consumo?*

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar brevemente a metodologia World Class Manufacturing proposta pelo prof. Dr. Hajime Yamashina da Universidade de Kyoto e membro da Academia Real de Ciências da Suécia (The Royal Swedish Academy of Science) e o impacto da implementação do pilar de Manutenção Autônoma para o aumento da eficiência dos equipamentos (OEE) e redução do número de quebras por falta de condição básica.

Para isso, foi apresentado uma discussão sobre a diferença entre a teoria e a prática da implementação do pilar, uma vez que o setor de manufatura é dinâmico e conta com desafios diferentes a cada dia que podem dificultar a implementação da metodologia somado com o aspecto comportamental dos colaboradores da empresa, uma vez que a metodologia busca a colaboração de todas as pessoas envolvidas, desde a liderança até a operação.

1.3 Método de Pesquisa

Ao analisar os métodos de pesquisas propostos por Gil (2002, p.41) no seu livro “Como Elaborar Projetos de Pesquisa”, tem-se a pesquisa exploratória como um método qualitativo com o objetivo de apresentar o problema de forma mais explícita e até elaborar hipóteses, ou seja, uma

pesquisa para promover a familiaridade do tema, assumindo assim, na maioria dos casos, a forma de pesquisa bibliográfica, entrevistas sobre a teoria na prática e análise de exemplos para garantir a compreensão.

O trabalho foi realizado a partir de pesquisa em livros, artigos e teses, bem como todo o material interno disponibilizado pela companhia para aplicação da metodologia dentro da mesma. Seguido de um estudo de caso da implementação dessa metodologia dentro de uma fábrica de bens de consumo para maior contato e compreensão com a metodologia na prática. Dessa forma, é possível classificar o trabalho como uma pesquisa exploratória.

Além disso, segundo Thiollent (1985) *apud* Gil (2002, p.55) a pesquisa ação é

"...um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo."

Dessa forma, como a segunda etapa do trabalho conta com a participação ativa da pesquisadora para a implementação do pilar de AM para um equipamento específico dentro de uma das fábricas, ela é então classificada como uma pesquisa-ação.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho apresenta a origem da metodologia de Manufatura de Classe Mundial proposta por Richard J. Schonberger em 1986 com título de um de seus livros e seu desdobramento até hoje no capítulo 1. Em seguida, são apresentados os pilares técnicos e gerenciais da metodologia já incorporando os valores e conceitos propostos pelo prof. Dr. Hajime Yamashina da Universidade de Kyoto e membro da Academia Real de Ciências da Suécia (The Royal Swedish Academy of Science) no início dos anos 2000. Logo depois, são apresentadas algumas ferramentas de apoio para a implementação das técnicas de WCM e os benefícios dessa metodologia.

A segunda parte do referencial teórico, ainda no capítulo 2, apresenta em detalhe toda a metodologia da aplicação do pilar de Manutenção Autônoma. Contém a descrição e resultados esperados de cada passo, bem como os indicadores de performance e de atividade do pilar, seguido pela interação do mesmo com outros pilares.

No capítulo 3 é apresentado o estudo de caso da implementação do pilar AM do passo 1 ao 3 em uma multinacional de bens de consumo seguido da discussão entre a teoria e a prática da aplicação da metodologia no capítulo 4.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologia WCM

O termo *World Class Manufacturing* foi apresentado por Schonberger (1986) nos anos 80 como equivalente a melhoria rápida e continua. Schonberger (1986) considera 3 grandes conceitos importantes do WCM sendo eles: *Just in Time* (JIT) com foco para alcançar a quantidade ideal, na hora e local ideal, *Total Quality Management* (TQM) que tem como objetivo o fazer certo pela primeira vez, *Total Productive Maintenance* (TPM) que busca a manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras e pequenas paradas. Porém, esses conceitos isolados não caracterizam WCM como metodologia. É necessário garantir o envolvimento das pessoas, tanto liderança quanto operação, e a simplicidade. WCM tem como objetivo simplificar todas as operações.

Hoje, a disseminação do conceito WCM, se deve ao professor da Universidade de Kyoto Hajime Yamashina. A diferença é que ele propõe o pilar de desdobramento de custo como método de priorização das perdas para o desenvolvimento de projetos de melhoria que atacarão as mesmas.

Assim, como desde o princípio já proposto por Schonberger (1986) e complementado por Yamashina (2000), WCM tem como objetivo zero desperdício, zero defeito, zero parada e zero estoque, o que conecta sua evolução com os princípios de *Total Industrial Engineering* (TIE), TQM, TPM e JIT

- **TIE:** é um sistema que abrange diferentes métodos para maximizar o desempenho da operação ao diminuir Muri (sobrecarga), Mura (irregularidade) e Muda (atividades com valor não agregado);
- **TQM:** gestão de melhoria continua que tem como objetivo buscar a excelência da qualidade do produto de forma que ele atenda sempre as necessidades do cliente;
- **JIT:** tem o objetivo de produzir apenas o que é necessário, quando for necessário e onde for necessário, evitando assim possíveis desperdícios;
- **TPM:** é o que garante a excelência na prática de manutenção devido a diversidade de demanda, pois os equipamentos precisam estar disponíveis para produzir sempre que necessário dentro dos padrões de qualidade definidos.

Ao relacionar os conceitos apresentados, é possível dizer que TPM faz parte de TQM e que TPM é a base para o JIT (YAMASHINA, 2000). Outra possível analogia é enxergar o TQM como cérebro, JIT como o sistema nervoso e TPM como músculos. Dessa forma, WCM busca zero estoque (JIT), zero defeitos (TQC), zero quebras (TPM) e menor custo (TIE) (YAMASHINA, 1995).

Nos dias de hoje TPM é algumas vezes referência para *Total Productive Management*, ou seja, quando bem implementado, ele é muito mais do que simplesmente o foco na manutenção. Ele é visto como um sistema completo de gerenciamento da produção, por isso algumas empresas referem-se ao WCM como uma evolução do TPM, quando na verdade, TPM faz parte da metodologia WCM.

É necessário ressaltar que, segundo Yamashina (2014), existe um inconveniente sobre TPM, TQC, JIT e atividades TIE que é a falta de relação direta entre uma atividade e seus benefícios de redução de custos. Ou seja, nenhum sistema pode ser considerado satisfatório sem ter a capacidade de avaliar os custos. Portanto, o principal conceito que o Prof. Dr. Yamashina propõe com a implementação do novo modelo de WCM é o conceito do pilar de Desdobramento de Custo que justifica, através de uma matriz de perda por custo, a aplicabilidade da ferramenta para tratar determinada perda, ou seja, é a justificativa financeira para a aplicação de WCM.

A metodologia *World Class Manufacturing* busca então aumentar a produtividade, reduzir o número de quebras e garantir a qualidade do produto através do envolvimento das pessoas com foco na melhoria contínua e eliminação das atividades que não agregam valor. A Chrysler Group (2009), que também implementou WCM em 2009 com base nos conceitos do professor Yamashina, apresentou um esquema em que é possível resumir a estrutura de WCM a cima apresentada de acordo com a Figura 1.

De acordo com Yamashina (2014) existem sete pontos chaves para a compreensão e implementação de WCM, sendo eles:

1. A importância de ser uma visão de perspectiva: ter uma visão horizontal que vá do global para o detalhe para garantir a priorização correta das ações;
2. Visualização: de acordo com Yamashina (2014), o que define uma manufatura de classe mundial é a existência de um sistema que torna possível identificar qualquer anomalia visualmente de forma que qualquer pessoa consiga reconhecer-la como um problema imediatamente”

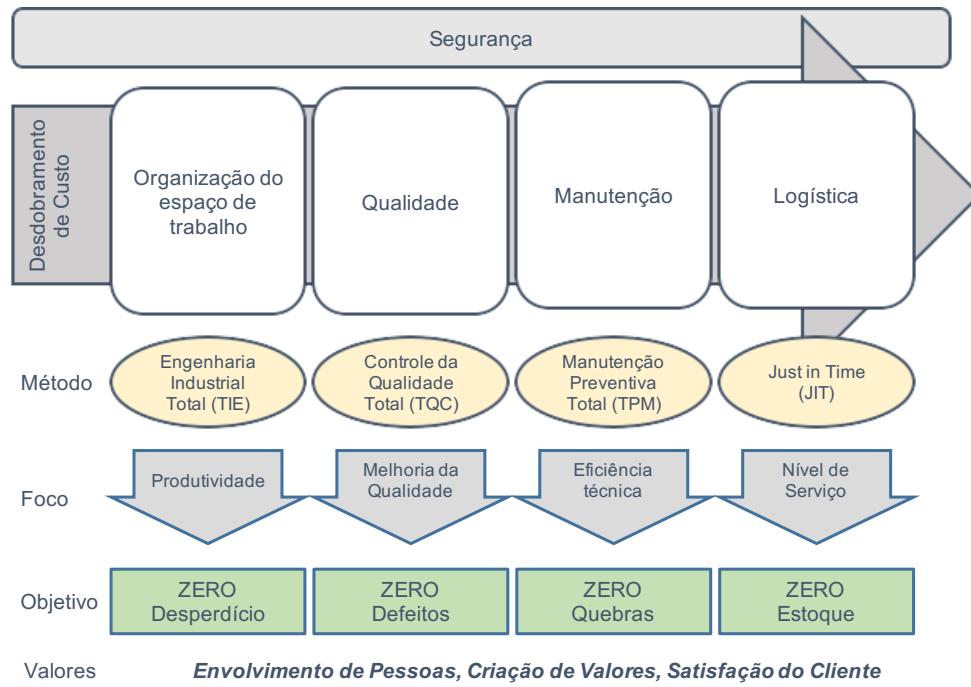


Figura 1 - Estrutura de WCM (Adaptado de GARBERDING, 2009)

3. Ferramentas e métodos ideias para cada etapa: é necessário entender cada problema para então identificar a ferramenta ideal de solução, só assim será possível entender a verdadeira causa raiz de cada problema.
4. Conceito ótimo do “Zero”: zero acidentes, zero quebras, zero defeitos, zero desperdício;
5. Contramedidas para causas raízes e não sintomas: WCM busca resolver o problema na causa raiz e não perder tempo tratando apenas os sintomas;
6. Orientado a detalhes: é necessário entender no detalhe para poder tratar os problemas mais complexos;
7. Guiado pelo custo: o pilar de WCM é o que indicará quais perdas devem ser priorizadas de acordo com o custo gerado por cada uma delas.

E também sete passos para a implementação do modelo completo de WCM:

1. Identificar quais os problemas;
2. Detectar onde estão os problemas;
3. Priorizá-los de acordo com o desdobramento de custo;

4. Analisar cada um e escolher os métodos e ferramentas corretos;
5. Estimar o custo da solução;
6. Implementar as soluções com rigor;
7. Avaliar os resultados finais de acordo com o objetivo.

Dessa forma, para garantir a implementação da metodologia devemos adotar métodos e indicadores que possam medir a evolução das melhorias e a habilidade de manufatura competitiva de todas as empresas. Dessa forma cada pilar possuirá indicadores de performance (KPI) e indicadores de atividades (KAI) de acordo com seus objetivos.

2.1.1 Pilares

World Class Manufacturing é composto por 10 pilares técnicos que têm como base 10 pilares gerenciais (Figura 2). De acordo com Yamashina (2014), a estrutura de WCM se baseia em 4 pilares bússolas que guiaram os projetos e atividades de acordo com Segurança, Qualidade (Controle de Qualidade) e Custo (Desdobramento de Custo).

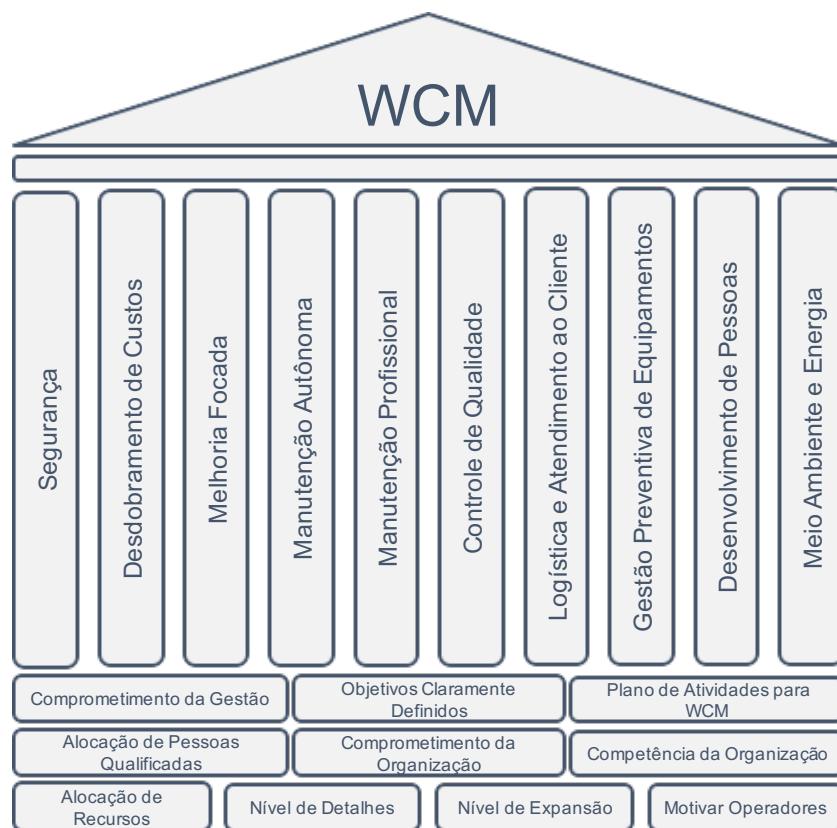


Figura 2 - Pilares WCM (Adaptado de: YAMASHINA, 2014)

2.1.1.1 Pilares Técnicos

Segurança - Safety (SAF): Tem como objetivo reduzir o número de acidentes através da mudança para uma cultura preventiva com foco em segurança e da melhoria ergonômica do ambiente de trabalho para garantir um local de trabalho totalmente seguro. (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013)

Desdobramento de Custo – Cost Deployment (CD): É o pilar responsável pela análise das perdas e ganhos. Tem como objetivo identificar as principais perdas da cadeia através da implementação de uma matriz de custos e repassar essas informações para todos os outros pilares de forma que cada pilar possa, de maneira estratégica e eficaz, atacar aquelas perdas que trarão maior retorno para a companhia.

De acordo com Yamashina (2014), esse é o conceito de maior importância para o WCM, uma vez que os planos de ações definidos pelos outros pilares tenham um objetivo único e uma justificativa real e coerente com o desenvolvimento/ambiente da companhia.

Melhoria Focada – Focused Improvement (FI): Ataca as perdas mais importantes de acordo com a priorização feita por CD. Ele busca eliminar as ineficiências e as atividades que não agregam valor com o intuito de aumentar a competitividade do custo do produto. Além de dar suporte metodológico para todos os outros pilares (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

Manutenção Autônoma – Autonomous Maintenance (AM): Tem como objetivo aumentar a eficiência do equipamento através da redução e eliminação de quebras por condição básica, além de promover melhorias para o posto de trabalho (YAMASHINA, 2014).

Manutenção Profissional – Professional Maintenance (PM): Facilita a colaboração e o comprometimento entre o manutentor e o operador de forma a reduzir quebras aplicando técnicas de análise de falhas. Desenvolve a cultura de práticas de manutenção com o intuito de prorrogar a vida útil dos equipamentos (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

Controle de Qualidade – *Quality Control (QC)*: Com o intuito de atender às necessidades do cliente, o pilar de controle da qualidade busca diminuir a quantidade de produtos não conformes, desenvolver as habilidades dos operadores e garantir as especificações de qualidade do produto (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

Logística e atendimento ao cliente – *Logistics and Customer Service (LCS)*: Tem como objetivo a definição de um fluxo eficiente, garantindo a redução do estoque, minimizando a movimentação de materiais e promovendo o abastecimento dos materiais diretamente na linha de produção. Redução de estoque, movimentação de materiais e fluxo logístico (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

Gestão Preventiva de Equipamentos - *Early Equipment Management (EEM) Early Product Management (EPM)*: Garante que os novos projetos entreguem equipamentos que tenham as melhores performances e para garantir a participação da companhia compatível com competitividade do mercado. Tem como objetivo a redução do lead time e do tempo de comissionamento garantindo a implementação de novos equipamentos com melhores performances, facilidade de manutenção e baixo custo (YAMASHINA, 2014).

Desenvolvimento de Pessoas – *People Development (PD)*: Este pilar trabalha com o desenvolvimento de cada colaborador. É necessário desenvolver pessoas competentes para cada grau de forma a garantir a implementação do WCM. Dessa forma, o pilar de PD garante um sistema estruturado para desenvolver e treinar as pessoas de acordo com as competências necessárias para cada cargo.

A perda principal do pilar é o erro humano, portanto ele tem envolvimento com todos os pilares, principalmente AM e PM, que contam com colaboradores especialistas nos equipamentos de produção (YAMASHINA, 2014).

Meio Ambiente e Energia – *Environment and Energy (ENE)*: O pilar garante o cumprimento dos requisitos da gestão ambiental (ISSO 14001) desenvolvendo a cultura de reduzir o consumo de energia e suas possíveis perdas (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

2.1.1.2 Pilares Gerenciais

Comprometimento da Gestão: Segundo Yamashina (2014), a liderança deve estar 100% comprometida com a implementação e execução das atividades de WCM, uma vez que ela é a responsável por repassar e traduzir os objetivos para toda a operação garantindo o envolvimento e o comprometimento dos mesmos para alcançar todas as metas.

Objetivos Claramente Definidos: É importante que os objetivos sejam bem definidos e comunicados para todos de forma clara. Para garantir que todos os objetivos sejam alcançados, é necessário a definição de indicadores para cada um deles, de forma que esses indicadores e seus respectivos metas estejam sempre visualmente disponíveis para todos os colaboradores (YAMASHINA, 2014).

Plano de Atividades para WCM: É importante que a liderança estabeleça um plano de atividades de WCM divido em etapas. Esse plano de ação deve estar conectado às mudanças de mercado a curto, médio e longo prazo, de forma que apresentando o valor agregado, inovações e melhorias com suas respectivas descrições em cada etapa resulte na satisfação do cliente (YAMASHINA, 2014).

Alocação de pessoas capacitadas para área modelo: De acordo com Yamashina (2014), a essência do WCM é o envolvimento e o comprometimento das pessoas, garantindo que as pessoas capacitadas estejam alocadas nas áreas modelos para disseminar o *know how* aos outros envolvidos. Por isso, o pilar de PD deve, em conjunto com os outros pilares, garantir o desenvolvimento dos membros em cada área.

Comprometimento da Organização: A organização, seja a liderança ou os colaboradores, devem estar comprometidos de forma a resolver todos os problemas. Trabalhando em conjunto é necessário ter a visão de que todos os problemas podem ser solucionados ao invés de procurar motivos para não resolve-los (YAMASHINA, 2014).

Competência da organização para aplicação dos métodos e ferramentas: É importante a formação de um time suporte que dissemina o conhecimento dos métodos e ferramentas ao lidar

com os desperdícios e perdas. WCM utiliza várias ferramentas de apoio, porém é necessário saber qual utilizar em cada passo, caso contrário, os resultados podem não ser alcançados como o planejado (YAMASHINA, 2014).

Tempo e Dinheiro (Alocação de Recursos): Assim como ter um planejamento de atividades, é necessário também um planejamento para alocação de recursos, de forma que todas as melhorias consigam ser implementadas de maneira eficaz e eficiente ao tratar das perdas que trarão um maior retorno para a companhias (PABLO RIBEIRO, 2014).

Nível de Detalhes: O nível de detalhe estratificado para cada perda é de suma importância para poder encontrar os problemas reais e ataca-los da maneira correta, uma vez que os recursos são limitados

Nível de Expansão: Segundo Yamashina (2014), para ter o máximo proveito da metodologia WCM, o que foi desenvolvido em uma área deve ser transmitido para outra. Por isso, o plano de expansão deve ser realizado a partir do pilar de CD para priorizar as seguintes áreas e equipamentos que trarão maiores impactos com a diminuição dos custos com quebras. Além disso, para usufruir ao máximo da metodologia e garantir todos os seus benefícios, a expansão deve ocorrer também fora da companhia, por exemplo para os fornecedores

Motivar Operadores: Este pilar garante a importância de promover a motivação da operação para que todos os resultados planejados sejam alcançados.

2.1.2 Ferramentas de Apoio

Para garantir a eficácia da implementação do WCM, é necessário a aplicação de algumas ferramentas que dão suporte à execução do mesmo.

2.1.2.1 *Quick Kaizen*

Kaizen, que em japonês significa melhoria continua, é uma ferramenta utilizada no dia a dia com o objetivo de propor melhoria nos equipamentos ou no ambiente de trabalho, seja para

aumento de eficiência, garantia de qualidade, diminuição de desperdício ou diminuição de riscos ergonômicos (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

2.1.2.2 *EWO*:

Ferramenta de análise de quebra que contém toda a investigação do ocorrido com o intuito de identificar a(s) causa(s) raiz(es) da quebra e determinar um plano de ação para evitar que o mesmo tipo de quebra ocorra novamente. A folha de preenchimento da EWO contém os métodos 5W1H e 5PQ's.

2.1.2.3 *5 Porquês*:

Técnica utilizada para encontrar a causa raiz do problema através de 5 consecutivas perguntas “Porquê?”. Essa técnica é considerada por Ohno (1997) a base da abordagem científica da Toyota, pois de acordo com ele, ao se repetir a pergunta cinco vezes, tanto a natureza do problema, quanto a sua solução se tornam claras. É válido ressaltar que, se necessário deve-se realizar a pergunta mais de 5 vezes até encontrar a causa raiz.

2.1.2.4 *5S*:

A metodologia 5S tem como objetivo a redução de desperdícios com a implementação de cinco etapas que ajudam a promover a organização e a limpeza do posto de trabalho (WERKEMA, 2011):

1. *Seiri* – Eliminação do desnecessário: o que não é utilizado deve ser descartado;
2. *Seiton* – Organização: cada objeto deve ter o seu único e exclusivo lugar;
3. *Seiso* – Limpeza: o ambiente de trabalho deve estar sempre limpo;
4. *Seiketsu* – Padronização: é necessário o estabelecimento de práticas padrão para garantir o que foi alcançado com os S's anteriores;
5. *Shitsuke* – Disciplina: é necessária uma mudança comportamental dos membros envolvidos de maneira assumir um compromisso com os padrões estabelecidos.

2.1.2.5 OPL: One Point Lesson – Lição de Um Ponto

Metodologia simples que permite em uma única folha dar ênfase em apenas um único ponto de maneira clara e breve priorizando desenhos e fotografias com relação de certo e errado para determinada atividade. Ela deve ser uma ferramenta autoexplicativa e estar sempre disponível no posto de trabalho.

2.1.2.6 AM Tag:

Etiqueta azul que deve ser preenchida e fixada no equipamento para identificar anomalias encontradas nos equipamentos que podem ser resolvidas pela própria operação através da manutenção autônoma.

2.1.2.7 Poka-Yoke:

Também conhecido como dispositivos à prova de erros, são mecanismos que impedem o operador de cometer algum erro ao realizar uma atividade, além de consequentemente, impedir que algum defeito chegue ao cliente sem ser detectada pela produção (WERKEMA, 2011). Assim, esse método pode ser utilizado tanto para a detecção quanto para a prevenção de um erro.

2.1.2.8 Diagrama de Causa e Efeito – 4M:

Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, o método dos 4M tem como objetivo identificar as possíveis causas do problema de maneira segmentada em Máquina (*Machine*), Material (*Material*), Homem (*Man*) e Método (*Method*).

2.1.2.9 7WCM Tools:

1. Priorização: Podem ser utilizados ferramentas como o diagrama de pareto, estratificação ou curva ABC, com ajudas da matriz de risco, de qualidade e de desdobramento de custo, de forma a priorizar o problema que gera maior impacto negativo para a companhia (POOR; KOCISKO; KREHEL, 2016);
2. Sistematização e Lógica: identificar onde o problema ocorreu por meio da lógica;
3. Sketches: Desenhos e esquemas utilizados para entender o problema;
4. 5W1H + 5G:

- Método para compreensão do problema por meio da resposta de 6 perguntas: *What* (o quê): O que é o problema? *When* (quando): Quando aconteceu o problema? *Where* (onde): Onde ocorreu o problema? *Who* (quem): O problema é relacionado à capacidade técnica? *Which* (qual): Quais características estão do problema? *How* (como): Como mudou em relação ao original?;
 - Metodologia utilizada, quando necessária, para a investigação de acidentes de maneira a remediar e evitar possíveis novos acidentes com a mesma causa (POOR; KOCISKO; KREHEL, 2016);
5. Análise da Causa Raiz: tem o objetivo de encontrar a causa raiz do problema, podendo ser utilizado tanto o método dos Porquês quanto 4M;
 6. Visualização: promover a visualização do problema através de imagens e detalhes;
 7. A maneira de ensinar pessoas (TWTP): Consiste em uma entrevista com 4 perguntas para verificar o nível de treinamento que será necessário aplicar para a operação.

2.1.3 Benefícios do WCM

De acordo com Yamashina (2014), a principal desvantagem do TPM, TQC, JIT e TIE é a ausência de relação direta entre as atividades propostas e a redução de custo. Dessa forma, o principal diferencial do WCM para as outras metodologias de melhoria continua, é que ele prioriza suas ações a partir do desdobramento de custo. Ou seja, o WCM tem como base atacar primeiro as perdas que geram mais custos para a empresa, de forma que a aplicação da metodologia traga retorno financeiro para companhia. O pilar de Desdobramento de Custo é quem fornece toda a base para a implementação de WCM trazendo o benefício da redução de custos.

Outro pilar muito importante para garantir a excelência da implementação de WCM é o pilar de desenvolvimento de pessoas. Fator chave de competitividade no mercado. Uma vez que ele fornece base para a atuação de todos os pilares ele é também o que mantém a essência dos pilares gerencias, ou seja, a essência do WCM. Através desse pilar as pessoas saberão quais são as características e capacidades necessárias para cada atividade e terão o suporte necessário para se desenvolver através de treinamentos e exercícios na prática. Dessa forma, o envolvimento do pilar de PD traz o benefício do desenvolvimento de todos os membros da companhia.

Garantindo a execução minuciosa dos sete passos de todos os pilares, WCM trará como benefício principal a redução de custo, junto com a redução de desperdício e melhora da qualidade além de proporcionar um melhor ambiente de trabalho.

2.2 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

2.2.1 Objetivo

O pilar de manutenção autônoma tem como objetivo trazer a máquina para seu estado ideal de funcionamento, prevenir a deterioração do mesmo através de operações autônomas corretas e *check lists* diários, e estabelecer as condições básicas necessárias para garantir que o equipamento esteja sempre em boas condições de funcionamento. Tem como meta eliminar as quebras por falta de condição básica e garantir o aumento da eficiência do equipamento, deixando-o sempre disponível para produzir quando necessário (YAMASHINA, 2014).

2.2.2 Etapas do pilar de AM

O pilar de manutenção autônoma é implementado em 7 passos. Os três primeiros correspondem à etapa reativa que busca gerar mudança na máquina, ou seja, identificando fontes de sujeira e buscando melhorias no equipamento para eliminar ou conter essas fontes e consequentemente alcançar zero quebras por falta de limpeza, ou seja, por falta de condição básica.

O quarto e o quinto passo correspondem à fase preventiva, eles buscam gerar uma mudança nas pessoas, fazendo com que a inspeção seja conduzida pelos próprios operadores e que os padrões a serem seguidos sejam também definidos por eles, de forma que eles tenham a responsabilidade de controle do equipamento e consequentemente da qualidade do produto.

Quadro 1 - Sete passos do pilar de manutenção autônoma

| Passo | Descrição | Caracterização |
|---------|---|----------------|
| Passo 1 | Limpeza Inicial | |
| Passo 2 | Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso | Reativo |
| Passo 3 | Estabelecimento de padrões de AM | |
| Passo 4 | Inspeção Geral da Máquina | |
| Passo 5 | Inspeção Geral do Processo | Preventivo |
| Passo 6 | Melhoria dos Padrões | |
| Passo 7 | Sistema de gestão autônoma completamente implantado | Proativo |

Por fim, o sexto e o sétimo passo buscam alcançar uma mudança na gestão da manutenção, ou seja, a partir da definição de todas as atividades e padrões de AM implementados, o operador deve ser responsável pela área de trabalho, da qualidade do produto e da confiabilidade dos equipamentos.

É importante ressaltar que, de acordo com Yamashina (2014) e Xenos (1998), para garantir a excelência na implementação do pilar, os operadores devem ser capacitados em quatro níveis que abrangem os 7 passos de AM, sendo eles:

1. Habilidades para entender a performance do processo, suas funções e a maneira correta de operar: esse nível corresponde aos passos 1 a 3 de AM;
2. Habilidades para entender as propriedades dos materiais que estão sendo manuseados e executar ajustes e montagem: esse nível corresponde aos passos 4 e 5 de AM;
3. Habilidades para detectar anomalias prontamente e tomar ações de emergência contra elas: esse nível corresponde ao passo 6 de AM;
4. Habilidades para reconhecer sinais de anormalidades, lidar com elas corretamente e executar verificações de revisões periódicas e substituição correta de peças: esse nível corresponde ao passo 7 de AM;

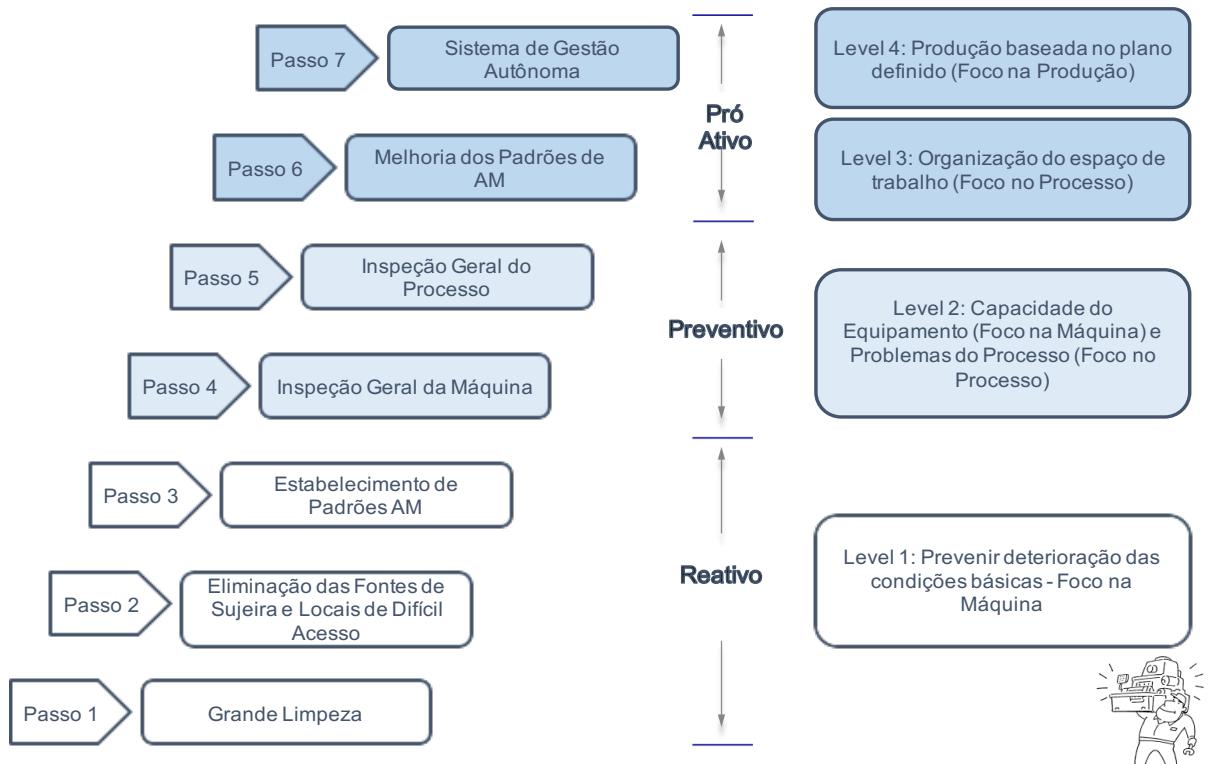


Figura 3 - Classificação AM dos Operadores baseados nos 7 passos de AM (Adaptado de: Yamashina, 2014)

2.2.2.1 Passo 0: Atividades Preliminares de Preparação

Para dar início às atividades de manutenção autônoma com excelência, é necessário o alinhamento junto com o pilar de desdobramento de custos para identificar a máquina modelo de acordo com o maior custo de quebras por falta de condições básicas.

Uma vez definido o equipamento modelo, é de suma importância que AM trabalhe junto com o pilar de segurança para garantir que todas as atividades serão feitas de modo correto e seguro. Dessa forma, é necessário um treinamento de aplicação correta de LOTO (*Lock out and Tag Out*) que garantirá energia zero no equipamento quando necessário. Em seguida deve-se criar ou revisar o padrão de gerenciamento de riscos do equipamento de forma a identificá-los e criar medidas para eliminar qualquer possível risco de segurança. Por fim, é importante promover um treinamento para o entendimento básico das suas funções, componentes e princípios de operação do equipamento (YAMASHINA, 2014).

2.2.2.2 Passo 1: Limpeza Inicial

O primeiro passo do pilar de manutenção autônoma tem como foco a limpeza inicial com o objetivo de trazer a máquina ao mesmo estado de quando ela foi comprada. A etapa deve durar de 1 a 2 meses e consiste na limpeza interna e externa do equipamento, análise de toda a sujeira retirada, identificação das anomalias do equipamento que devem ser resolvidas pela equipe de manutenção, compreensão dos princípios de funcionamento da máquina e a identificação de fontes de sujeira, locais de difícil acesso e pontos de limpeza.

As fontes de sujeira são os locais que contaminam pontos da máquina. Elas devem ser priorizadas de acordo com aquelas que geram maiores impactos no número de quebras por falta de condição básicas. Essa priorização é necessária, pois no segundo passo deverão ser tomadas ações para eliminar ou conter cada uma das fontes encontradas. Os locais de difícil acesso podem ser mapeados por diferentes motivos, seja para aplicação de loto, limpeza, operação, lubrificação ou manutenção. É necessário priorizá-los do mesmo modo que as fontes de sujeira, pois eles também deverão ser tratados no passo 2.

É importante que todos os membros do pilar participem da limpeza inicial. Essa etapa não é apenas para garantir a limpeza da máquina, mas sim fazer com que o operador conheça a mesma

e saiba identificar as anomalias antes que elas gerem alguma quebra, como por exemplo sons ou vibrações fora do padrão (XENOS, 1998).

Nessa etapa o envolvimento de PM é fundamental para garantir todos os benefícios do passo 1. Isso acontece, pois PM trabalhará em conjunto com AM para identificar as anomalias do equipamento e resolvê-las de forma que os dois pilares trabalhando em cooperação conseguiram restaurar as condições básicas do equipamento.

Como resultado do passo 1 deve ser apresentado o mapa das fontes de sujeira e dos locais de difícil acesso que serão priorizados e atacados no próximo passo e um calendário (*checklist*) de limpeza, inspeção e lubrificação com os pontos levantados para garantir as condições básicas do equipamento. Além de obter uma pequena redução do tempo de limpeza de acordo com o calendário e um aumento de 2 e 3% de OEE garantindo que a mesma seja maior que 65%.

2.2.2.3 Passo 2: Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso

O passo dois consiste em encontrar medidas para eliminar fontes de sujeira e locais de difícil acesso. Após a limpeza inicial, fica claro quais são os lugares possíveis de identificar as anomalias. Dessa forma os operadores devem ser treinados a ver, ouvir e sentir o equipamento de forma que todas as possíveis anomalias sejam identificadas e tratadas (XENOS, 1998).

Sugerido pelo prof. Yamashina (2014) existem 12 maneiras para tratar as fontes de sujeiras e diminuir o tempo de limpeza: eliminar, selar, bloquear, guiar, utilizar coberturas localizadas, não deixa espaço, aplicar coberturas, fornecer ar comprimido, aspirar, aplicar pressão positiva ou negativa, instalar cortinas, instalar novas tecnologias. A equipe deve então estabelecer ciclos de PDCA's para tratar cada uma das fontes de sujeira de acordo com a prioridade.

É importante utilizar a gestão visual em todas as etapas. Principalmente para acompanhar os indicadores de performance e garantir que todas as atividades de limpeza, inspeção, lubrificação e reaperto estão sendo realizadas de acordo com a frequência definida (XENOS, 1998).

O passo 2 deve durar de 3 a 6 meses e alcançar entre 70 e 80% de redução do número de quebras, além de 80% de redução do tempo de limpeza. Isso tudo deveria garantir um aumento de 6 a 9% na OEE sendo a mesma maior que 72%.

2.2.2.4 Passo 3: Estabelecimento de padrões de AM

O terceiro passo tem como objetivo controlar as atividades básicas e garantir a não deterioração do equipamento (XENOS, 1998), ou seja, é a etapa de padronização das atividades de manutenção autônoma para que possamos parar de corrigir os problemas e sim aprender a evitá-los. Dessa forma o passo três é o último passo da etapa de ações reativas.

Os operadores devem seguir todos os padrões definidos por eles mesmos nas etapas anteriores e neste passo. É necessário que eles tenham clareza dos motivos para o cumprimento desses padrões e das consequências caso eles não sejam seguidos (XENOS, 1998).

Baseado sempre na gestão visual, o calendário AM deverá mostrar e definir a melhor rota e sequencia das atividades de Limpeza, Inspeção, Lubrificação e Reaperto. Ou seja, é necessário realizar uma análise de ECRS (Eliminar, Combinar, Reorganizar e Simplificar) para otimizar a rota das atividades autônomas determinada pela operação (YAMASHINA, 2014).

Com a definição de uma rota mais eficiente e a padronização dos controles visuais, o passo três tem duração de 2 a 3 meses e espera manter zero quebras por condição básica, 90% ou mais de redução de limpeza AM e o aumento de 2 a 3% de OEE garantindo que essa já esteja maior que 75%.

2.2.2.5 Passo 4: Inspeção Geral da Máquina

Com uma duração de 3 a 6 meses, a primeira etapa do modo preventivo, busca desenvolver nos operadores as habilidades de inspeção geral dos equipamentos. Esse passo teve uma grande mudança entre TPM e WCM. De acordo com Xenos (1998), que ainda descreveu o passo 4 dentro da metodologia TPM, os operadores deveriam ser treinados *on the job* (OTJ) para melhorar suas habilidades de inspeção da máquina.

Porém, de acordo com Yamashina, com a implantação do pilar dentro de WCM, o passo agora se baseia em atacar as perdas que estão atreladas à máquina. Ou seja, deve-se dividir as perdas nos 4 M's: máquina (*Machine*), método (*Method*), homem (*Man*) e material (*Material*) e analisar aquelas que são relacionadas ao primeiro M. Dessa forma, prioriza-se os defeitos de qualidade, caso esses sejam responsáveis pelas maiores perdas de OEE, e em seguida as outras perdas de máquina, como pequenas paradas e velocidade reduzida, por exemplo. Para isso, o pilar de melhoria focada deve trabalhar em conjunto com AM nessa etapa buscando as melhores soluções para tratar as maiores perdas. É necessário ressaltar, que o custo de implementação dessa

etapa é alto, portanto é necessário realizar uma avaliação dos benefícios das soluções para justificar economicamente a implementação das mesmas (YAMASHINA, 2014).

Para garantir excelência na implementação da etapa preventiva, é necessário aumentar as habilidades dos operadores. Ao trabalhar junto com o pilar de desenvolvimento de pessoas, os operadores deverão ser treinados para mudar do nível 1 para o 2 de acordo com a classificação já apresentada no tópico 2.2.2. Etapa do pilar AM.

Com a implementação do passo, espera-se que todos os resultados do passo 3 sejam mantidos, ou seja, zero quebras por falta de condição básica do equipamento, padrões de limpeza e inspeção seguidos e um aumento de 4 a 5% na OEE garantindo que essa seja maior que 80%.

2.2.2.6 Passo 5: Inspeção Geral do Processo

Com os mesmos conceitos e duração do passo 4, essa etapa tem o foco no processo e não só no equipamento. Ou seja, no passo 5 é necessário trabalhar nas perdas que impactam a OEE relacionadas ao método, homem e material, como por exemplo a perda por troca de produto. Assim como no passo anterior, o pilar de melhoria focada é o principal suporte para essa etapa, lembrando que em todas as etapas o pilar de manutenção preventiva também estará trabalhando lado a lado com AM para garantir os melhores resultados.

Além disso, é necessário que todos os operadores estejam no nível 2 de classificação de habilidades. Dessa forma, o pilar de AM deve trabalhar junto com PD para encontrar os gaps de habilidades da operação e desenvolve-los de forma que todos alcancem o nível dois, sendo capaz de entender as propriedades do material que estão trabalhando e ajustar e configurar o equipamento de maneira correta.

O passo 5 é o último passo fase preventiva, dessa forma, após sua implementação, todos os operadores devem ser classificados como nível dois, o número de quebras por condição básica deve ser nulo e deve ser possível notar um aumento de 4 a 5% na OEE com a garantia de que essa seja maior que 85% (YAMASHINA, 2014).

2.2.2.7 Passo 6: Melhoria dos Padrões

O passo 6 propõe a eliminação do *work in process* (WIP), redução dos tempos de ajuste e *set up* e definição dos fluxos do local de trabalho, ferramentas, pessoas, materiais e dados. É nessa etapa que se da o início do autogerenciamento das atividades autônomas (YAMASHINA, 2014).

Dessa forma, de acordo com Xenos (1998), é possível dividir as atividades dessa etapa em 3 grandes grupos: “ (1) Estabelecer itens de inspeção adicionais para os equipamentos; (2) organizar e gerenciar o manuseio de ferramentas e materiais; (3) estabelecer padrões para as responsabilidades individuais”. Com isso é importante consolidar a gestão 5S da área e do equipamento utilizando sempre as práticas e gestão a vista. Essa etapa tem uma duração de 3 a 6 meses, e seus resultados devem ser mantidos mesmo após a implementação do último passo.

2.2.2.8 Passo 7: Sistema de gestão autônoma completamente implantado

A última etapa do pilar de manutenção autônoma, que conta com ações proativas, garante o gerenciamento total das atividades autônomas envolvendo todos os membros do time. Ele tem como foco o gerenciamento da produção e interação com as outras funções da fábrica.

Dessa forma a equipe mantém zero quebras por condição básica e zero defeitos de qualidade enquanto pode trabalhar com a otimização do custo e atendimento ao cliente. Garante-se assim, que o ciclo de melhoria continua será mantido e otimizado pelo time de manutenção autônoma reduzindo custos e eliminando desperdícios (YAMASHINA, 2014).

2.2.3 Indicadores

Para mensurar a evolução das ações propostas e garantir que a implementação do pilar de manutenção autônoma traz benefícios à companhia é necessário acompanhar os indicadores de performances (KPI) e de atividades (KAI). O primeiro monitora o desempenho da máquina e do processo, enquanto o segundo monitora o envolvimento da operação com o pilar, de forma a ver a importância das atividades de AM.

2.2.3.1 Indicadores de Performance (KPI)

OEE (Overall Equipment Efficiency): Tem como objetivo mostrar o aumento da eficiência do equipamento devido a redução e eliminação de quebras por falta de condições básicas. Esse indicador deve ser monitorado em todas as etapas desde o início da implementação do pilar.

Número de Quebras: Mostra a redução e eliminação de quebras por falta de condição básica do equipamento. Esse indicador deve ser monitorado em todas as etapas desde o início da implementação do pilar e tem como *target* alcançar zero quebras por falta de condição básica.

Tempo LIRL: Indicador que apresenta o tempo de Limpeza, Inspeção, Reaperto e Lubrificação. Dessa forma ele mostra a redução desse tempo conforme o avanço do pilar. Esse indicador deve ser monitorado em todas as etapas desde o início da implementação do pilar. Sua meta é chegar a 90% de redução do tempo com a implementação do passo 2.

MTBMS (Mean Time Between Minor Stoppages): Tem como objetivo mostrar a redução de pequenas paradas. Esse indicador deve ser monitorado a partir do Passo 4, uma vez que essa perda seja a de maior impacto na OEE. O pilar de Melhoria Focada (FI) é o principal pilar que atacará essa perda.

Defeitos de Qualidade: Com o intuito de satisfazer as necessidades do cliente, o indicador garante que os parâmetros de qualidade estão dentro das especificações e mantém a conexão entre o pilar de QC. Esse indicador é medido a partir do passo 4, uma vez que este começa a trabalhar com ações preventivas.

2.2.3.2 *Indicadores de Atividades (KAI)*

AM Tag: Monitora a quantidade de etiquetas de manutenção autônoma abertas pelos operadores para a resolução de anomalias ou controles visuais, por exemplo. Bem como a resolução e o fechamento dessas mesmas etiquetas. Essa quantidade deve ter aumento percentualmente com relação a quantidade de etiquetas vermelhas, uma vez que o objetivo da implementação do pilar é dar mais autonomia aos operadores para cuidar do equipamento. Esse indicador é controlado desde o primeiro passo.

Número de *Kaizens* Implementados: Indicador que mostra a quantidade de *kaizens* implementados por passo e por operador. Ele monitora a evolução da colaboração da operação para que seja atingido zero quebras por condições básicas. Esse indicador deve apresentar o seu pico no passo 2 e 3 com a criação de contramedidas para a eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso.

Razão B/C: A razão custo benefício mostra o quanto as melhorias implementadas trouxeram de impacto positivo para o pilar em função do seu custo de implementação no período de um ano. O cálculo para esse indicador é específico para cada passo, uma vez que as metas e a essência das atividades são diferentes em cada uma das etapas.

Resultado Auditoria por Passo: A pontuação da auditoria é apresentada por passo por meio do preenchimento de um *check list* de mudança de passo. Dessa forma, a cada final de passo é necessário realizar a auditoria para garantir que os resultados esperados foram alcançados.

2.2.4 Interação entre Pilares

CD é responsável pela priorização das perdas. De acordo com Yamashina (2014), esse é o pilar base para todos os outros, pois sem esse pilar, WCM não seria implementado de forma eficiente, uma vez que os recursos poderiam ser gastos para atacar uma perda de baixo retorno para a companhia.

Algumas vezes, podem aparecer divergências de priorização de equipamentos na matriz C de perdas de PM e AM, ou seja, não necessariamente os equipamentos aparecerão na mesma ordem de priorização. Porém, é de suma importância que esses pilares alinhem juntos em cima de qual equipamento (perda) eles vão trabalhar de acordo com a realidade da companhia. AM e PM são pilares que caminham juntos, pois só assim eles garantem a colaboração, o comprometimento e a cooperação entre os operadores e os manutentores para garantir o aumento da eficiência do equipamento e a redução de quebras do mesmo.

O pilar de PD também é base para as atividades de AM, ou seja, além dele garantir o desenvolvimento de habilidades da operação que participa do pilar para obter o melhor desempenho, ele também buscará a eliminação de quebras no equipamento por erro humano.

A Figura 4 apresenta a relação do pilar de manutenção autônoma com todos os outros. Para garantir o sentido e a eficiência da metodologia de WCM é necessário que todos os pilares trabalhem em conjunto. Um estará sempre relacionado com outro de alguma forma. Seja para receber inputs, gerar outputs ou trabalhar em conjunto. Só assim a empresa alcançará o nível de excelência mundial necessária para se destacar no mercado.

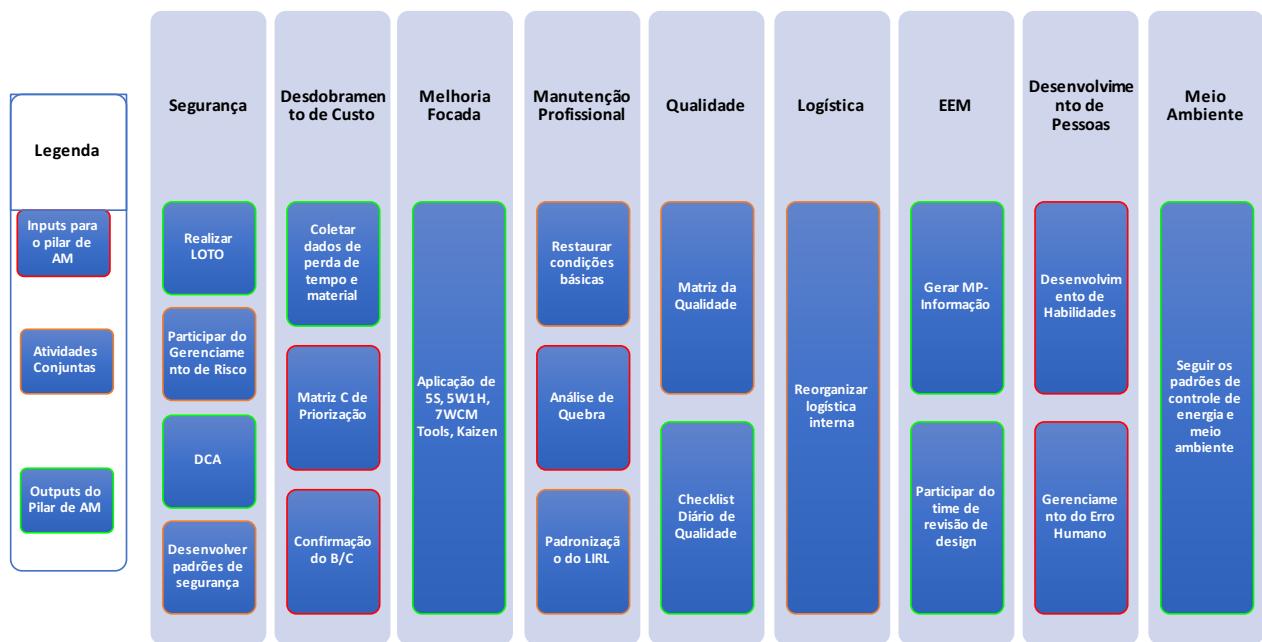


Figura 4-Interação de AM com outros pilares - Fonte: Autonomous Maintenance Pillar Overview. Material Interno, 2014

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso acompanhou a implementação dos passos da 1 a 3 do pilar de Manutenção Autônoma da metodologia WCM em uma empresa multinacional de bens de consumo em uma fábrica produtora de sabonete em barra.

3.1 Passo 0 – Atividades Preliminares

Guiado pela priorização do pilar de Desdobramento de Custo do segundo trimestre de 2016, foi possível identificar que o terceiro maior gasto na companhia com perdas era devido a quebras. Porém, ainda foi necessário estratificar as quebras por equipamento e consequentemente por pilar, para entender qual equipamento devemos levar em consideração as quebras por falta de condição básica. Dessa forma, foi analisado o gráfico de pareto (Figura 5) para entender quais são as quebras atreladas aos pilares de Manutenção Autônoma, Manutenção Preventiva, Melhoria Focada ou Desenvolvimento de Pessoas.

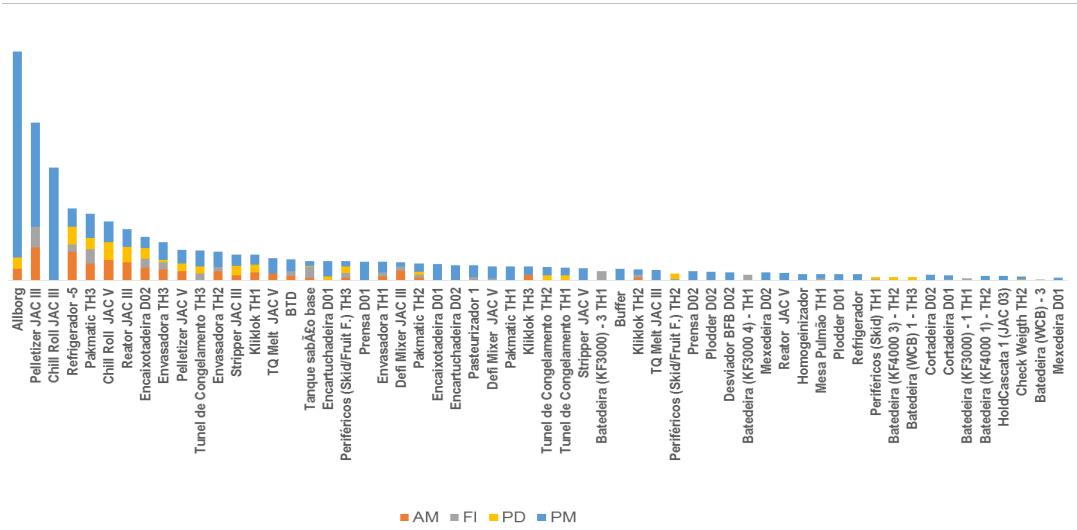


Figura 5 - Quebras por equipamento por pilar

Por fim, estratificamos no ultimo gráfico de Pareto (Figura 6) apenas os equipamentos que tiveram quebras por falta de condição básica (Pilar AM). De acordo com a metodologia, os equipamentos devem ser classificados por ordem de prioridade AA, A, B e C, sendo que a soma dos equipamentos AA corresponde a 50% do custo total gasto em quebras. Dessa forma, o

equipamento modelo a ser implementado toda a metodologia do pilar de Manutenção Autônoma dentro da fábrica é a Pelletizer da Cascata 1 (Jac III).

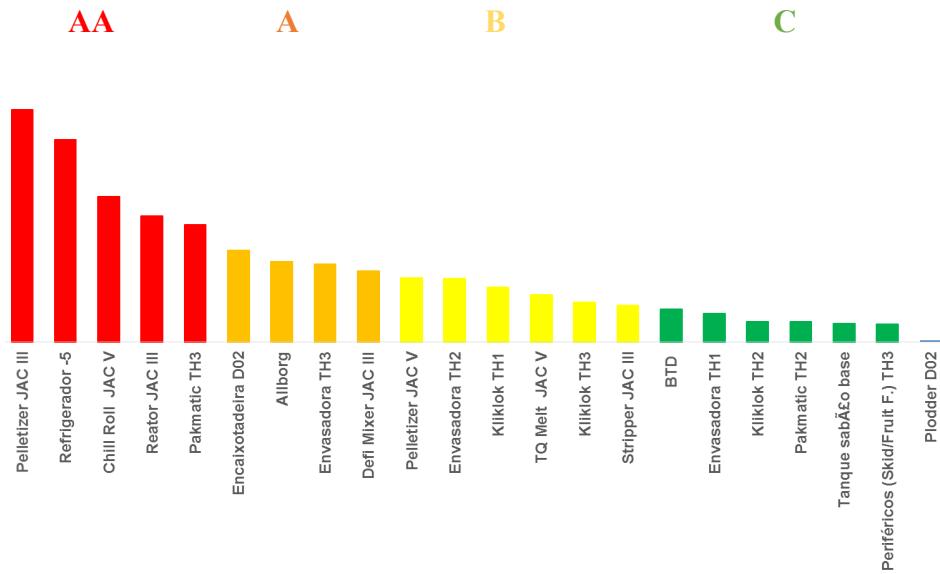


Figura 6-Pareto de Quebras de AM na fábrica

Esse equipamento faz parte do processo de produção de sabonetes em barras. A Pelletizer é uma extrusora que é o último equipamento da etapa de processo, ou seja, é o equipamento responsável por finalizar o processo de formação da massa do produto antes de liberá-lo para a linha de embalagem.

3.1.1 O Processo e Princípio de Funcionamento

O equipamento em estudo é a Pelletizer. Uma extrusora que é responsável pela parte final do processo de formação da massa base do sabonete em barra, denominado como *noodle*. Junto com a extrusora foi analisado também o sistema de transporte pneumático, o qual transportará o *noodle* do primeiro piso para os silos que se encontram no terceiro piso da fábrica.

A extrusora é composta por um *turboflow* que tem como objetivo garantir a refrigeração da camisa da rosca sem fim, e uma válvula rotativa que direcionará o *noodle* para o transporte pneumático. Já o transporte, conta com um compressor de ar, um desumidificador e um trocador de calor.

3.1.2 A Equipe

Para implementação das atividades do Pilar AM foi necessário montar uma equipe de trabalho. A equipe contou com seis operadores, sendo dois de cada turno para garantir um maior envolvimento das pessoas.

Assim, como propõe a metodologia, é necessário que os operadores envolvidos nas atividades de manutenção autônoma tenham habilidades específicas para entender a performance do processo, suas funções e a maneira correta de operar o equipamento. Dessa forma, para garantir a evolução dos passos e o desenvolvimento dos membros do time, foi necessário a implementação de um Radar Chart desenvolvido pelo time do Pilar de Desenvolvimento de Pessoas. O radar conta com 14 vozes para os passos 1 a 3, todas as habilidades referentes às ações reativas. São elas:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. 5G (Ferramenta de Investigação) | 8. LPP (Lição Ponto a Ponto) |
| 2. 5W1H+Porque Porque | 9. SOP (Procedimento Padrão) |
| 3. <i>Quick Kaizen</i> | 10. Lubrificação |
| 4. Passo 1 de AM | 11. Fixação e Reaperto |
| 5. Gestão de Etiquetas | 12. EWO |
| 6. Gestão de Quebras | 13. Passo 2 de AM |
| 7. GGA (Priorização de Etiquetas) | 14. Passo 3 de AM |

De acordo com a Figura 7 é possível verificar a evolução das habilidades da operação desde a metade da implementação de AM até o final do passo 3.

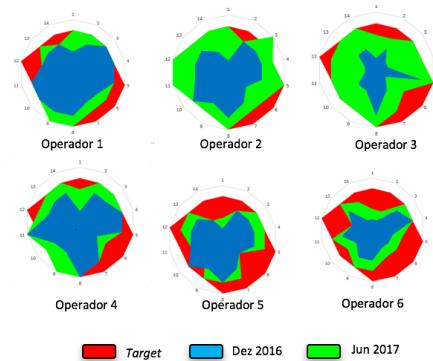


Figura 7 - Evolução do radar chart da operação

3.1.3 Segurança

É no passo zero, antes de iniciar qualquer atividade, que precisamos garantir o envolvimento com o pilar de Segurança. Nesse momento, toda a avaliação de risco do equipamento é revisada de maneira a buscar alternativas para eliminação dos riscos do equipamento.

Nessa etapa, todos os pontos de bloqueio das guias de LOTO do equipamento foram revisas para garantir o bloqueio de todas as fontes de energia do equipamento antes de qualquer intervenção. As guias de loto ficam expostas ao lado do equipamento e devem ser assinadas por todos os operadores e manutentores que fazem intervenções nesse equipamento para garantir que estão cientes dos pontos de bloqueio do mesmo.

3.1.4 Resultados

Para garantir a compreensão do passo e ter certeza de que o time está preparado para avançar para o próximo passo, é realizada a auditoria de mudança de passo. Cada etapa possui o seu próprio *checklist*, sendo assim, antes da auditoria é necessário realizar uma pré-auditoria interna. Para garantir a aprovação no passo, é necessário que se obtenha pelo menos 85% da pontuação.

De acordo com o formulário em Anexo A os resultados do passo 0 foram: 91% na pré-auditoria e 94% na auditoria de mudança de passo. Dessa forma, a equipe foi aprovada para seguir com o passo 1 da metodologia.

3.2 Passo 1 – Grande Limpeza

3.2.1 Atividades

O dia da grande limpeza é um dos mais importantes para a metodologia. O dia começou com uma conversa sobre segurança, sobre a importância de garantir o bloqueio de energia dos equipamentos antes de realizar qualquer intervenção, a importância de utilizar os EPIs corretos para a limpeza e a organização do espaço de trabalho para todas as atividades.

É imprescindível a participação não apenas da operação, mas também da liderança e do time de manutenção preventiva. O time de manutenção preventiva tem um conhecimento técnico que deverá complementar a visão da operação, além de aproveitarem o dia para já iniciarem a resolução das etiquetas de anomalias encontradas. A liderança demonstrará o comprometimento da companhia com as atividades de WCM.

Foram sete horas de limpeza e inspeção com a participação de 17 pessoas envolvendo liderança, operação e manutentores, de maneira a identificar todas as anomalias. Além disso, mais de 30Kg de resíduos retirados do equipamento. Foram abertas 78 etiquetas vermelhas (manutenção preventiva) para relatar anomalias relacionadas a falta de manutenção, 19 etiquetas azuis (AM tags) que podem ser resolvidas pela operação e 19 etiquetas de segurança para relatar condição insegura do equipamento. De acordo com a teoria, o índice de resolução de etiquetas deve ser de 95% no passo 1.

A atividade também serviu para a identificação dos pontos de limpeza, inspeção e lubrificação que devem ser monitorados pela operação. Dessa forma, foram identificados 78 pontos de limpeza, 83 pontos de inspeção e 6 pontos de lubrificação. As atividades referentes a esses pontos deverão ser cumpridas de acordo com a frequência determinada.

Todas essas atividades devem ser colocadas no calendário AM (Anexo B). Esse calendário deve ser impresso em uma folha A0 e estar ao lado do equipamento. A atividade planejada deve ser impressa no calendário de acordo com a legenda apresentada no final no calendário. Assim, quando o operador for realizar a atividade, ele deve pintar manualmente o triângulo indicado também de acordo com a legenda. Dessa maneira, conseguimos ter o histórico mensal de quando as atividades foram realizadas.

O tempo total de cada atividade deve ser cronometrado a partir do momento em que o operador começa a ler a descrição da atividade no calendário, busca o material necessário para realizar a ação e pinta o calendário após concluir a mesma.

Foram necessários 2 meses para a finalização do passo 1. Uma vez que todas as atividades de limpeza e inspeção deveriam ser cronometradas e a maioria das etiquetas de segurança, vermelhas e azuis deveriam ser resolvidas para garantir que o equipamento voltasse para a sua condição básica. Com a resolução das etiquetas, foi possível identificar uma pequena diminuição (6%) no tempo total de LIRL (limpeza, inspeção, reaperto e lubrificação) no passo 1.

Além disso, foram identificadas 49 fontes de sujeira (Anexo C) e 38 locais de difícil acesso (Anexo D) para limpeza, inspeção e lubrificação. A importância desse levantamento é que a metodologia foca no conceito de que “mais importante do que limpar é não sujar”. Dessa forma, o levantamento de fontes de sujeira e locais de difícil acesso são a base para dar início no passo 2.

Para garantir a priorização de qual fonte de sujeira deveria ser tratado primeiro, cada atividade de limpeza foi cronometrada e associada a uma, ou mais, fontes de sujeira. Assim, os

dados foram cruzados em uma planilha em excel de modo a gerar o seguinte gráfico de pareto de fontes de sujeira (Figura 8):

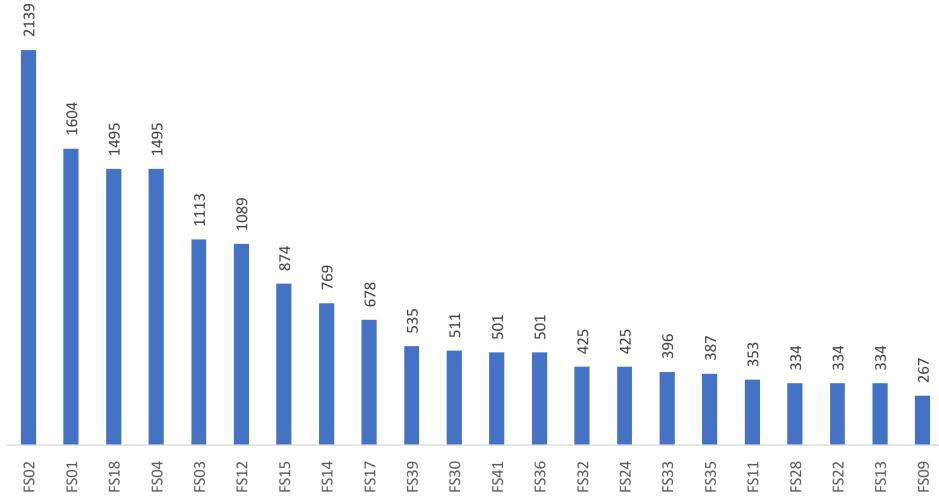


Figura 8 - Pareto de Fonte de Sujeira - min/mês por fonte de sujeira

3.2.1 Resultados

De acordo com o *check list* de mudança de passo no Anexo E, a pontuação do passo 1 foi 85% na pré-auditória e 89,5% na auditoria. O custo-benefício (BC) do passo foi de 0,34 o que está de acordo com a metodologia, uma vez que é necessário a utilização de muitos recursos (custo) para retornar o equipamento em suas condições iniciais e a diminuição do tempo LIRL não é significativa (benefício).

A Figura 9 apresenta o resumo do levantamento de pontos e análise de tempo dos pontos definidos no passo 1. É possível notar que o maior tempo de limpeza se dá com máquina rodando (hora homem – hora máquina), o que não afeta diretamente a eficiência do equipamento. Porém precisamos focar na redução do tempo de limpeza com máquina parada.

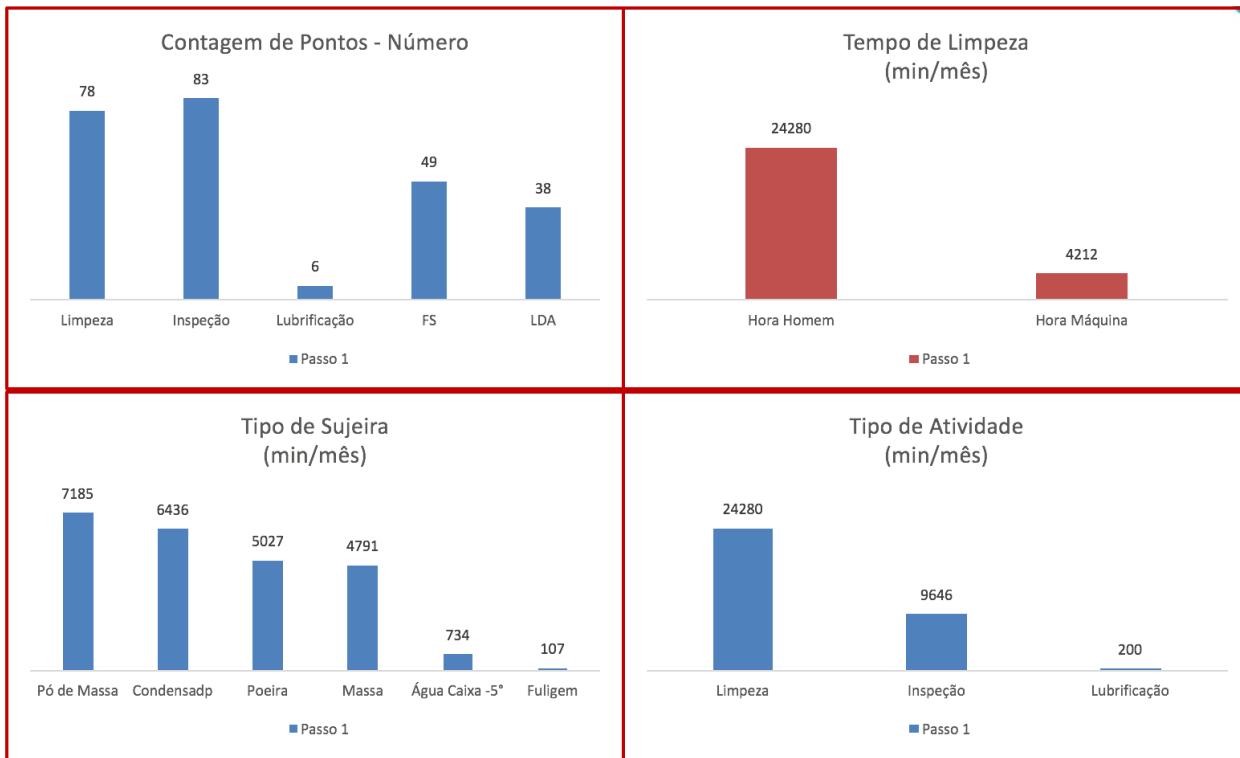


Figura 9 - Análise de Tempo - Resultados do Passo 1

3.3 Passo 2 – Eliminação de Fonte de Sujeira e Local de Difícil Acesso

3.3.1 Atividades

De acordo com o levantamento de fontes de sujeira associados aos pontos de limpeza do equipamento, é possível notar que as quatro primeiras fontes (Figura 8) de sujeira estão relacionadas ao layout da cabine da extrusora, impactando diretamente no acúmulo de pó na parte interna da cabine e na parte externa. Esses dados também são mostrados no gráfico Tipo de Sujeira (Figura 9), no qual o maior tipo de sujeira apresentado no equipamento é o pó da massa.

Fazendo uma análise do layout da cabine, notou-se que havia muitos pontos sem vedação, fazendo com o que o pó gerado do processo fosse para a parte externa da cabine. Além disso, havia um acúmulo grande de pó no interior da cabine na parte do fundo, uma vez que o sistema de exaustão possuía apenas uma saída no topo da mesma. Não obstante, para realizar intervenção nessa parte do equipamento era necessário abrir a cabine e desparafusar a parte de baixo da mesma, o que gastava muito tempo do operador para realizar qualquer atividade, ou seja, era considerado um local de difícil acesso.

Foi realizado um estudo para alterar o layout da cabine juntamente com o sistema de exaustão da mesma para garantir a qualidade do produto evitando o acúmulo de pós no sistema. Foram desenhados dois novos pontos de exaustão no fundo da cabine para que não houvesse o acúmulo de pós que pode gerar problemas de qualidade para o produto. A Figura 10 mostra a comparação entre o antigo e o novo sistema de exaustão. Além disso, a cabine passou a ser reta apenas com apenas uma porta para acesso interno, sem a necessidade de desparafusar partes da mesma.

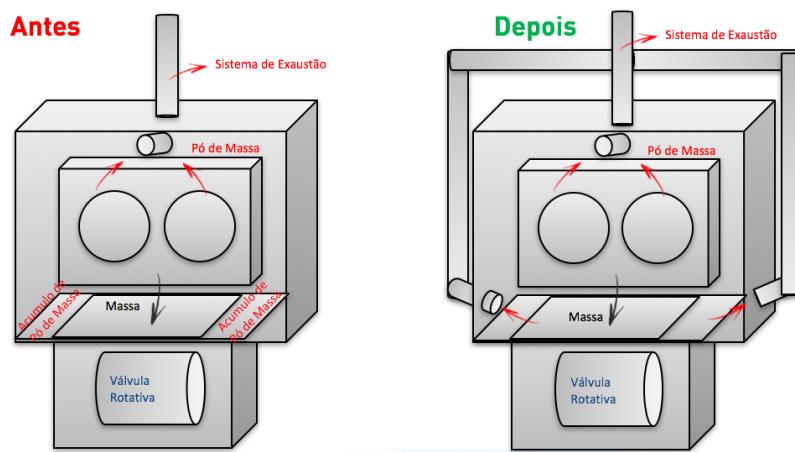


Figura 10 - Novo sistema de exaustão

Esse *kaizen* gerou uma redução de tempo de limpeza de 26% além de garantir a qualidade do produto por meio da eficiência do sistema de exaustão.

Após eliminar as fontes de sujeiras geradoras de pós, foi feita a análise das fontes que geravam quebras por entupimento de massa, ou seja, quebras por falta de condição básica que causavam o entupimento do transporte pneumático.

Pelo menos uma vez por turno os operadores precisavam abrir a tubulação do transporte pneumático para desobstruir a massa que ficava acumulada na flange do mesmo. Essa atividade demorava pelo menos cerca de 15 minutos, uma vez que o operador precisava de uma escada para acessar o local do entupimento. Caso o operador não realizasse essa atividade uma vez por turno, o entupimento resultava em uma quebra por falta de condição básica. Como um dos objetivos do pilar é zerar as quebras por falta de condição básica, foi aplicado uma análise de Porque-Porque (Figura 11) dentro da EWO para entender qual a causa raiz do entupimento.

| CAUSAS RAIZES DOS POR QUÉS ? | | | | PROCEDA (V) | | NÃO PROCEDA (X) | | | | |
|---|---|--|--|---------------|----------|-------------------|----------|----------|--------------------------------------|--|
| (Fenômeno) | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Ação a ser tomada | |
| Obstrução na flange do desviador do piso 01 | Acúmulo de massa na parte interna da flange do desviador do Piso 01 | Falha no fim do curso do desviador | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | Aderência de massa em condições normais de envio do Noodle para o Silo | | Os eletrônicos do complexo DEFI se ligam aos íons do metal da flange | | | | | | Teflonar a flange do desviador | |
| | | | | | | | | | | |
| | Ponto de contato existente na parte interna da flange, durante a passagem de Noodle | Restrição no diâmetro interno da flange em 11 mm | Erro na construção da flange | | | | | | Construir a flange na medida correta | |
| | | | | | | | | | | |
| | | Anteparo criado pela flange com relação ao mangote | | | | | | | Construir a flange na medida correta | |
| | | | | | | | | | | |
| | Mangote amassado, em condição deteriorada | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | Pontos de fixação solto / desalinhado | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Figura 11 - Análise Porque-Porque do entupimento no transporte pneumático

A primeira causa raiz se dá pelo composto químico no produto, o qual não será discutido nesse estudo, que adere à superfícies metálicas. Dessa forma, a solução proposta foi aplicar uma camada de teflon no mangote. Além disso, ao analisar o layout do mesmo, notou-se que o seu diâmetro era 11 milímetros menor que a tubulação e que a sua conexão possuía um ângulo de 90 graus, não deixando a massa correr livremente pelo transporte. A solução proposta foi aumentar o diâmetro do mangote e fazer um chanfro de 45° para que o fluxo de massa não fosse obstruído (Figura 12).

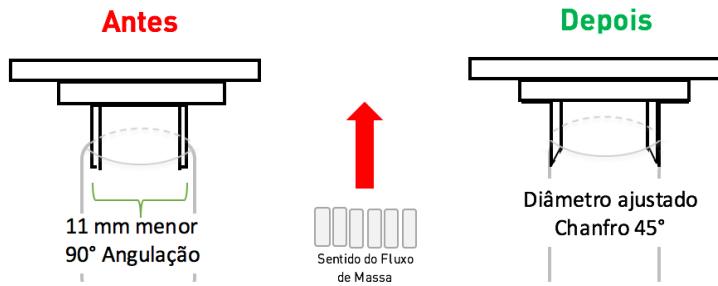


Figura 12 - Kaizen do mangote do transporte pneumático

Esse *kaizen* teve uma redução de 5% no tempo de limpeza total e 25% no tempo de limpeza de máquina parada, além de gerar um impacto significativo na eficiência do equipamento, uma vez que agora não é mais necessário parar o equipamento para a desobstrução. Por fim, essa melhoria garantiu zero quebras por falta de condição básica no transporte pneumático e foi replicada para todas as flanges do sistema.

Outra quebra por AM também analisada foi a obstrução da válvula rotativa. Assim como no caso do mangote do transporte pneumático, o operador deveria parar o equipamento para limpar o acúmulo de massa na válvula rotativa pelo menos uma vez por hora. Essa atividade poderia durar de 2 a 4 minutos dependendo da quantidade de massa acumulada. Quando o operador não realizava essa atividade, ocorria uma quebra por obstrução da válvula rotativa demorando mais de 15 minutos para ser resolvida.

Fazendo a análise de quebra através da EWO, foi preenchida a folha de Porque-Porque (Figura 13) para identificar as causas raízes dessa obstrução. A primeira causa identificada foi o layout ineficiente dos direcionadores de *noodle*, que fazia com o que o *noodle* não fosse direcionado para o centro da válvula rotativa aglomerando-se nas laterais da cabine. Dessa forma, o layout dos defletores foi modificado para garantir o direcionamento do *noodle* para todo o interior da abertura da válvula rotativa. Na Figura 14 é possível ver o *skecth* da situação antes e depois dos defletores.

| CAUSAS RAÍZES DOS POR QUÊS ? | | | PROCEDE (V) | NÃO PROCEDE (X) | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|----------|----------|----------|---|
| (Fenômeno) | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Por que? | Ação a ser tomada |
| Obstrução, acúmulo de massa na válvula rotativa | A caneca fica cheia de massa | Devido à aderência de massa na vedação da caneca | Formação de um anteparo na passagem de noodle | O material da vedação está dobrando | Perda de função da vedação | | | | Retirar vedação |
| | | | | | | | | | |
| | | Acúmulo de massa na base da cabine | Os defletores não direcionam o noodle para o centro da rotativa | O layout dos defletores não é adequado | | | | | Confeccionar defletores semelhantes ao da Cascata 02 |
| | | | | | | | | | |
| | | | O noodle acumula no defletor | O noodle adere ao material do Defletor | Os eletrólitos do complexo DEFI se ligam aos íons do metal da flange | | | | Teflonar defletores |
| | | | | | | | | | |
| | | O noodle adere ao material da cabine | Os eletrólitos do complexo DEFI se ligam aos íons do metal da flange | | | | | | Teflonar cabine |
| | | | | | | | | | |
| | | | A rotativa trabalha em sentido contrário à queda dos noodles | | | | | | Inverter o sentido de rotação da válvula rotativa |
| | | | | | | | | | |
| | A caneca da válvula rotativa não comporta a vazão de noodle | A profundidade da válvula rotativa foi alterada sem estudo | | | | | | | Fazer estudo para aumentar a profundidade da válvula rotativa |
| | | | | | | | | | |
| | Acúmulo de raspas na válvula rotativa | Escape de raspas pelas laterais da placa perfurada | Falta de vedação da placa peerfurada | | | | | | Fazer a correção para vedação |
| | | | | | | | | | |

Figura 13 - Análise Porque-Porque do entupimento da válvula rotativa

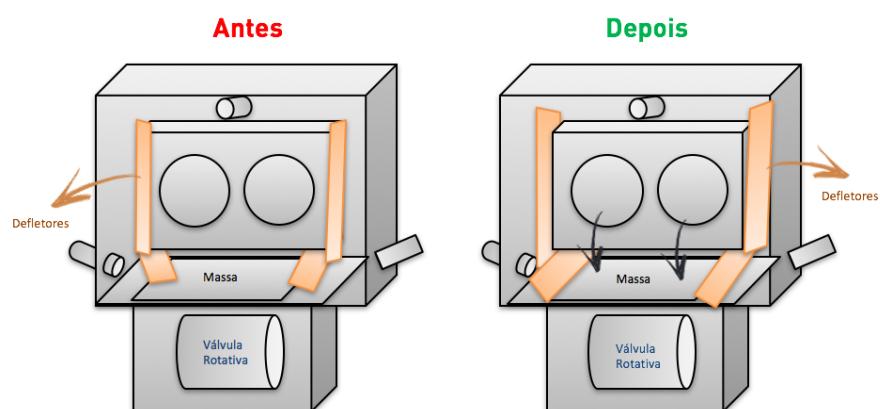


Figura 14 - Novo layout dos direcionadores de noodle

A segunda causa raiz, assim como já apresentada no exemplo anterior, é a aderência do produto às superfícies metálicas, dessa forma a solução proposta foi aplicar uma camada de teflon nos direcionadores de *noodle* e na parte interna de toda a cabine.

Uma outra causa raiz identificada foi o sentido de rotação da válvula rotativa. Ela girava em sentido contrário a queda da massa, o que dificultava a eficiência da mesma, fazendo com o que os *noodles* se acumulassem na parte traseira da abertura da rotativa. A Figura 15 mostra o *sketch* do antes e depois da inversão do sentido de rotação da válvula rotativa.

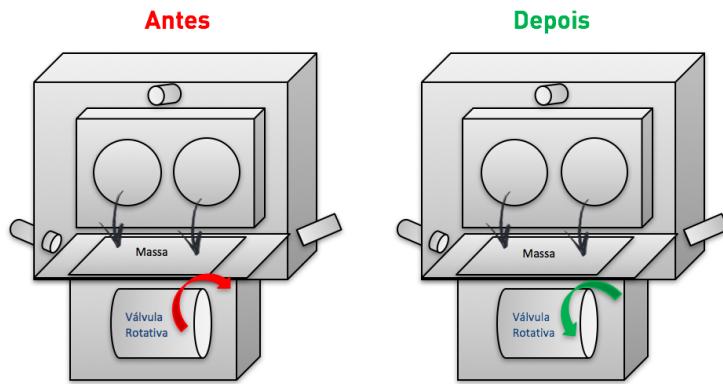


Figura 15 - Inversão do sentido da válvula rotativa

Mesmo após essa mudança, os operadores ainda precisavam intervir no equipamento algumas vezes no turno para evitar a obstrução da válvula rotativa. Então, seguindo com a análise de causa raiz da mesma, notou-se uma peça de nylon no fundo de cada caneca da rotativa fazendo com o que o seu volume fosse menor. Ao realizar os cálculos de capacidade de volume da rotativa e do volume material produzido pela extrusora, notou-se uma inconsistência de capacidade.

O equipamento tem capacidade para produzir 4,5 tons/hora e, de acordo com os cálculos no Anexo F baseados no volume de cada caneca com o calço de nylon, a rotativa era capaz de acomodar apenas 4,09 tons/hora, o que gerava acumulo de massa e obstrução da mesma. Para garantir que a remoção do calço de nylon trouxesse o resultado esperado, foi calculado então a capacidade da mesma sem o calço de nylon, obtendo uma capacidade de acomodar 4,77 tons/hora. Dessa maneira, a solução proposta foi retirar os calços de nylon de todas as canecas (Figura 16).



Figura 16 - Aumento da profundidade de caneca da válvula rotativa

Por fim, a última possível causa raiz para a obstrução da válvula rotativa, seria o desacoplamento das lascas de massa que eram formadas entre a placa perfurada e a estrutura do equipamento devido a falta de vedação. Dependendo da lasca formada ela poderia obstruir o sistema ao se soltar e cair diretamente na válvula rotativa. Dessa forma, a solução proposta foi colocar uma vedação ao redor da placa perfurada assim como mostra a Figura 17.

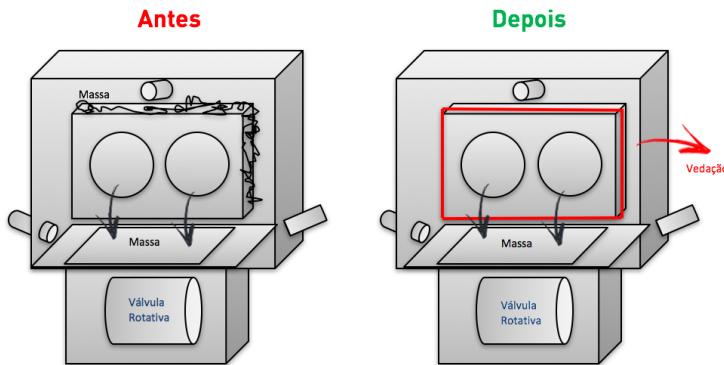


Figura 17 - Vedação da placa perfurada

Todas essas melhorias juntas reduziram 16% do tempo total de limpeza e 40% do tempo de máquina parada, além de gerar um impacto significativo na eficiência do equipamento, uma vez que agora não é mais necessário parar o equipamento para a desobstrução. Por fim, essa melhoria fez alcançar a meta de zero quebras por falta de condição básica na válvula rotativa.

Para garantir os 90% de redução de tempo de limpeza, foram aplicados um total de 60 *kaizens* utilizando como base os 12 métodos para eliminação de fonte de sujeira propostos pelo professor Yamashina. Dessa forma, seguem mais alguns exemplos.

A substituição das mangueiras do turbo flow por tubulações de aço inox com proteção térmica adequada garantindo a eficiência do sistema de refrigeração e evitando o acúmulo de condensado no equipamento.

O desenvolvimento de um sifão interno no desumidificador para evitar o acúmulo de água dentro do mesmo que transbordava para fora causando risco de segurança. Juntamente com um dreno por baixo do solo que guiará o condensado acumulado diretamente para um ralo sem gerar risco de segurança por piso molhado. Bem como a construção ao redor do trocador de calor do transporte pneumático para conter todo o condensado em um só lugar de maneira a evitar condições inseguras por piso molhado.

A troca de parafusos por manoplas borboletas, que garantissem um acesso fácil ao equipamento sem a necessidade de uma ferramenta específica para a remoção das proteções (de qualquer forma, as proteções só podem ser removidas após a aplicação do LOTO).

3.3.2 Resultados

No passo dois foram eliminadas 39 fontes de sujeira e 26 pontos de limpeza, o que resultou em uma redução de 92% do tempo de limpeza total e 66% do tempo de máquina parada (Figura 18).

A metodologia diz que ainda no passo dois é possível ter um aumento de 2 a 3% de OEE. Porém, esse resultado ainda não foi atingido, uma vez que as fontes de sujeira que impactavam diretamente na eficiência do equipamento só foram tratadas no final do passo, portanto não alcançando a confiabilidade necessária para o aumento da eficiência ainda no passo 2.

De acordo com o *check list* de mudança de passo no Anexo G, a pontuação do passo 2 foi de 85% no *self assessment* e 88% na auditoria. O BC do passo foi de 6,8 o que está de acordo com a metodologia, pois, apesar do alto investimento na implementação de *kaizens* o retorno em diminuição de tempo LIRL e aumento de eficiência é maior, o que resulta em um BC mais alto.

3.4 Passo 3 – Padrões AM

Após atingir a meta de 90% de redução do tempo de limpeza, devemos então garantir que no calendário AM teremos apenas os pontos de limpeza, inspeção e lubrificação necessários para que não ocorra quebras por falta de condição básica de maneira otimizada. Para isso, foi aplicado o ECRS e a definido a padronização das identificações visuais de manutenção autônoma.

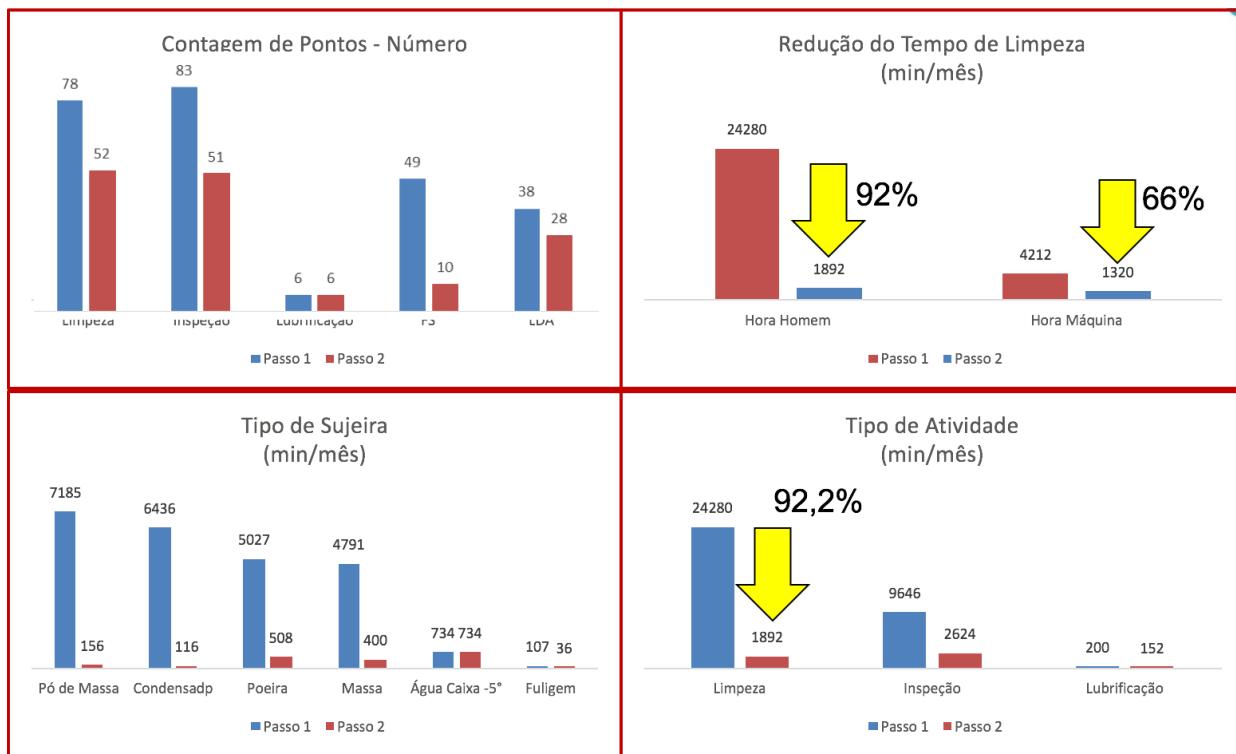


Figura 18 - Análise de tempo - Resultados do passo 2

3.4.1 ECRS

O ECRS definido como eliminar, combinar, reorganizar e simplificar, buscou otimizar os pontos de limpeza, inspeção e lubrificação de maneira a diminuir o tempo total que o operador precisar para realizar as atividades de manutenção autônoma.

Um exemplo no qual o ECRS foi aplicado foi a atividade de leitura da vazão de água de entrada do turbo flow. Esse procedimento foi simplificado, uma vez que o medidor de vazão se encontrava em um Local de Difícil Acesso no qual o operador precisava do auxílio de uma escada para realizar a leitura uma vez por turno. O sinal do medidor foi transferido diretamente para o painel de controle que fica ao lado do equipamento, fazendo com a atividade que durava 3 minutos passasse a durar 10 segundos.

Outra atividade simplificada foi a medição da velocidade de exaustão do transporte pneumático. O operador precisava do instrumento correto e de uma escada para realizar a medição todo turno. Foi então instalado um vacuômetro digital para fazer a inspeção da eficiência do sistema de exaustão. Dessa forma, a atividade que durava 3,5 minutos passasse a durar 7 segundos.

Outro exemplo, que é um dos focos do passo três, é o sistema de lubrificação. No passo 2 já havia sido implementado um *kaizen* de lubrificação automática, e agora, no passo três com o intuito de combinar todas as lubrificações, todos os bicos graxeiros bem como os lubrificadores automáticos foram colocados juntos no lado externo do equipamento, de modo que agora não é mais preciso parar o equipamento para realizar a lubrificação e é possível inspecionar o nível de todas as graxas de uma só vez (combinar).

Por fim, para garantir a efetividade do ECRS foram estabelecidas diferentes rotas (Anexo H) de acordo com a frequência de cada ponto otimizando o tempo que o operador precisa para realizar as atividades de AM. Os pontos principais da rota foram pintados no chão e todas as rotas estão disponíveis ao lado do equipamento para que o operador possa segui-las de acordo com as atividades planejadas para o dia.

3.4.2 Padrões

No terceiro passo foram definidos os padrões de identificação visual. Os procedimentos padrões das atividades de limpeza ficarão expostos ao lado dos equipamentos em pastas azuis, os de inspeção em pastas verdes e os de lubrificação em pastas amarelas.

Identificação de manômetros e barômetros será sempre verde para a faixa de trabalho e vermelha fora da faixa de trabalho. As identificações de níveis de óleo e graxa são graduais nos tons de verde, amarelo e vermelho para garantir que não falte lubrificação no equipamento.

Todos os motores devem ter a ventoinha da cor verde e uma seta indicando o sentido de rotação da mesma, para garantir a eficiência do equipamento.

3.4.3 Resultados

De acordo com o *check list* de mudança de passo no Anexo I, a pontuação do passo 3 foi de 88% no *self assessment* e 90% na auditoria e o BC do passo foi de 3,8. Nessa etapa o calendário ficou apenas 46 pontos de limpeza, 34 de inspeção e 2 de lubrificação, o que resultou em 92,6% de redução de tempo LIRL total e 71% de redução do tempo LIRL de máquina parada (Figura 19).

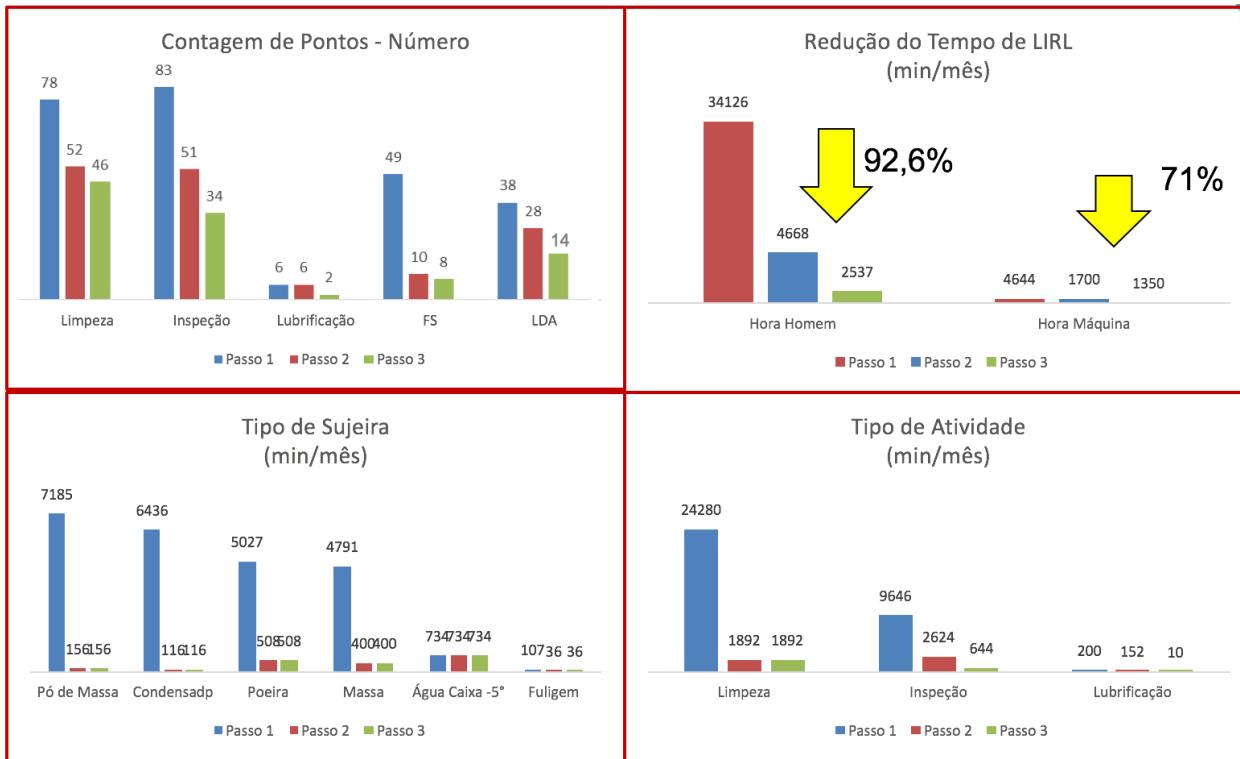


Figura 19 - Análise de tempo - Resultados do passo 3

3.5 Resultados – Indicadores

Acompanhando a evolução dos indicadores de performance desde o início da implementação da metodologia de manutenção autônoma nesse equipamento, podemos notar um aumento significativo de eficiência (Figura 20), atrelado à redução de quebras por falta de condição básica (Figura 20) e diminuição do tempo de limpeza e inspeção (Figura 21).

É válido ressaltar que no mês de março tivemos uma baixa eficiência devido à uma quebra atrelada ao pilar de Manutenção Preventiva que não faz parte da discussão desse estudo de caso.

A análise dos indicadores de performance e de atividade (Tabela 2) após a implementação das etapas reativas nos mostra os resultados positivos que a metodologia traz. Foi alcançado zero quebras por condição básica (3 meses seguidos), sendo que as 9 quebras do ano de janeiro ocorreram no início no ano, 2% de aumento na eficiência, que poderia ter sido maior sem a quebra do mês de março, e 92,6% de redução do tempo LIRL.

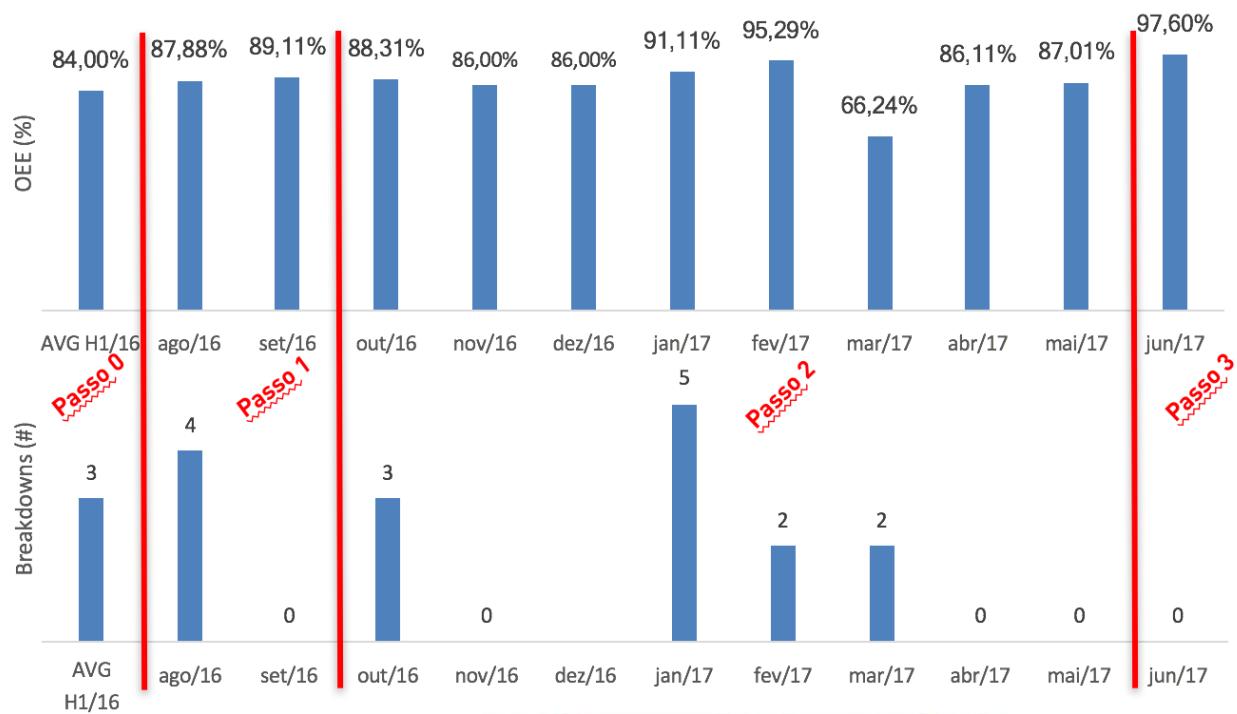


Figura 20 – Eficiência (OEE) e número de quebras por AM durante os meses de implementação do pilar

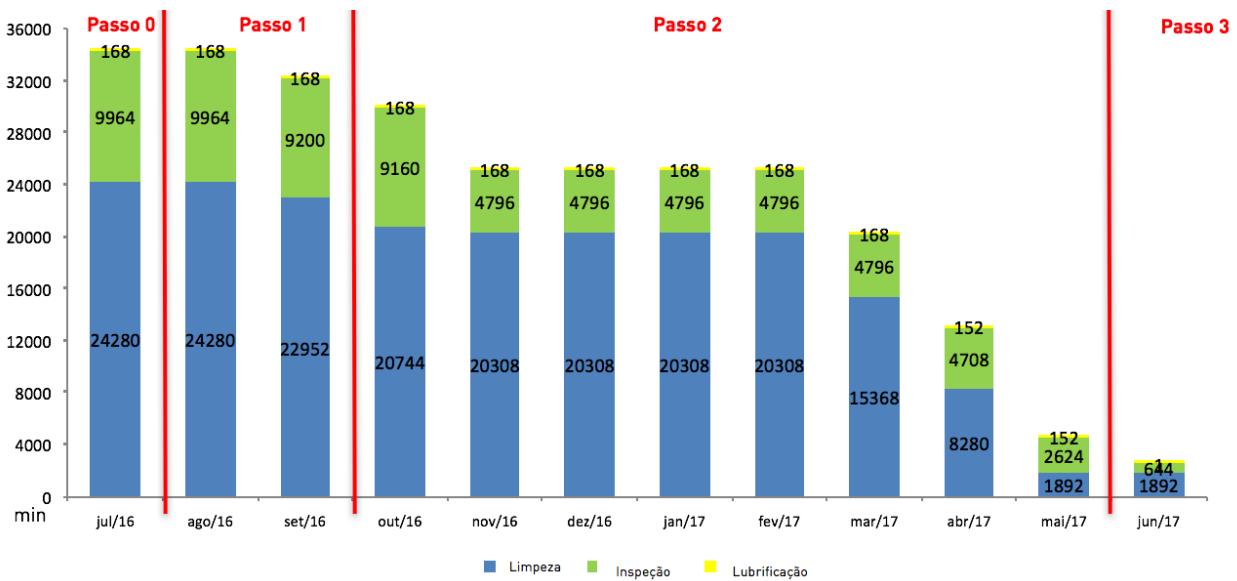


Figura 21 – Evolução da redução do tempo LIRR em minutos durante os meses de implementação do pilar

Quadro 2 - Indicadores de performance e atividade

| | Indicador | Unidade | 2016 | 2017 | Target |
|------------|------------------------------|----------------|-------------|-------------|---------------|
| KPI | Quebras por AM | # | 28 | 9 | 0 |
| | Redução de tempo LIRL | % | 26 | 92,6 | 90 |
| | OEE | % | 85,57 | 87,3 | 95 |
| | <i>Savings</i> | k€ | - | - | - |
| | OEE | % | 61,54 | 67,64 | 95 |
| KAI | SOP's | # | 96 | 106 | 90 |
| | <i>Kaizens</i> Implementados | # | 9 | 57 | 30 |
| | Abertura de Etiquetas Azuis | # | 51 | 90 | NA |
| | Resolução de Etiquetas Azuis | % | 100 | 100 | 100 |

Na prática, resultados positivos também foram apresentados através de comportamentos. Os operadores se sentiram motivados ao ver o equipamento renovado, e mais que isso, ao ver que eles não precisavam mais parar o equipamento para realizar intervenções de limpeza com o objetivo de evitar a quebra por falta de condição básica. Agora o equipamento não quebrava mais. Isso fez com o que operadores tivessem orgulho do seu próprio trabalho e passassem a cuidar do equipamento com o espírito de “dor de dono”. Isso fez com que eles influenciassem também outros operadores que não enxergavam sentido na metodologia, facilitando então o trabalho de expansão de AM em outros equipamentos da fábrica.

4. CONCLUSÃO

Após realizar a implementação dos três passos de manutenção autônoma proposta pelo prof. Yamashina, é possível verificar que a metodologia traz resultados na prática. Mas, nem sempre é tão simples implementar a teoria, às vezes é necessário adaptá-la da melhor maneira.

No estudo em questão, as três primeiras etapas da metodologia foram implementadas em um ano. Porém, de acordo com a metodologia, o tempo ideal seria cerca de 6 meses. Analisando o Quadro 3, é possível notar que a etapa mais demorada foi o passo 2. Ela tem duração ideal de 3 meses podendo se estender até 6 meses de implementação. Porém, na prática, o passo foi finalizado em 8 meses, o que excede o tempo máximo esperado pela metodologia. Além disso, as principais melhorias que eliminaram as quebras por falta de condição básica foram implementadas no final do passo, não apresentando tempo o suficiente para garantir a consistência no aumento de eficiência (OEE). Já no passo 3 conseguimos garantir zero quebras por falta de condição básica e ganhar consistência no aumento de eficiência.

Quadro 3 - Comparação de resultados entre a teoria e a prática

| | | Teoria | Prática | OK/NOK |
|----------------|---------------------|-------------|---------|--------|
| Passo 1 | OEE | > 65% | 84,3% | OK |
| | Aumento OEE | 2 e 3 % | 0 % | NOK |
| | Duração | 1 a 2 meses | 2 meses | OK |
| | Quebras | Zero | 4 | NOK |
| | Redução LIRL | Baixa | 6% | OK |
| Passo 2 | OEE | > 72% | 85,6% | OK |
| | Aumento OEE | 6 a 9 % | 1% | NOK |
| | Duração | 3 a 6 meses | 8 meses | NOK |
| | Quebras | Zero | 9 | NOK |
| | Redução LIRL | 80% | 92,0% | OK |
| Passo 3 | OEE | > 75% | 87,3% | OK |
| | Aumento OEE | 2 a 3 % | 2% | OK |
| | Duração | 2 a 3 meses | 1 mês | OK |
| | Quebras | Zero | Zero | OK |
| | Redução LIRL | 90% | 92,6% | OK |

A principal dificuldade de aplicar a teoria na prática é garantir a participação da operação através do convencimento de que a metodologia realmente traz resultados. Isso ocorre, pois, as três

primeiras etapas de manutenção autônoma são muito trabalhosas, de maneira que o operador precisa dedicar muito tempo para realizar as atividades referentes à metodologia, e as atividades de limpeza, inspeção e lubrificação na frequência adequada para evitar a quebra por falta de condição básica. A própria demora na obtenção de resultados promove a desmotivação da operação, uma vez que eles não conseguem enxergar o sentido na atividade.

Além disso, os passos 1 a 3 de AM correspondem ao primeiro passo de PM que consiste em garantir as condições básicas do equipamento. Dessa forma o envolvimento entre AM e PM é algo fundamental para garantir a velocidade necessária da implementação dos pilares, e mais que isso, tem que ser algo natural para ambos os lados. Tanto a operação quanto a manutenção devem ser autônomos o suficiente para garantir a resolução de etiquetas e implementação de *kaizens*, porém não foi o que ocorreu nesse estudo. A liderança ainda tinha um peso muito grande em fazer as coisas acontecerem, seja por processos burocráticos ou mesmo falta de trabalho em equipe.

Outro desafio encontrado, porém, não o principal, é providenciar as paradas de processo para a implementação dos *kaizens* sem atrapalhar o plano de produção garantindo a entrega do volume esperado no mercado. Devido ao alto volume de vendas, nem sempre é possível parar a linha de produção por vários dias para implementar as melhorias. Por isso, essas paradas precisam ser bem planejadas, de maneira que todos ou uma grande parte dos *kaizens* possam ser implementados em uma única parada. Se o time não estiver trabalhando em equipe, essas paradas não vão ser aproveitadas da melhor maneira possível, gerando atrasos nas implementações de melhorias.

Manutenção Autônoma não é um pilar que deve ficar bonito apenas no papel. Ele tem que fazer diferença na eficiência da fábrica e no dia a dia dos operadores que fazem as atividades de AM. A rotina dos operadores deve ser mais leve, de maneira que ele pode utilizar o seu tempo apenas com atividades que agreguem valor.

Por fim, é possível concluir que, apesar da metodologia ter sido desenvolvida para empresas do setor automobilístico, ela é sim capaz de trazer excelentes resultados na prática em uma empresa do setor de bens de consumo uma vez que você implemente todos os passos na ordem proposta, sem tentar começar pelo final, pulando as etapas de embasamento da metodologia até alcançar a consistência e confiabilidade dos resultados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. **Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry**. InTech - Open Science Open Minds, p. 1–30, 2013

GARBERDING, Scott. **World Class Manufacturing**. Chrysler Group LLC 2010-14 Business Plan, 2009. Disponível em <http://www.fcausllc.com/Investor/presentations/other/Chrysler Documents/World_Class_Manufacturing.pdf> Acesso em: 27 de maio de 2017

MASKELL, Brian H. **Performance Measurement for World Class Manufacturing: A model for American companies**. Productivity Press. Portland – USA, p. 3-20, 1991.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PABLO RIBEIRO, A. **Utilização da manufatura de classe mundial (WCM) como uma ferramenta estratégica de diferenciação competitiva**. Monografia de Especialização em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p. 27–30, 2014.

POOR, P.; KOCISKO, M.; KREHEL, R. **World Class Manufacturing Model (WCM) as a tool for company management**. 27th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation. Viena – Austria, p. 386–390, 2016.

SCHONBERGER, Richard J. **World Class Manufacturing: The lessons of simplicity applied**. The Free Press, Nova York, p.1-17, 1986.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma**: Introdução Às Ferramentas Do Lean Manufacturing. Elsevier, 2^aed. Rio de Janeiro, p. 70-95, 2011.

WOMACK J. P., JONES D. T., ROOS D. **The Machine that Changed the World**. Free Press, New York, 1990.

XENOS, H. G. S. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte, p.237-278, 1998.

YAMASHINA, H. **Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 1, n. 1, p. 27–38, 1995.

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

YAMASHINA, Hajime. **Autonomous Maintenance Pillar Overview**. Material Interno da empresa em estudo, 2014.

YAMASHINA, Hajime. **WCM Introduction**. Material interno da empresa em estudo, 2014.

ANEXOS

ANEXO A - Check List de Mudança de Passo – Passo 0

| TÓPICOS | No. | CHECKS | PONTOS | TOTAL | | | PADRÕES DE CLASSIFICAÇÃO | | |
|--|------|--|--------|-------|---|-----|--------------------------|-----------|--|
| | | | | B | M | A | B (baixo) | M (medio) | A (alto) |
| 1. Classificação de Equipamentos em AA, A, B, C | 0.01 | A classificação do equipamento em AA, A, B, C foi feita em conjunto com CD considerando quebras de falta de condições básicas? Se a classificação máquina de CD não está disponível no início ou o juntada WCM, AM pode, alternativamente, definir a máquin(a)s de prioridade / modelo baseado no número de quebras e seu impacto de custo e produção (ou seja devolve afetado, vitais, linhas, a linha de restrição de capacidade, linha impactando atendimento ao cliente) | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Alguma trinçadeira feita, mas não em linha com CD ou quebras e seu impacto de custo e produção |
| | 0.02 | As Máquinas prioritárias e este são demonstradas na planta da fábrica? | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Sim, mas não muito visível |
| 2. Riscos de Segurança da máquina & PPE | 0.03 | os riscos de segurança das máquinas e ações para mitigação estão claramente identificadas e são bem conhecidos por todos os membros do time? | 3 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| | 0.04 | os regrimentos de EPIs são bem conhecidos por todos os todos os membros do time? | 6 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| | 0.05 | todos os EPIs requeridos estão em boas condições e disponíveis no ponto de uso? | 6 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| | 0.06 | a política de LOTO é bem conhecida por todos os membros do time? | 6 | | 0 | N/A | 6 | Não | N/A |
| 3. LOTO | 0.07 | o procedimento LOTO está disponível e visível no ponto de uso? | 6 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| | 0.08 | Os pontos de localização estão claramente marcados na máquina? | 6 | | 0 | N/A | 6 | Não | N/A |
| | 0.09 | todos os membros do time são capazes de aplicar o procedimento LOTO corretamente? | 6 | | 0 | N/A | 6 | Não | N/A |
| | 0.10 | os propósitos e objetivos do LOTO de AM estão claramente entendidos e promovendo a utilização? | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Parcialmente |
| 4. Teoria de AM | | os passos de AM são compreendidos com entusiasmo especial nos passos 1-3 de AM? É especialmente importante entender completamente o passo 2 (o que é e o passo 3 mais importante de AM) | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Parcialmente |
| | 0.11 | a divisão de funções entre os operadores AM e manutenção PM claramente entendidos e predominantemente mostrada? | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Parcialmente |
| 5. Sistemas de equipamento, sub-sistemas, componentes e princípio de funcionamento | 0.12 | os operadores conhecem os sistemas, subsistemas e nomes dos componentes da máquina? | 6 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| | 0.13 | os operadores conhecem as funções e o princípio da operação dos subsistemas e componentes da máquina? | 6 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| 6. Máquinas e condições de processo e padronização | 0.14 | os parâmetros das máquinas e dos processos (velocidade, temperatura, pressão, componentes de montagem) documentados e estão o mais alto nível (SKU)? Os pontos de configuração são baseados na aplicação dos princípios de 5G? | 3 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| | 0.15 | os operadores conhecem os pontos de configuração da máquina e os parâmetros de processo? | 6 | | 0 | 3 | 6 | Não | Parcialmente |
| 7. Fluxo de etiquetas | 0.16 | os operadores conseguem explicar os diferentes tipos de etiquetas? | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Parcialmente |
| | 0.17 | os operadores conseguem aplicar o processo de etiquetamento efetivamente? | 5 | | 0 | 2,5 | 5 | Não | Parcialmente |
| 8. Auto Avaliação | 0.18 | o checklist item sido usado pelo time para se auto avaliar o passo? | 5 | | 0 | N/A | 5 | Não | N/A |

Fonte: Autonomous Maintenance Pillar Overview. Material Interno, 2014

ANEXO B – Modelo de Calendário AM

| LIMPEZA | CONJUNTO | SUBCONJUNTOS ESBOÇO DE COMPONENTE / DESENHO / IMAGEM | COMPONENTE | Nº REFERENTE A ROTA | DESCRIPÇÃO DA ATIVIDADE | PORQUE REALIZAR A ATIVIDADE | SOP / LPP | IPSI S necessário | DURAÇÃO MINUTOS | FREQUÊNCIA C/A | QUEM | 1 2 3 4 5 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------------|---|------------|------------------------|---|--|-----------|----------------------|--------------------|-------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LIMPEZA | DESEUMIDIFICADOR |  | EXTERNO | 44 | LIMPEZA ESTRUTURA EXTERNA DO DESEUMIDIFICADOR | Garantir a condição básica de funcionamento do sistema | Padrão 55 | 44 | 00:00:00 | 1 | O |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | <img alt="Yellow triangle icon" data-bbox="655 12185 675 1222 |

ANEXO C – Tabela de Fontes de Sujeira

| FS | Fontes de Sujeira - Descrição | Tipo de Sujeira |
|------|--|-----------------|
| FS01 | Escape de massa pela abertura entre a placa perfurada e estrutura da Pelletizer da C01 | Massa |
| FS02 | Abertura entre a porta de acrílico frontal da Pelletizer e a estrutura da cabine | Pó de Massa |
| FS03 | Abertura entre a parte inferior frontal da cabine e a superior e a superior do funil da válvula rotativa | Pó de Massa |
| FS04 | Abertura entre a parte inferior traseira da cabine e a superior do funil da válvula rotativa | Pó de Massa |
| FS05 | Tampa de inspeção da rosca transportadora de raspa para o funil da Pelletizer | Massa |
| FS06 | Proteção de acrílico para inspeção do nível do funil da Pelletizer | Massa |
| FS07 | Correia de tração do motor da Pelletizer | Fuligem |
| FS08 | Dreno de água da camisa e da rosca do turbo flow | Condensado |
| FS09 | Tampas de contenção abaixo do transportador de raspas | Pó de Massa |
| FS10 | Correia de tração do compressor | Fuligem |
| FS11 | Dreno de condensado do desumidificador | Condensado |
| FS12 | Porta de acrílico do transportador de raspas | Pó de Massa |
| FS13 | Válvula manual de água na entrada do desumidificador | Condensado |
| FS14 | Trocador de calor de entrada de água para o transporte pneumático | Condensado |
| FS15 | Tanque -5°C e tubulação de água de aço carbono | Sujidade |
| FS16 | Abertura da estrutura do funil sobre a plataforma da Pelletizer C01 | Massa |
| FS17 | Encaixe entre o funil da cabine e a válvula rotativa | Massa |
| FS18 | Acúmulo de massa na parte inferior da tampa de inspeção frontal da Pelletizer | Massa |
| FS19 | Saída da válvula rotativa e entrada do mangote do transporte pneumático | Massa |
| FS20 | Desviador do transporte pneumático da C01 | Condensado |
| FS21 | Dreno na tubulação de água para o transportador pneumático | Condensado |
| FS22 | Filtro de água da saída do desumidificador | Condensado |
| FS23 | Válvula controladora da entrada de água do resfriador | Condensado |
| FS24 | Válvula manual da entrada de água do trocador de calor | Condensado |
| FS25 | Válvula automática de água na saída do resfriador | Condensado |
| FS26 | Válvula manual na saída de água do resfriador | Condensado |
| FS27 | Válvula manual na entrada de água do resfriador | Condensado |
| FS28 | Válvula automática na saída de água do desumidificador | Condensado |
| FS29 | Suporte da tubulação de água para o transp. pneumático | Condensado |
| FS30 | Válvula manual tubulação água gelada | Condensado |
| FS31 | Resfriador de ar do transp. Pneumático | Condensado |
| FS32 | Tubulação de água na saída da válvula controladora | Condensado |
| FS33 | Válvula Manual de Retorno | Condensado |
| FS34 | Mangueira no turbo flow | Condensado |
| FS35 | Termômetros de entrada e saída de água para o turbo flow | Condensado |
| FS36 | Mangote do desviador da Pelletizer | Massa |
| FS37 | Dreno na entrada/retorno do turbo flow | Condensado |
| FS38 | Válvula rotativa | Pó de Massa |
| FS39 | Acúmulo de massa no funil da válvula rotativa | Massa |
| FS40 | Manômetro de entrada de água para o transporte pneumático | Condensado |
| FS41 | Redutor da tubulação de entrada do trocador de calor | Condensado |
| FS42 | Manômetro na tubulação de entrada de água do resfriador | Condensado |
| FS43 | Manômetro da Tubulação de retorno | Condensado |
| FS44 | Entrada de ar do compressor | Poeira |
| FS45 | Sapata da tubulação de água gelada | Condensado |
| FS46 | Suporte da tubulação de ar comprimido | Condensado |
| FS47 | Abertura no acrílico da cabine do turbo flow | Massa |
| FS48 | Tubulação Água Gelada | Condensado |

ANEXO D – Tabela de Locais de Difícil Acesso

| LDA | Local de Difícil Acesso - Descrição | TIPO |
|-------|--|--------------|
| LDA01 | Corrente da válvula rotativa | LUBRIFICAÇÃO |
| LDA06 | Dreno de óleo do redutor | LUBRIFICAÇÃO |
| LDA02 | Bicos graxeiros do motor da Pelleteizer | LUBRIFICAÇÃO |
| LDA26 | Lubrificação do compressor (Interno) | LUBRIFICAÇÃO |
| LDA25 | Bicos graxeiros da válvula rotativa de água | LUBRIFICAÇÃO |
| LDA20 | Cabine da Pelletizer (Interna) | LIMPEZA |
| LDA21 | Caixa -5°C | LIMPEZA |
| LDA19 | Estrutura externa da Pelletizer (altura) | LIMPEZA |
| LDA29 | Cabine externa do compressor (altura) | LIMPEZA |
| LDA24 | Magote do Desviador da Pelletizer | LIMPEZA |
| LDA22 | Base do motor da Válvula Rotativa | LIMPEZA |
| LDA09 | Funil | LIMPEZA |
| LDA27 | Cabine interna do compressor | LIMPEZA |
| LDA34 | Parte interna do desumidificador | LIMPEZA |
| LDA37 | Bandeja do Trocador de Calor | LIMPEZA |
| LDA38 | Tubulações do Sistema de Água | LIMPEZA |
| LDA12 | Cabine do turbo flow (Interna) | LIMPEZA |
| LDA16 | Redutor da Pelletizer | LIMPEZA |
| LDA18 | Tubulação aérea | LIMPEZA |
| LDA14 | Motor da Pelletizer | LIMPEZA |
| LDA17 | Tubulação de água (6 polegadas na chegada no Turbo Flow) | LIMPEZA |
| LDA35 | Base inferior do desumidificador | LIMPEZA |
| LDA10 | Medidor de vazão de água para o turbo flow | INSPEÇÃO |
| LDA23 | Instrumentos e sensores de nível do funil | INSPEÇÃO |
| LDA13 | Válvula manual na linha de água do turbo flow da camisa e da rosca | INSPEÇÃO |
| LDA32 | Manômetros do ar de reativação e processo | INSPEÇÃO |
| LDA30 | Sentido de rotação da sílica | INSPEÇÃO |
| LDA03 | Termômetro da temperatura de água de entrada e saída dos turbo flows | INSPEÇÃO |
| LDA15 | Sentido de rotação do motor | INSPEÇÃO |
| LDA05 | Válvulas de by-pass da linha de água para os turbo flows | INSPEÇÃO |
| LDA36 | Painel de temperatura do desumidificador | INSPEÇÃO |
| LDA33 | Manômetro da tubulação de retorno | INSPEÇÃO |
| LDA04 | Termômetro da temperatura da camisa e rosca da Pelletizer | INSPEÇÃO |
| LDA07 | Válvulas de água abaixo da camisa da Pelletizer | INSPEÇÃO |
| LDA11 | Damper da linha de exaustão 01 | INSPEÇÃO |
| LDA08 | Válvula de ar comprimido para a válvula rotativa | INSPEÇÃO |
| LDA31 | Condições da Sílica | INSPEÇÃO |
| LDA28 | Motor do Compressor | INSPEÇÃO |

ANEXO E - Check List de Mudança de Passo – Passo1

| ITEM | No. | QUESTÕES | PADRÕES DE CLASSIFICAÇÃO | | | | | | | |
|--|------|---|--------------------------|---|---------------|-----|-----------|--|---|----------|
| | | | TOTAL | | CLASSIFICAÇÃO | | M (medio) | | A (alto) | |
| | | PONTOS | OBSERVAÇÕES | | B | M | A | B (baixo) | M (medio) | A (alto) |
| Participação e envolvimento de projetos | 1,01 | A metodologia da MA foi apresentada e realizada? Os participantes das atividades? | 5 | | 0 | 3 | 5 | Participante mostrou 5 conhecimento ou participação | Todos, incluindo técnicos, fornecedores de acordo com suas necessidades | |
| | 1,02 | O quadro foi utilizado a sua objetivo está claramente entendido? | 5 | Deixar exposto as EVOs de AM | 0 | 3 | 5 | Não atingiu a exigência | Elas e a documentação de fornecedores | |
| | 1,03 | Os objetivos e os indicadores de resultados são exibidos (KPI's & KPI's)? | 3 | Após a revisão do quadro de evos e informes exibidos momento de um lado | 0 | 1,5 | 3 | Atualizada mas não é ótimo (entendido) | Atualizada mas não é ótimo (entendido) | |
| | 1,04 | Um discurso de apresentação foi elaborado (Resumo), claramente? | 2 | | 0 | 1 | 2 | Não existe | Existiu mas não é ótimo | |
| | 1,05 | As anomalias e problemas são questionados adequadamente? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Não existe | Existiu mas não é ótimo | |
| | 1,06 | Existe um plano para fechar as situações e elas é seguido? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Não existe | Existiu mas não é ótimo | |
| | 1,07 | As paradas para as situações de MA são planejadas e são seguidas? | 1,5 | Existem oportunidades para melhorar a resolução das situações e paradas, principalmente as seguidas? | 0 | 1,5 | 3 | A decisão é tomada na última hora, não são planejadas | As atividades são programadas e agendadas | |
| | 1,08 | As tarefas foram atribuídas (quem fiz o que, quando e como)? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Não existe | Todo mundo sabe o que fazer. | |
| | 1,09 | Todas as ferramentas / equipamentos estão presentes? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Não indicado ou irregular, estão esquecidas | Indicado e organizado e ferramentas/equipamentos sem danos | |
| | 1,10 | Há algum resumo como predicas do papagaio/papagaio, matérias de embalagem, etc., estão esquecidos na reunião de trabalho? | 0 | Existem muitas oportunidades de melhoria da S&T ao redor do equipamento, principalmente no piso | 0 | 1 | 2 | Desordem M&H | OK | |
| | 1,11 | Todas as placas de identificação estão visíveis? | 1 | Colocar o controle visual nas pontas de risco conforme risqueamento delemento no quadro | 0 | 1 | 2 | Deficiência | Falta de planejamento | |
| | 1,12 | Existem alguma sujeira, poeira, algo ruim sobre as proteções? | 1 | Deixar a própria condição do ambiente as proteções e salvando salvo de pô. | 0 | 1 | 2 | Presente | Nada | |
| | 1,13 | As mangueiras e cabos estão limpos e organizados? | 1 | | 0 | 1 | 2 | Não é manutenção evidente | OK | |
| | 1,14 | Existem alguma poeira ou sujeira em torno das mangueiras ou cabos? | 1 | Variaos pontos com resíduo da pô ao redor e sobre a proteção superior. | 0 | 1 | 2 | Sim | Não | |
| | 1,15 | Há alguma ferramenta, ferramenta de manutenção, etc., que não devem estar no local e ainda estão? | 1 | | 0 | 1 | 2 | Sim | Não | |
| | 1,16 | As etiquetas apresentam a data das visitas verificadas? | 0 | Existem etiquetas verificadas com prazo vencido | 0 | 1 | 2 | Não | Etiquetas vencidas | |
| | 1,17 | Tom um espaço reservado para material não conforme diretamente identificado? | NA | | 0 | 1 | 2 | Não | Etiquetas vencidas | |
| | 1,18 | As áreas sujas e as fórias do sujeira foram identificadas? | 3 | | 0 | 3 | 5 | Sim, elas foram identificadas | Lista completa e detalhada | |
| | 1,19 | Existe uma lista dos locais de difícil acesso? | 5 | Existem pontos com acumulo de agua devido condensação do trincado do calor | 0 | 3 | 5 | A sujeira é evidente em toda a Áreas áreas que contendo fiação e tubulação | Há uma lista completa e detalhada | |
| | 1,20 | Existe alguma residuo, poeira, sujeira, óleo ou objetos estruturais, etc, em toda a área? | 3 | Existem alguns pontos com a exaço um pouco solta na proteção das máquinas | 0 | 1,5 | 3 | Alguns parafusos soltos | Nada solto | |
| | 1,21 | Tem algum parafuso ou parca solto? | 3 | | 0 | 2 | 4 | Presença de superfícies e de objetos estipulados | Não há objetos deslocados | |
| | 1,22 | Há objetos estranhos nas partes da máquina | 4 | | 0 | 1 | 2 | Algumas irregularidades | Nenhuma fatura | |
| | 1,23 | Existem alguma parte desgastada, abrasão ou temperatura irregular? | 2 | | 0 | 1,5 | 3 | Algumas irregularidades | Nenhuma fatura | |
| | 1,24 | Existem qualquer indicador luminoso/lanternada não funcionando? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Mais que 1 não funciona | Todas estão funcionando | |
| | 1,25 | Os motores e fitos estão limpos? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Completamente obstruídos | Sup. mas não obstruídos | |
| | 1,26 | Os interruptores e fios/cabos estão limpos? | 1 | | 0 | 1 | 2 | Praticamente cobertos de sujeira | Limpas | |
| | 1,27 | Os parafusos de controle estão limpos? | 1 | | 0 | 1 | 2 | Presença das superfícies | Limpas | |
| | 1,28 | Os cabos e mangueiras/fibros são limpos? | 1 | | 0 | 1 | 2 | Partes descoloridas ou carbonizadas/arrancadas ou rasgadas | Sem irregularidades | |
| | 1,29 | Existe alguma parte quebrada, solta, ausente ou o solvendo? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Algumas rachas questionáveis ou rasgadas | Sem irregularidades | |
| | 1,30 | Existe alguma parte desgastada, abrasão ou com temperatura irregular? | 2 | | 0 | 1 | 2 | Algumas irregularidades | Sem irregularidades | |
| | 1,31 | Os mancaamentos e estios estão limpos e trabalhando? Existem furos fórias? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Quedando, sujo e inoficiente | Não há fórias | |
| | 1,32 | Os furos e mangueiras/fibros são limpos? | 2 | | 0 | 1 | 2 | Sujeira por dentro e por fora | Completamente limpos por dentro e por fora | |
| | 1,33 | Existe alguma irregularidade no desgaste (uso, contaminação, furos)? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Irregularidades graves | Sem irregularidades | |
| | 1,34 | Existe alguma peça quebrada, superflua, solta/gasta? | 1 | Existem alguns parafusos e ferramentas no equipamento, ex: aperto das mangueiras | 0 | 1 | 2 | Algumas irregularidades | Todas as cores OK | |
| | 1,35 | Há faltas de óleo/graxa nas partes móveis? | 2 | | 0 | 1 | 2 | Muta faltas de óleo | Falta de óleo | |
| | 1,36 | A quantidade de lubrificante é suficiente? | 2 | | 0 | 1 | 2 | Nenhuma mancha óleo óleo | Níveis abaixo do nível do óleo | |
| | 1,37 | Todos os lances e tampos estão cobertos? | 1 | | 0 | 1,5 | 3 | Algumas partes sem cobertura ou quebradas | Cobertura presente e eficiente | |
| | 1,38 | Existem vazamentos manchados, sujeira em tubulações de alimentação? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Vazamentos e pingos de óleo | Sem vazamentos | |
| | 1,39 | Os mancaamentos da fiação são suficientes? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Quedando ou faltando | Não eficiente | |
| | 1,40 | Este check-list foi usado pelo time como auto avaliação do projeto? | 2 | | 0 | 1 | 2 | Não | Sim | |

Fonte: Autonomous Maintenance Pillar Overview. Material Interno, 2014

ANEXO F – Cálculo da capacidade da válvula rotativa

ANTES

| | | |
|--|-----------|--------------|
| Período de tempo | 60 | Minutos |
| % de ocupação da Caneca | 35% | % |
| Nº de canecas | 10 | unidades |
| Densidade Noodle | 0,56 | Tons/m3 |
| Velocidade Rotativa | 12 | RPM |
| Volume Quadrado | 0,00243 | m3 |
| Volume triângulo (*2) | 0,0004725 | m3 |
| Volume Total 1 caneca | 0,0029025 | m3 |
| Volume Total 1 Caneca com Densidade | 0,0016254 | Tons |
| Volume Total 1 Caneca com % utilização | 0,0005689 | tons |
| Volume Total da Rotativa 1 RPM | 0,0068267 | Tons/minutos |
| Volume Total da rotativa para 60 minutos | 4,096008 | Tons/hora |

DEPOIS

| | | |
|--|------------|--------------|
| Período de tempo | 60 | Minutos |
| % de ocupação da Caneca | 35% | % |
| Nº de canecas | 10 | unidades |
| Densidade Noodle | 0,56 | Tons/m3 |
| Velocidade Rotativa | 12 | RPM |
| Volume Quadrado | 0,002835 | m3 |
| Volume triângulo (*2) | 0,00055125 | m3 |
| Volume Total 1 caneca | 0,00338625 | m3 |
| Volume Total 1 Caneca com Densidade | 0,0018963 | Tons |
| Volume Total 1 Caneca com % utilização | 0,00066371 | tons |
| Volume Total da Rotativa 1 RPM | 0,00796446 | Tons/minutos |
| Volume Total da rotativa para 60 minutos | 4,778676 | Tons/hora |

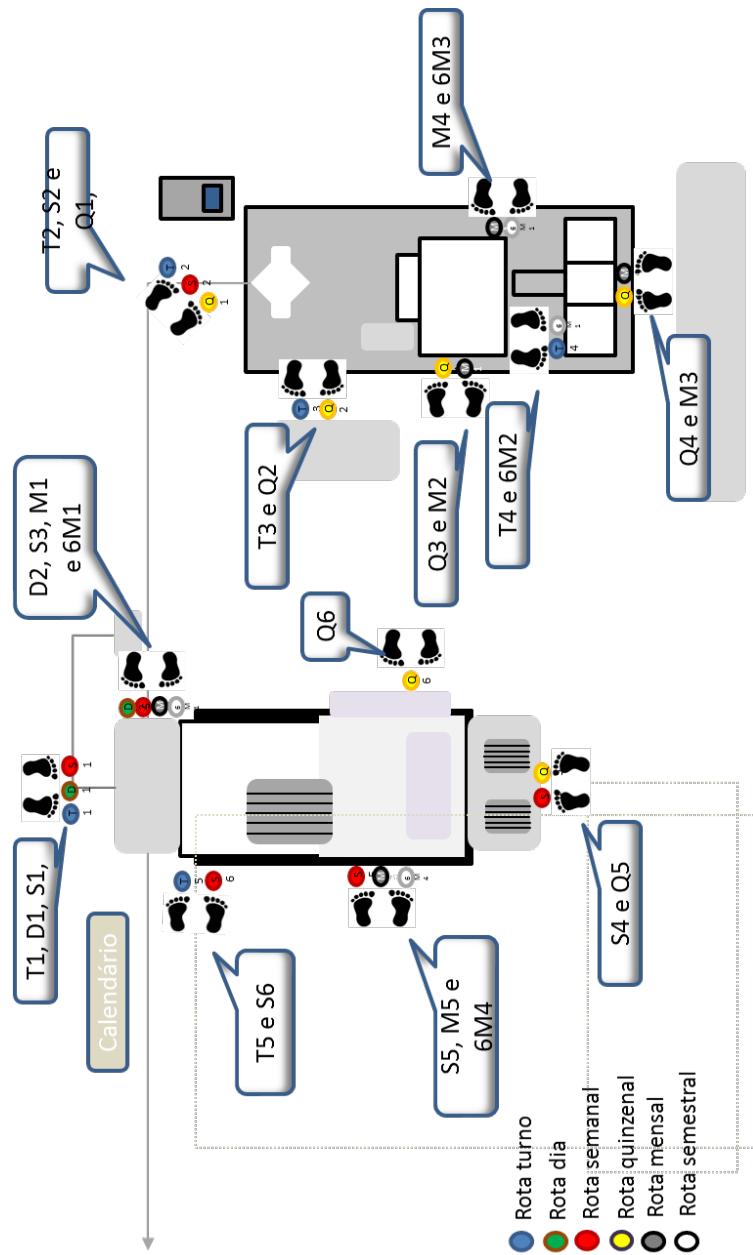


ANEXO G - *Check List* de Mudança de Passo – Passo 2

| ITEM | No. | QUESTÕES | PONTOS | OBSERVAÇÕES | TOTAL | | | Classificação | Código de Classificação |
|---|------|--|--------|--|-------|-----|---|---|---|
| | | | | | B | M | A | | |
| (1) Manutenção da limpeza das partes da máquina e ferramentas | 2.01 | As condições a seguir estão manutidas: (1) Limpeza das partes da máquina? (2) Limpeza dos instrumentos e das partes auxiliares? (3) Lubrificação? (4) DS em volta da máquina? | 5 | Foi monitorado o % de re-duplicado de tempo inclusivo para limpeza da máquina para a máquina receber o Custo de Custo de nível de identificação? | 0 | 3 | 5 | Nada foi feito | As ações corretivas foram tomadas. Os resultados não foram verificados. |
| (2) Ações para eliminar as causas dos problemas | 2.02 | Existe um sistema de gerenciamento de ações contínuo e com tempo hábil? | 3 | Existe, porém para controle correto do passo do operador | 0 | 3 | 5 | De forma aleatória | Com bastante regularidade |
| | 2.03 | Ações, form tomadas para resolver os problemas indicados pelas ações? Redução no tempo de impacto, inspeção e fabricação. | 5 | | 0 | 3 | 5 | Nada foi feito | As ações corretivas foram tomadas. Os resultados não foram verificados. |
| | 2.04 | Existe um programa para as ações identificadas mas ainda não realizado? | 2 | Algumas ações são estratificadas. % execução efetiva | 0 | 2 | 4 | Não existe | Existe, mas não são cumpridos |
| | 2.05 | Existem etiquetas de MA com causa e/ou definição? | 5 | | 0 | 3 | 5 | > que 3 | Algumas, dependendo dos intervalos (fornecidos) |
| | 2.06 | Tem ações que foram identificadas para eliminar os locais de difícil acesso para impacto? | 5 | | 0 | 3 | 5 | Muito pouco | Sim, sem a definição de prioridade |
| | 2.07 | As fontes de sujeira foram eliminadas? | 5 | Falta pronto de limpeza da bandejia que conta o número de contaminação | 0 | 3 | 6 | Muito pouco | Sim, sem a definição de prioridade |
| | 2.08 | Bandagens, canhas, etc. foram colocadas para testar a sua quebra? (elástica, simples, barata e fácil para remover) | 5 | | 0 | 3 | 5 | Muito pouco | As ações corretivas foram tomadas. Os resultados não foram verificados. |
| (3) Atividades para eliminar os focos de difícil acesso | 2.09 | As condições foram melhoradas para facilitar: | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Normalmente proposta | Intervenções com esforço reduzido e com método |
| | 2.10 | (1) Limpeza do equipamento? | 3 | Falta avaria milhão das periferias das máquinas para ver se compõem trocar parafusos por milha volta (com sensor segurança) | 0 | 1,5 | 3 | Sim | Definido, iniciado e conhecido de todos |
| | 2.11 | (2) Remoção de velhos tipos de cobertura? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Sim | Por acaso |
| | 2.12 | (3) Limpeza do local de trabalho? | 3 | | 0 | 1,5 | 3 | Sim | Por acaso |
| | 2.13 | Existe um local adequado e definido para as ferramentas de limpeza? | 0 | Falta local definido para a armário e ferramentas | 0 | 2 | 4 | Não há indicação | Não definido, não é necessário ter o seu uso, ferramentas e as monitora periodicamente |
| (4) Identificação do consumo | 2.14 | Os códigos de identificação do produto que está sendo utilizado no teste e/ou para o círculo ponto de identificação, alimentação ou ponto de estabelecimento no sistema (etiqueta ou colcho interno com fita)? | NA | | 0 | 1,5 | 3 | Não há indicação | Todos os códigos de identificação marcados e barcos |
| | 2.15 | Há em cada recipiente, uma clara identificação do produto que está dentro dele? | NA | | 0 | 2 | 4 | Não há indicação | Cada recipiente tem sua própria etiqueta |
| (5) Áreas em volta da máquina | 2.16 | Os materiais PROCESSADOS/ SER PROCESSADOS, OK/Não OK foram definidos e separados? | NA | | 0 | 3 | 5 | Eles estão espalhados | Posse de tutte definidas e valores. Separadas entre os produtos OK e Não OK está clara |
| | 2.17 | As ferramentas, instrumentos e equipamentos foram identificados? | 4 | | 0 | 2 | 4 | Eles estão espalhados | Eles estão armados e completamente identificados |
| | 2.18 | Depois da etapa final de MA, o problema foi identificado com a contribuição de todas da área (ex: todos os turnos)? | 5 | | 0 | 3 | 5 | Nunca | Ocasionalmente |
| | 2.19 | Para melhorar a resolução de problemas, as causas foram analisadas e os efeitos são sistematicamente verificados? | 5 | | 0 | 3 | 5 | Não são conhecidos | Frequentemente |
| (6) Gerenciamento de projeto | 2.20 | Todos os membros da equipe da execução das modificações de localizada pela análise da planta? | 3 | Carregar a raiz da EVO não baixa com ações a tomadas em bairros. | 0 | 3 | 5 | Não foi feito | Foi emitido mas não está exibido no quadro |
| | 2.21 | O relatório/painel das ações tomadas foi emitido? | 5 | | 0 | 3 | 5 | Somente a parte do time | A equipe inteira |
| (7) Padrões | 2.22 | Os indicadores KPI's e KAs mostram melhorias? | 4 | | 0 | 4 | 5 | Não existe | Todas as melhorias estão expostas no quadro. A aplicação destas melhorias nas mudanças de operações e novos equipamentos e sistemas existentes foi feita. |
| | 2.23 | Existem padões/procedimentos para limpeza e inspeção? | 2 | Procedimento com check list de painel que pode ser usado | 0 | 3 | 5 | Existem mas não são detalhados e seguidos | Existem e são seguidos |
| Auto avaliação | 2.24 | Este check-list é usado pelo time como auto avaliação do passo? | 2 | | 0 | 2 | 4 | Alguns | Todos |

Fonte: Autonomous Maintenance Pillar Overview. Material Interno, 2014

ANEXO H - Resumo das Rotas – Passo 3



ANEXO I - *Check List* de Mudança de Passo – Passo 3

| ITEM | No. | QUESTÕES | PADRÕES DE CLASSIFICAÇÃO | | | | | |
|--|------|--|--------------------------|---|---------|-----------|-----------|--|
| | | | CLASSIFICAÇÃO | | PONTO S | | PONTO S | |
| | | | B | M | A | B (Baixo) | M (Médio) | A (Alto) |
| (1) Eliminação das causas das problemas e locais de difícil acesso | 3,01 | Oniveral obidi a aplicação das questões identificadas no passo 2 bram mantidas em relação a a? (2) Eliminação das causas de problemas? Aver a existem problemas para a realização das tarefas de sujeira e/ou acesso a locais de difícil acesso? | 8 | 0 | 4 | 8 | 0 | Não é possível manter o nível obtido (80% do valor do objetivo) mas acções corretivas já foram tomadas (65% do valor do objetivo). |
| | 3,02 | Aver a existem problemas para a a? e/ou acesso a locais de difícil acesso? | 3 | 0 | 3 | 6 | 0 | Quando tem a necessidade de realizar tarefas de sujeira e/ou acesso a locais de difícil acesso? |
| (2) Manutenção da limpeza inicial | 3,03 | Qual é a situação de limpeza dos instrumentos/ ferramentas e peças auxiliares? | 4 | 0 | 4 | 7 | 0 | Evêncio a clareza sujeira a objetos estanho, len excessivo na natureza ou que excede as normas de higiene e/ou ares. |
| | 3,04 | Qual é a situação que diz respeito a limpeza a bordo da aeronave? | 6 | 0 | 3 | 6 | 0 | Evêncio a clareza sujeira a objetos estanho ou em excesso. |
| (3) Padrões de limpeza, lubrificação e inspeção | 3,05 | Os pontos de limpeza, inspeção e lubrificação foram identificados? | 10 | 0 | 5 | 10 | 0 | Não identificados, Não listados |
| | 3,06 | As normas de MAESTO presentes na máquina? | 8 | 0 | 8 | Não | 0 | As normas de MAESTO presentes na máquina? |
| (4) Situação da lubrificação | 3,07 | As normas possuem tempo de validade e estão dentro do prazo? | 7 | 0 | 4 | 7 | 0 | As normas possuem tempo de validade e estão dentro do prazo? |
| | 3,08 | O calendário de MAESTO sendo seguido? | 10 | 0 | 5 | 10 | 0 | O calendário de MAESTO sendo seguido? |
| | 3,09 | Os pontos de lubrificação estão independentemente identificados com uma marca? | 10 | 0 | 5 | 10 | 0 | Os pontos de lubrificação estão independentemente identificados com uma marca? |
| | 3,10 | O óleo e a graxa para lubrificação estão organizados, ralados e despolivados? | 8 | 0 | 4 | 8 | 0 | O óleo e a graxa para lubrificação estão organizados, ralados e despolivados? |
| Autoavaliação | 3,11 | Os equipamentos necessários para a lubrificação existem e estão dispostos de forma arrumada e organizada? | 4 | 0 | 4 | 8 | 0 | Os equipamentos necessários para a lubrificação existem e estão dispostos de forma arrumada e organizada? |
| | 3,12 | Os medidores do nível óleo e os controles visuais estão indicados e corretamente? | 8 | 0 | 4 | 8 | 0 | Os medidores do nível óleo e os controles visuais estão indicados e corretamente? |
| Autoavaliação | 3,13 | Este checklist foi usado pelo time como auxílio durante o passo? | 4 | 0 | 4 | Não | 0 | Este checklist foi usado pelo time como auxílio durante o passo? |

Fonte: Autonomous Maintenance Pillar Overview. Material Interno, 2014