



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PRISCILA RAYANY FREITAS PEREIRA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA
UMA EMPRESA DO RAMO DE REVESTIMENTO, LOCALIZADA NA
CIDADE DE MOSSORÓ-RN.**

MOSSORÓ
2024

PRISCILA RAYANY FREITAS PEREIRA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA
UMA EMPRESA DO RAMO DE REVESTIMENTO, LOCALIZADA NA
CIDADE DE MOSSORÓ-RN.**

Projeto de trabalho de conclusão do curso de graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharias e Ciências Ambientais do Centro de Engenharias da Universidade Federal Rural do Semi Árido, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. André Pedro
Fernandes Neto

MOSSORÓ
2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

PP436 Pereira, Priscila Rayany Freitas Pereira.
e Elaboração de um plano de manutenção autônoma
para uma empresa do ramo de revestimento,
localizada na cidade de Mossoró-RN. / Priscila
Rayany Freitas Pereira Pereira. - 2024.
40 f. : il.

Orientador: André Pedro Fernandes Neto Neto.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2024.

1. Total Productive Maintenance (TPM). 2.
Sustentabilidade. 3. Material de Alumínio composto-
ACM. 4. Manutenção autônoma. I. Neto, André Pedro
Fernandes Neto, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da Instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PRISCILA RAYANY FREITAS PEREIRA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA UMA
EMPRESA DO RAMO DE REVESTIMENTO, LOCALIZADA NA CIDADE DE
MOSSORÓ-RN.**

Projeto de trabalho de conclusão do curso de
graduação em Engenharia de Produção, do
Departamento de Engenharias e Ciências
Ambientais do Centro de Engenharias da
Universidade Federal Rural do Semi Árido,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Defendida em: 04 /04 /2024.

BANCA EXAMINADORA

**ANDRE PEDRO
FERNANDES
NETO**

Assinado digitalmente por ANDRE PEDRO FERNANDES
NETO
ID: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Presencial, OU=
08417107000141, OU=Secretaria da Receita Federal do
Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A3, OU=(em branco), CN=
ANDRE PEDRO FERNANDES NETO!
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2024.04.04 19:08:44-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 12.1.2

Prof. Dr. ANDRE PEDRO FERNANDES NETO – UFERSA
Presidente e orientador

**Charles Miller de Gois
Oliveira**

Assinado digitalmente por Charles Miller de Gois Oliveira
ID: CN=Charles Miller de Gois Oliveira
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, O=ICPEdu, C=BR
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2024.04.05 13:58:35-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 2024.1.0

Me. CHARLES MILLER DE GOIS OLIVEIRA – UERN
Primeiro Membro



DANIEL COSTA DO COUTO
Data: 05/04/2024 10:13:20-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Me. DANIEL COSTA DO COUTO - UERN
Segundo Membro

RESUMO

A constante busca pela eficiência dos equipamentos e consequentemente aumento da produtividade é uma realidade de muitas empresas. Para tal, a busca e aplicação da filosofia Total Productive Maintenance-TPM tem se tornado constante, pois além da entrega dos resultados e aumento da confiabilidade das máquinas, a mesma auxilia na sustentabilidade. Fundamentada em oito pilares, o TPM visa englobar todos os setores de uma organização. O presente trabalho realizado em uma empresa especializada em serviços de revestimentos com material composto de alumínio-ACM, enfoca a aplicação da Manutenção Autônoma como ferramenta de aumento da competitividade e produtividade, sendo este um dos pilares da TPM. Tal abordagem é fundamental, pois uma boa manutenção garante a confiabilidade e segurança dos equipamentos, oferece menor risco a quem opera e reduz custos. Para a aplicação da metodologia é necessária a imersão de todos os indivíduos que participam do processo de produção para o gerenciamento e principalmente, para que eles compreendam o conceito de trabalho em equipe, bem como, treina-los, pois, a excelência do processo está ligada aos resultados sistêmicos, da empresa e não em resultados individuais. Para embasar tais reflexões, o projeto apresenta a revisão da literatura e um estudo de caso sobre a aplicação desse método, posteriormente, apresentando os resultados alcançados.

Palavras-chave: Total Productive Maintenance (TPM); Sustentabilidade; Material de Alumínio composto-ACM; Manutenção autônoma.

ABSTRACT

The constant search for equipment efficiency and consequently increased productivity is a reality for many companies. To this end, the search for and application of the Total Productive Maintenance-TPM philosophy has become constant, because in addition to delivering results and increasing machine reliability, it helps with sustainability. Based on eight pillars, TPM aims to encompass all sectors of an organization. This work, carried out at a company specializing in aluminium composite material (ACM) coating services, focuses on the application of Autonomous Maintenance as a tool for increasing competitiveness and productivity, which is one of the pillars of TPM. This approach is fundamental, as good maintenance guarantees the reliability and safety of equipment, offers less risk to those who operate it and reduces costs. In order to apply the methodology, it is necessary to immerse all the individuals who take part in the production process in management and, above all, to make them understand the concept of teamwork, as well as to train them, because the excellence of the process is linked to the systemic results of the company and not to individual results. To support these reflections, the project presents a literature review and a case study on the application of this method, and then presents the results achieved.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM); Sustainability; Aluminum Composite Material-ACM; Autonomous Maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Sistema de prestação de serviços da manutenção	17
Figura 02 - Pilares da TPM	18
Figura 03 - Composição da chapa de ACM	23
Figura 04 - Estrutura da metodologia	25
Figura 05 - Organograma do setor de produção.....	26
Figura 06 - Máquina Serra de Esquadria (Policorte)	27
Figura 07 - Máquina Serra de Esquadria (Policorte)	27
Figura 08 - Fluxograma do processo produtivo.....	28
Figura 09 - Corte dos perfis de alumínio.....	28
Figura 10 - Local de armazenagem dos discos.....	29
Figura 11 - Layout do setor de produção.....	30
Figura 12 - Etapas do do pilar treinamento	32
Figura 13 - Matriz de habilidades.....	33
Figura 14 - Etapas de implementação do pilar MA.....	34
Figura 15 - Lubrificação da máquina.....	35
Figura 16 - Limpeza do ambiente de trabalho.....	35
Figura 17 - Etiquetas de anomalias.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Fases implementação TPM.....	19
Quadro 02 - Quadro comparativo entre o modelo de trabalho proposto com o modelo encontrado na literatura.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	Aluminum Composite Material / Material composto de alumínio
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Dr	Doutor
MA	Manutenção Autônoma
NBR	Norma Brasileira
Prof.	Professor
PDCA	Plan (planejar), Do (fazer), Check (chechar) e Act/Adjust (agir ou ajustar).
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TPM	Total Productive Maintenance / Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivos Específicos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Gestão da produção.....	13
2.2 Manutenção.....	14
2.2.1 Manutenção corretiva	14
2.2.2 Manutenção preditiva	15
2.2.3 Manutenção detectiva	16
2.2.4 Manutenção preventiva.....	16
2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM).....	17
2.3.1 Pilares do TPM	18
2.4 Manutenção autônoma.....	20
2.5 Conceito de 5S.....	21
2.6 Chapas de Alumínio composto - ACM	22
3. METODOLOGIA.....	23
3.1 Classificação da pesquisa	23
3.2 Caracterização da empresa	25
4. RESULTADOS E DISCURSÕES	26
4.1 Definição da máquina (Equipamento Piloto)	27
4.2 1ª Etapa: PROGRAMA 5S	29
4.3 2ª etapa: PROGRAMA TPM.....	31
4.3.1 Pilar treinamento e educação	32
4.3.2 Pilar manutenção autônoma	33
6. REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas têm sido marcadas pelo aumento significativo da utilização de revestimentos de alta tecnologia nas fachadas de edifícios comerciais. Entre os mais comercializados, com alta demanda, estão os Painéis de Alumínio Composto, conhecidos como Aluminium Composite Material (ACM), se destacando principalmente por sua rapidez na instalação, possibilidade de moldagem e não necessitar de maquinários modernos e de grande porte para a sua modulação. No entanto, estes devem estar regulados e estarem em perfeito estado para a sua modulação correta, ou seja, a manutenção deve ser uma atividade programada nessas máquinas, para evitar falhas, e desta forma, o produto final possuir uma performance de qualidade (MONTANER, 2001).

Os sistemas de produção estão se aprimorando cada vez mais, em virtude do mercado altamente competitivo e um dos desafios para manter a competitividade de uma organização é garantir que o sistema/equipamento esteja confiável e disponível. Com isso o conceito de manutenção tem como base diferentes aspectos das atividades, tais como, planejamento de ações, controle de processos e melhoria contínua, atuando diretamente na disponibilidade e confiabilidade das operações e atividades de modo a assegurar o padrão de qualidade dos processos de produção bem como, produtos e serviços, afetados principalmente pela ocorrência de falhas, que podem ser planejadas e evitadas. A prática da manutenção possui benefícios importantíssimos e é essencial que exista um plano de manutenção para que os equipamentos e processos funcionem adequadamente (LEONARDO E JOEL, 2010; GUSTAVO, 2013).

A Manutenção é uma forma de garantir a confiabilidade dos processos, bem como a segurança das operações realizadas e um planejamento estratégico de manutenção oferece as ferramentas necessárias para eficiência produtiva. Sendo mal executada, ou, a ausência da mesma, pode impactar diretamente na produtividade, seja por aumento do tempo de produção, gerada pela redução de desempenho, ou por uma parada efetiva (MARCORIN; LIMA, 2003; MOTTER, 1992).

O estudo propõe analisar o ambiente de trabalho de uma empresa de médio porte, localizada na cidade de Mossoró-RN, e sugerir, posteriormente um plano de manutenção adequado para seus maquinários, embasado no conceito da manutenção produtiva total (TPM), apresentando rotinas com um maior controle, segurança e monitoramento dos maquinários e pessoas envolvidas nas atividades.

Com base na avaliação da empresa, realizada através de conversas e relatos da alta gestão, pode-se perceber o alto grau da falta de conhecimento sobre a prática de manutenções na organização, bem como, diversos prejuízos que a mesma já teve em devido à ausência de um plano de manutenção em sua estrutura organizacional. Em virtude disso, buscou-se elaborar um modelo a ser aplicado na organização em estudo, a fim de reduzir ou eliminar essas anomalias que vem causando perdas na produção.

Para este estudo de caso, o pilar de maior interesse é a Manutenção Autônoma (MA), sabendo e reconhecendo a importância dos demais pilares. Nesse contexto, o presente estudo apresenta a seguinte questão problema de pesquisa: Como aumentar a disponibilidade de um equipamento piloto, do centro de modelagem de ACM, através da manutenção autônoma?

Com a implementação do plano de manutenção, espera-se uma diminuição de falhas e quebras não planejadas das máquinas e equipamentos da empresa, oferecendo medidas e subsídios para a prevenção e controle evitando custos desnecessários, situações inesperadas por falta de planejamento e/ou tomada de decisão, melhorando a disponibilidade das máquinas para execução das tarefas.

1.1 Objetivos

Elaborar um plano de manutenção autônoma em um equipamento piloto de uma empresa do ramo de revestimentos, utilizando conceitos da TPM.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Identificar as avarias do ambiente e dos maquinários, seus componentes, suas funções, modos de operações e potenciais de falhas.
- Aumentar o nível de conhecimento dos operadores e responsabilidade dos mesmos em zelar pelo equipamento.
- Propor melhorias de ambiente e rotinas de trabalho, com práticas de manutenção.
- Elaborar plano de manutenção autônoma

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma boa manutenção aliada a metodologias de controle gerenciais são fundamentais para o alcance de um sistema de melhoria contínua integrado, gerando um ganho de produtividade almejado pelas empresas. Nesta seção é exposta a fundamentação teórica acerca da gestão da produção, Manutenção, Manutenção Produtiva Total, Manutenção Autônoma, conceito 5S e Painéis de Alumínio Composto.

2.1 Gestão da produção

Devido a Revolução Industrial, a utilização de máquinas intensificou-se e consequentemente surgiram também os primeiros movimentos trabalhistas e o entendimento que o poderio tanto econômico como político estava relacionado à capacidade de produção. Mas a gestão da Produção fica realmente evidente quando Frederick Taylor surge com a sistematização do conceito de produtividade e com metodologias de Henri Ford acerca da linha de montagem em série, método que é utilizado até os dias atuais (MARTINS E LAUGENI, 2005; MOREIRA, 2012).

Em determinados casos, a designação de Gestão da Produção ou de Administração da Produção é confundida com a atividade fabril. A Gestão da Produção é a atividade de gerenciamento de recursos e processos que produzem e entregam bens e serviços, visando atender as necessidades, bem como, os desejos de qualidade, tempo e custo dos clientes. Esta, trata de problemas reais, tendo em vista que, tudo o que vestimos, comemos e utilizamos, por exemplo, passa de alguma forma por um processo produtivo (SLACK ET AL., 2008).

As atividades desenvolvidas por uma empresa, visando atender seus objetivos seja de curto a longo prazo se inter-relacionam, em sua maioria, de forma complexa, transformando insumos e matérias primas em produtos e/ou serviços, demandando recursos que agreguem valor ao produto final. Isso constitui um dos principais objetivos da Administração da Produção (RITZMAN E KRAJESWSKI, 2004).

O fluxo do produto determina a sua classificação dentro do sistema de produção. Estes são agrupados em geral em três categorias: sistema de Produção contínua ou fluxo em linha; sistema de Produção intermitente e sistema de Projeto Especial. O sistema de produção está relacionado diretamente ao seu processo, ou seja, a mudança de um desses exige a adaptação do outro de forma dinâmica (MOREIRA, 2012).

2.2 Manutenção

A manutenção pode ser definida como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (NBR 5462, 1994). Kardec e Nascif (2013 p. 26), conceituam a manutenção como uma forma de “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”.

A atividade de manutenção tem por finalidade, evitar a degradação de máquinas e/ou equipamentos devido ao uso e ao tempo, onde pode ser manifestada pelo mau funcionamento destes, produzindo produtos não uniformes, como também causando poluição ao meio ambiente. Entretanto, somente evitar essa degradação não é suficiente, deve-se também realizar melhorias, que em muitos casos evita problemas futuros devido à um componente com mau funcionamento ou com uma geometria inadequada, por exemplo (XENOS, 2004).

Em um contexto mais abrangente, a manutenção tem como objetivo manter em funcionamento o equipamento conforme as condições de projeto, ou restaurá-lo para aquelas condições. Esse conceito, permite uma ampla visão, pois engloba a abordagem proativa, com rotinas de inspeção periódicas, reposição preventiva e monitoramento dos equipamentos, ou seja, a manutenção é o conjunto de atividades que tem como objetivo conservar em condições operacionais e satisfatórias o patrimônio da empresa, como prédios, máquinas, utilidades, etc (PASCHOAL et al., 2009).

O tipo de manutenção aplicada em uma organização, depende de vários fatores, tais como, tipo de processo, tipo de equipamento, disponibilidade e qualidade da mão de obra, entre outros. É necessária uma análise abrangente para determinação do tipo a ser aplicado em cada equipamento ou processo (VIANA, 2002).

Diante desse contexto, aborda-se a seguir os tipos de manutenção, suas características e suas importâncias, classificadas em manutenção corretiva, preditiva, detectiva e preventiva.

2.2.1 Manutenção corretiva

O termo, manutenção corretiva, é amplamente conhecido no ramo industrial, como também, a forma mais comum para reparo de um equipamento. A sua principal função é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento. Do ponto

de vista financeiro de manutenção, é mais barata, do que prevenir as falhas nos equipamentos, entretanto, pode causar grandes perdas na interrupção da produção. A manutenção corretiva não é uma manutenção recomendada, pois o problema é deixado chegar ao extremo, comprometendo a vida útil do equipamento, bem como a produção em si (PEREIRA, 2011; VIANA, 2002).

A manutenção corretiva pode ser planejada e não planejada. A manutenção corretiva planejada é quando há um acompanhamento do equipamento através da preditiva, detectiva ou inspeção. Com essa manutenção, é possível substituir o equipamento por outro idêntico, realizar reparo rápido ou preparar o posto de trabalho com dispositivos e ferramentas. Caracteriza-se pela manutenção não planejada a ocorrência da quebra, quando não há tempo para a preparação do serviço e nem um planejamento para a execução da manutenção. Essa manutenção implica em alto custo, pois as quebras são inesperadas, podendo acarretar perdas na produção, perda de qualidade do produto, além do elevado custo indireto de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2013).

2.2.2 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva, garante a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análises, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem para redução da manutenção preventiva e a corretiva. Normalmente, esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas à produção. Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, toma-se a decisão de intervenção (KARDEC; NASCIF, 2013).

Conforme o uso da tecnologia, as técnicas de manutenção preditiva são de modo bastante avançadas. Ela costuma ser tratada de forma diferenciada dentro das empresas. É fundamental que a equipe de manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja extremamente qualificada e capacitada para execução desta atividade, pois as informações coletadas requerem análise dos resultados e a formulação de diagnósticos confiáveis, sendo umas das desvantagens desse tipo de manutenção, pois há uma grande necessidade de conhecimento teórico e experiência por parte do inspetor (XENOS, 2004).

2.2.3 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva surgiu na década de 1990. Sua denominação está relacionada à palavra detectar. Cada vez mais são utilizados computadores com instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. Um problema a ser considerado na manutenção detectiva é a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de erros, embora essa possibilidade seja remota (PEREIRA, 2011).

De uma forma ou de outra, a redução dos níveis de paradas indesejadas por manutenções não programadas fica bastante reduzida. Após a implantação da manutenção detectiva, é necessário melhorar ainda mais a competitividade de uma organização, surgindo a necessidade da implantação de uma Engenharia de Manutenção para solucionar problemas crônicos, melhorando a sistemática e aumentando a manutenibilidade de uma empresa (KARDEC; NASCIF, 2013).

2.2.4 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva busca sempre a melhoria contínua, melhorando o desempenho das máquinas e equipamentos, aumentando a produtividade, consequentemente, reduzindo a indisponibilidade. Esta, procura evitar as ocorrências de falhas, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempos, com a finalidade de manter o equipamento em seu melhor estado operacional, diminuindo o risco de falhas, diminuindo a ocorrência de quebras e aumentando a confiabilidade e regularidade de operação do sistema produtivo (PEREIRA, 2011).

Um plano de manutenção bem elaborado é a base de todas as tarefas preventivas que devem ser tomadas para evitar falhas e garantir o bom funcionamento dos equipamentos. É de suma importância o conhecimento técnico de cada componente do equipamento, bem como, a sua vida útil. No plano, é necessário que haja informações, instruções detalhadas sobre o que inspecionar, reformar ou trocar, a frequência, por que e como essa tarefa deve ser executada. A manutenção preventiva pode reduzir as paradas de produção devido à quebra de equipamento, proporcionando um controle sobre a produtividade (KARDEC; NASCIF, 2013).

Os pontos negativos da manutenção preventiva são: substituição prematura de componentes que poderiam operar por um tempo maior do que previsto, além de causar possíveis defeitos no equipamento por falha humana, de peças sobressalentes e falhas dos procedimentos de manutenção (RODRIGUES, 2012).

2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A Manutenção Produtiva Total (TPM – Total Productive Maintenance), é um programa de manutenção que envolve todos os colaboradores da organização, desde a alta administração até os operadores da linha de produção. Esta, introduz a capacitação e habilitação a estes, fazendo assim com que cada pessoa desenvolva novas capacidades e consequentemente há melhoria do equipamento, e a equipe de manutenção fique encarregada de realizar as funções mais complexas. (KARDEC E NASCIF, 2013).

Seu objetivo consiste na constante melhoria da qualidade do produto, capacidade produtiva, eficiência operacional, bem como, a segurança. Para isto, prega-se o ideal de “erro zero” aplicando uma abordagem de produção para identificar problemas e resolvê-los, até mesmo antes que ocorram (MAGGARD, RHYNE, 1992; KIRAN, 2016).

O diagrama abaixo (Figura 01), foi extraído da obra Nascif (2013) Manutenção Orientada para Resultados. Esse diagrama demonstra de maneira bastante clara a ideia de como a manutenção transita entre os diversos departamentos de uma empresa.



Fonte: Nascif (2013)

Através do diagrama, pode-se perceber a forma com a manutenção está interligada com todos os setores de uma organização, sendo de fundamental importância para a continuidade das atividades desenvolvidas.

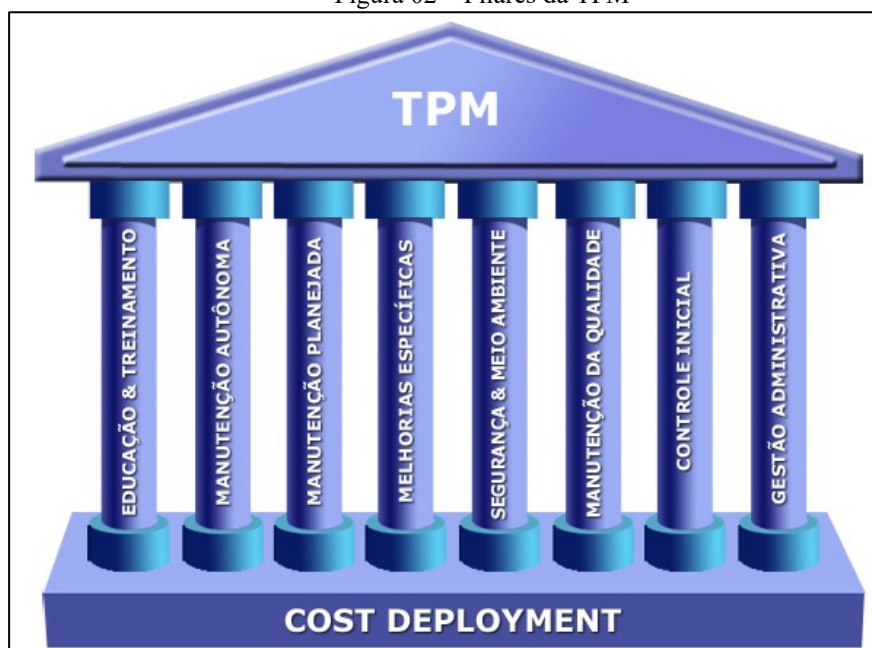
O método da TPM analisa a produção de inputs (entradas) como o homem, máquina, materiais e métodos, como sendo causa direta, corrigindo as deficiências do equipamento, do operador e do administrador deste. As deficiências de inputs são consideradas perdas, que podem ser por parada devido à quebra/falha, por mudança de linha e regulagem, por operação em vazio e pequenas paradas, por queda de velocidade,

por defeitos gerados no processo de produção, no início de operação e por queda de rendimento (NOGUEIRA; GUIMARÃES E SILVA, 2012)

2.3.1 Pilares do TPM

Segundo Nogueira, Guimarães e Silva (2012), a TPM deve ser vista como uma filosofia de gestão empresarial centrada na disponibilidade total do equipamento para a produção, e todos, desde a alta gerencia ao operador do equipamento, devem segui-la. O método do TPM engloba oito pilares que o sustentam, conforme é mostrado na Figura 2.

Figura 02 – Pilares da TPM



Fonte: Nogueira, Guimarães e Silva (2012, p. 179).

O primeiro pilar, educação e treinamento, consiste na capacitação técnica, gerencial e comportamental da equipe de manutenção e operação. O segundo, manutenção autônoma, está relacionado ao autogerenciamento, elaboração e cumprimento de padrões e conscientização da filosofia do TPM. A manutenção planejada, terceiro pilar, trata do planejamento e controle de manutenção diário com uso de software. No pilar das melhorias específicas, quarto pilar, diz respeito à melhoria global do negócio, visando a redução dos problemas para melhorar o desempenho. O quinto pilar, segurança e meio ambiente, visa o estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente. O pilar da manutenção da qualidade foca no estabelecimento de um programa de defeito zero. O controle inicial, penúltimo pilar, refere-se ao

estabelecimento de gerenciamento da fase inicial para novos projetos, ou seja, nessa etapa, deve-se eliminar as falhas na fonte. A gestão administrativa, oitavo e último pilar da TPM, consiste no estabelecimento de um programa nas áreas administrativas, visando um aumento da eficiência do método (WAKJIRA e SINGH, 2012).

De acordo com Nakajima (1989) a TPM normalmente é implementada em quatro fases: Preparação, introdução, implantação e consolidação. Estas, por sua vez, dividem-se em etapas como as relatadas no quadro abaixo.

Quadro 01 – Fases implementação TPM

FASES	ETAPAS	PONTOS PRINCIPAIS
Preparação para introdução	Interesse da alta direção sobre a decisão e introduzir o TPM.	Deve acontecer num encontro interno da empresa sobre TPM, e deve ser publicada num boletim.
	Campanha de divulgação e treinamento para introdução do TPM.	Executivos: Realizam estudo em grupo, conforme o respectivo cargo. Funcionários em geral: Passam por orientações através de recursos visuais.
	Estrutura para implantação do TPM.	Comissão ou grupos de estudo por especialidade.
	Estabelecimento de diretrizes básicas e metas para o TPM.	Benchmark e metas: Previsão dos resultados.
	Elaboração do plano diretor para implantação do TPM.	Desde os preparativos para introdução até os detalhes da implantação.
Início da introdução	Início do programa (TPM).	Convites: clientes; Empresa relacionadas; Empresas colaboradoras.
Implementação	Aperfeiçoamento dos equipamentos de forma individualizada para melhorar o rendimento operacional.	Seleção de um equipamento modelo e organização de uma equipe de projetos.
	Estruturação da manutenção por iniciativa própria.	Método de evolução passo a passo, diagnostico e aprovação.
	Estruturação da manutenção programada pelo setor de manutenção.	Manutenção periódica, manutenção preditiva, controle de construções, peças sobressalentes, ferramentas e desenhos.
	Treinamento para melhora do nível de capacitação da operação e da manutenção.	Treinamento concentrado dos líderes e treinamento das outras pessoas envolvidas.
	Estruturação do controle da fase inicial de operação dos equipamentos.	Projeto MP; controle de flutuação na fase inicial; LCC.

Consolidação	Execução total do TPM e elevação do nível geral.	Recebimento do prêmio PM; busca de maior desafio através de objetivos cada vez mais ambiciosos.
--------------	--	---

Fonte: Yamaguchi (2005) adaptado.

2.4 Manutenção autônoma

A Manutenção Autônoma é um dos pilares mais importantes de sustentação da TPM. Pode ser entendida como uma metodologia onde se aplica a força de trabalho dos operários na preservação e manutenção dos equipamentos. Ela inclui qualquer atividade realizada por estes relacionada com as funções de manutenção (SUZUKI, 1993).

Fidelis et al. (2015) ainda reforça que o pilar da manutenção autônoma tem como meta desenvolver nos operadores o cuidado e o zelo com suas máquinas e equipamentos, tendo os mesmos a capacidade de inspecioná-los e identificar eventuais problemas existentes.

A atividade de inspeção autônoma tem a finalidade de prevenir, no dia-a-dia da produção, a deterioração dos equipamentos, possibilitando o monitoramento da evolução dos danos, detectando e tratando suas anomalias em um estágio inicial, antes que estas se desenvolvam e resultem em falhas. Sendo uma das atividades eficientes de manutenção, pois toda falha visível se origina em algum tipo de anomalia, a princípio invisível para o operador e que pode e deve ser identificada por uma rotina de inspeções; transformar o equipamento em seu estado ideal através de sua restauração e uma gestão apropriada e estabelecer condições básicas necessárias de manutenção, de modo que os operadores detectem e relatem, rapidamente, quaisquer problemas nos seus equipamentos, sejam elas, vibrações, ruídos, sobreaquecimento, dentre outras, e que eles próprios ou as equipes de manutenção atuem antes que as falhas ocorram (NUNES E SELITTO, 2016).

Para inclusão dos operários nessa nova atividade, é importante eliminar os obstáculos e limitações relacionados ao conhecimento técnico. À medida que o desempenho dos operadores evolui positivamente, estes vão adquirindo segurança, autoconfiança e firmeza, podendo receber novos treinamentos que os habilitem para executar atividades de manutenção mais complexas, contribuindo para o sucesso da aplicação do método (TAKAHASHI, 1993; WYREBSKI, 1997; XENOS, 2004).

Para a implantação da manutenção autônoma em uma indústria é necessário inicialmente o comprometimento, adoção e divulgação por parte da alta administração para todos os setores da empresa. Assim, formar uma equipe comprometida para a

implantação. Feito isso, deve-se realizar a limpeza do equipamento e consequentemente a identificação de elementos e peças com anomalias, permitindo estabelecer contramedidas. Deve-se descartar qualquer material desnecessário no ambiente de trabalho pois evita desperdícios, diminui o risco de acidentes, facilita a localização e preservação de componentes do equipamento, além melhorar o arranjo físico, afim de melhorar o gerenciamento do local de trabalho, reduzir os tempos de setup e eliminar estoque de produtos inacabados entre as máquinas. Posteriormente, elaborar um plano de educação e treinamento para desenvolver a equipe de manutenção nos princípios básicos, ensinando-a a apoiar e orientar os operadores que participam da atividade. O treinamento para os líderes é de extrema importância e deve ser algo já estabelecido, para detectar e reparar anormalidades que ocorrem no dia a dia. (KARDEC, 2002; XENOS, 2004).

2.5 Conceito de 5S

O programa 5S consiste na base que sustenta todo o programa de TPM, tendo evidência no pilar Manutenção Autônoma. Pois, trata-se de uma proposta de elaboração de uma cultura organizacional que estabelece a total redefinição da empresa a partir do fim de materiais obsoletos, organização dos materiais, a limpeza sempre dentro do padrão ideal de trabalho, desenvolvimento de um ambiente com boas condições de trabalho e um sistema que mantém todo esse programa em funcionamento. Um ambiente como este é condição básica para aplicação de um programa de Manutenção Autônoma (REBELLO,2005).

Para Fogliatto e Ribeiro (2009), as empresas que não possuem o programa 5S implementado e pretendem criar um programa de MA, devem aplicar estes dois programas em conjunto, devido aos benefícios que os 5S's podem oferecer para a ambientação da MA.

O programa surgiu da necessidade em racionalizar recursos no pós guerra japonês, composto pelos chamados cinco sentidos, descritos abaixo, segundo Rebello:

- Seiri: Senso de Organização

Ato de identificar e separar os objetos necessários dos que são desnecessários, dando um destino para aqueles que não são mais úteis e separando os objetos por ordem de importância. Resultando em liberação de espaço; liberação de objetos para outros usuários; redução do tempo de procura e eliminação do desperdício.

- Seiton: Senso de Ordenação

Ato de ordenar os objetos de acordo com sua utilidade, frequência de uso, natureza, etc. Agrupando-os por cor, etiquetas, nome, e outras formas que possibilitem uma rápida visualização. Isso permite que os objetos possam ser acessados de forma rápida, otimizando assim, o tempo.

- Seiso: Senso de Limpeza:

Ato de eliminar a sujeira, mantendo o ambiente de trabalho em boas condições de limpeza. Isso gera um ambiente agradável que proporciona qualidade de vida aos funcionários, eliminação da fadiga do equipamento, prevenção de quebras e acidentes e outros.

- Seiketsu: Senso de Bem-estar

Este senso é baseado na manutenção de forma sistematizada dos últimos 3 S's. Busca-se conservar a higiene física e mental, tendo o cuidado para que os estágios da organização, ordenamento e limpeza, já alcançados não retrocedam. E com isso ter-se a padronização dos processos; melhoria da qualidade; redução/eliminação de condições inseguras e eliminação de estresse das pessoas.

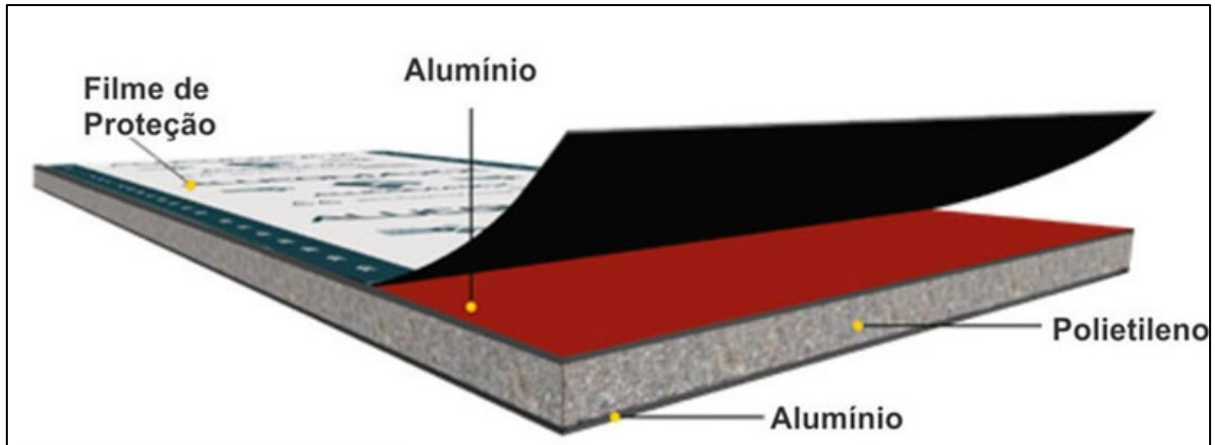
- Shitsuke: Senso de Autodisciplina

Este senso é relacionado a concretização da filosofia empregada pelo programa 5S, onde os funcionários se sentem responsáveis pela qualidade de vida em seus ambientes de trabalho e cumprir rigorosamente o que foi estabelecido pelo grupo. Os resultados são espírito de equipe, sinergia; previsibilidade dos processos; autodisciplina; confiabilidade dos dados de controle; redução/eliminação de atos inseguros e a consolidação do 5S.

2.6 Chapas de Alumínio composto - ACM

ABNT NBR 15446 (2006), define painéis de alumínio como sendo painéis formados por chapas de alumínio, ligadas ou não por um núcleo de material termoplástico extrudado. Os tipos mais utilizados em fachadas é o painel de chapa sólida, formado somente por chapas sólidas de alumínio e o painel composto, formado por duas chapas de alumínio ligadas por um núcleo de material termoplástico extrudado, conforme é mostrado na figura 3.

Figura 03 – Composição da chapa de ACM



Fonte: Alucomaxx, 2024.

Os painéis de ACM são encontrados no mercado em espessuras que variam de 3mm a 6mm, com larguras comumente disponíveis de 1,25m e 1,5m. Sob encomenda é possível obter-se placas com larguras especiais, desde que acima de uma determinada quantidade mínima, e comprimentos especiais, com no máximo 6,00m (TÉCHNE, 2009).

Para a aplicação do ACM em fachadas, é necessária a usinagem e dobra dos painéis, a fim de se formar bandejas, que são fixadas a uma subestrutura preferencialmente, perfis de alumínio. Em edificações com mais de 20m de altura, os painéis compostos não são permitidos em vários países por não impedirem a propagação das chamas. No Brasil, no entanto, não há essa restrição. As chapas devem ter espessura mínima de 0,3 mm para aplicação interna e 0,5 mm para utilização externa (ABNT NBR 15446, 2006; TÉCHNE, 2009).

3. METODOLOGIA

Uma pesquisa é realizada mediante aos conhecimentos disponíveis e a utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na composição desta pesquisa.

3.1 Classificação da pesquisa

O estudo realizado possui natureza aplicada, e promove conhecimentos para aplicação prática de solução de problemas reais, associados a inexistência da pratica de um plano de manutenção, e consequentemente redução da capacidade produtiva da

empresa analisada. A abordagem é de maneira qualitativa, descreve-se as condições em relação ao ambiente em estudo, maquinários e seus operadores e exploratório, onde procura-se engajar e familiarizar os envolvidos junto ao ambiente com as práticas e conceitos da gestão da manutenção e utilização de recursos para análise dos dados obtidos. Quanto aos objetivos, classifica-se de forma exploratória, pois utiliza-se uma base bibliográfica sobre o tema abordado, e por fim, quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se de pesquisas bibliográficas e documentais (GIL, 2010; PRODANOV E FREITAS, 2013).

O trabalho teve início por uma contextualização bibliográfica, tendo compreensão do tema e selecionados alguns assuntos a serem abordados, bem como, para entendimento da TPM e seus benefícios para uma cadeia produtiva.

A partir disso, observou-se na empresa, se havia processos de manutenção no ambiente e como eram feitos, bem como, realizou-se coleta de dados e informações através de buscas em bancos de dados e experiências relatadas, respeitando as limitações e imposições estabelecidas pela organização, e dessa forma, levantou-se informações relacionadas aos históricos, componentes, fatores de risco e avarias associadas ao maquinário. Através deste levantamento, verificou-se a dimensão dos riscos, fatores e impactos relevantes para elaboração de melhor modelo da prática de manutenção que o ambiente e o maquinário exigem, bem como, realizar uma análise acerca da cultura organizacional da empresa.

Para esta aplicação interessa apenas a implantação da TPM e em particular a Manutenção Autônoma (MA), um de seus pilares. Os doze passos propostos por Nakajima (1988) estão listados abaixo, onde estes, serão adaptados para a cultura da empresa em análise.

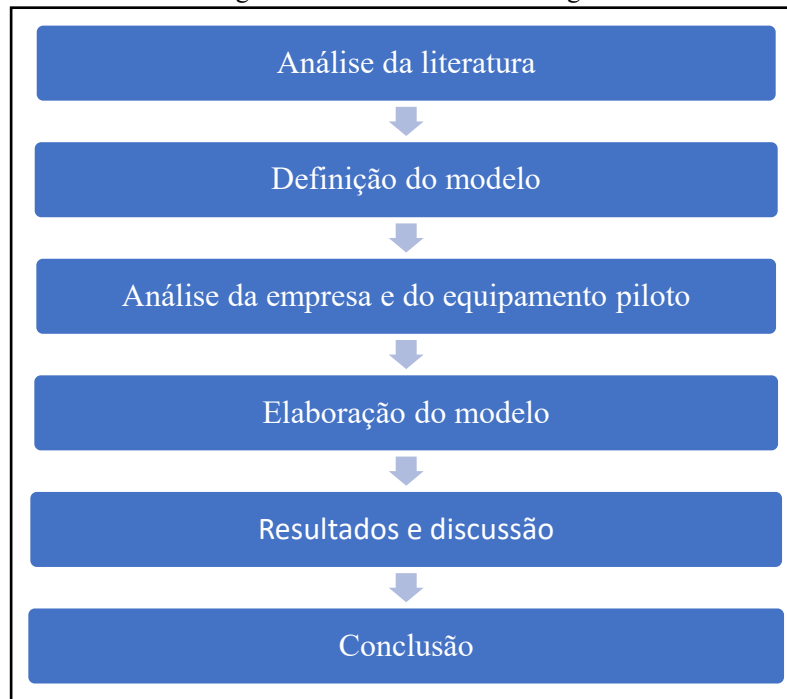
- I. Comprometimento da alta administração da empresa;
- II. Divulgação do método;
- III. Definição do comitê responsável pelo programa;
- IV. Determinação das políticas e metas básicas;
- V. Definição do plano diretor;
- VI. Início propriamente dito da implantação;
- VII. Instrução dos operadores;
- VIII. Definição de procedimentos pelos grupos de trabalho;
- IX. Escolha de equipamentos-piloto para medição da eficácia;
- X. Desenvolvimento da manutenção autônoma;

XI. Medição dos resultados;

XII. Realização da auditoria e retorno ao início do ciclo.

Abaixo, é mostrado a estrutura da metodologia adotada no presente trabalho.

Figura 4 – Estrutura da metodologia



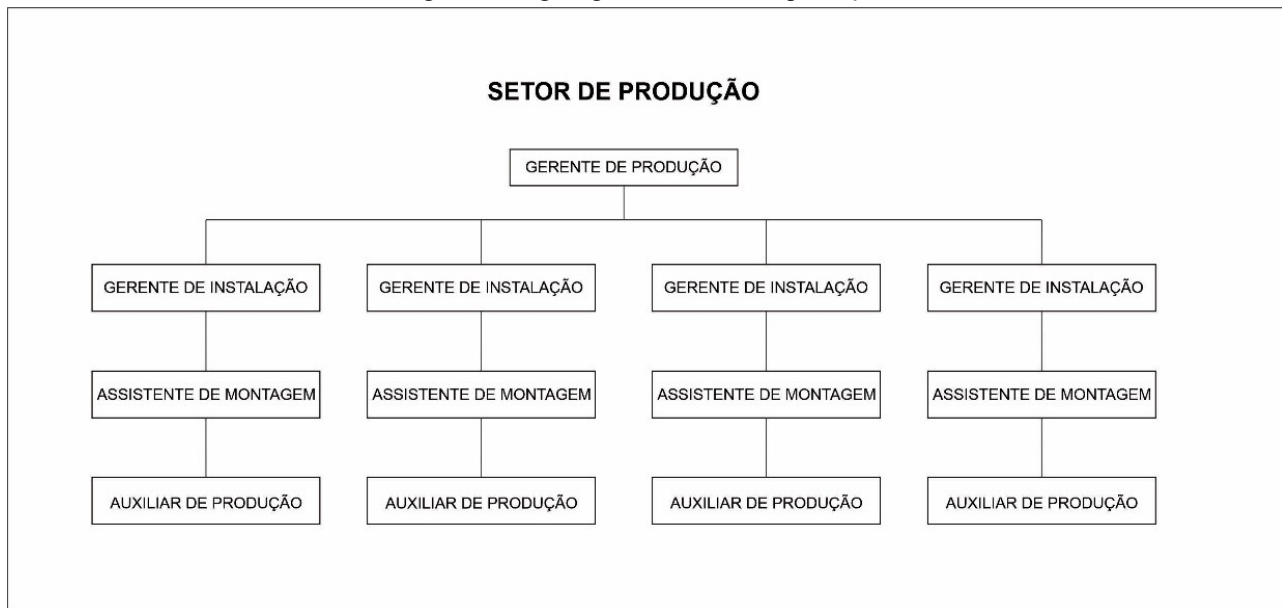
Fonte: Autoria própria (2024).

3.2 Caracterização da empresa

A empresa em análise, é especializada em serviços de revestimentos com chapas de alumínio composto. Porém, além da sua atividade principal, a mesma, também atende aos mais variados projetos, desenvolvendo coberturas, tetos, marquises, totens, placas, e muito mais. Fundada em 2014, está localizada na cidade de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte (RN). O seu quadro de funcionários é composto por 22 colaboradores, possui maquinários de pequeno porte, essenciais para execução das tarefas, e caracteriza-se como uma empresa de médio porte.

A empresa possui uma célula de produção, subdividida em 4 linhas, sendo linha A, linha B, linha C e linha D. Tem-se o gerente de produção e na estrutura de cada linha, tem-se um gerente de instalação, assistente de montagem e auxiliares de produção.

Figura 5: Organograma do setor de produção



Fonte: Autoria própria (2024).

Na Figura 5 é demonstrado como normalmente está disposto o organograma da empresa. Este organograma é uma representação visual da estrutura organizacional, onde no topo está a gerência, que é responsável pelo planejamento e decisões estratégicas.

A aplicação da metodologia de TPM, é feita segundo etapas básicas bem definidas, porém, para a empresa em estudo, houve uma adaptação do modelo conforme a sua cultura organizacional e processos produtivos. Feito a caracterização da empresa, desenvolveu-se um estudo para entender como, mais especificamente o pilar da Manutenção Autônoma, poderia ser aplicada dentro do sistema produtivo de forma personalizada. Em virtude da necessidade de atender a demanda, os pilares do TPM visaram a necessidade de implantar um grupo de Manutenção Autônoma na máquina mais crítica.

4. RESULTADOS E DISCURSÕES

A implementação do TPM não é um processo rápido, porém a partir da etapa de implementação do pilar de Manutenção Autônoma a empresa já começa a sentir efeitos positivos significativos.

4.1 Definição da máquina (Equipamento Piloto)

Durante o desenvolvimento do trabalho analisou-se a situação da manutenção empregada na empresa e escolheu-se um equipamento modelo ou piloto para desenvolver o planejamento de manutenção. Na empresa de estudo, esta máquina tem como função principal o corte dos perfis de alumínio, componente essencial para estrutura interna dos revestimentos com as chapas de ACM. Seu valor é estimado em R\$4.000,00.

Figura 06: Máquina Serra de Esquadria (Policorte)



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 07: Máquina Serra de Esquadria (Policorte)



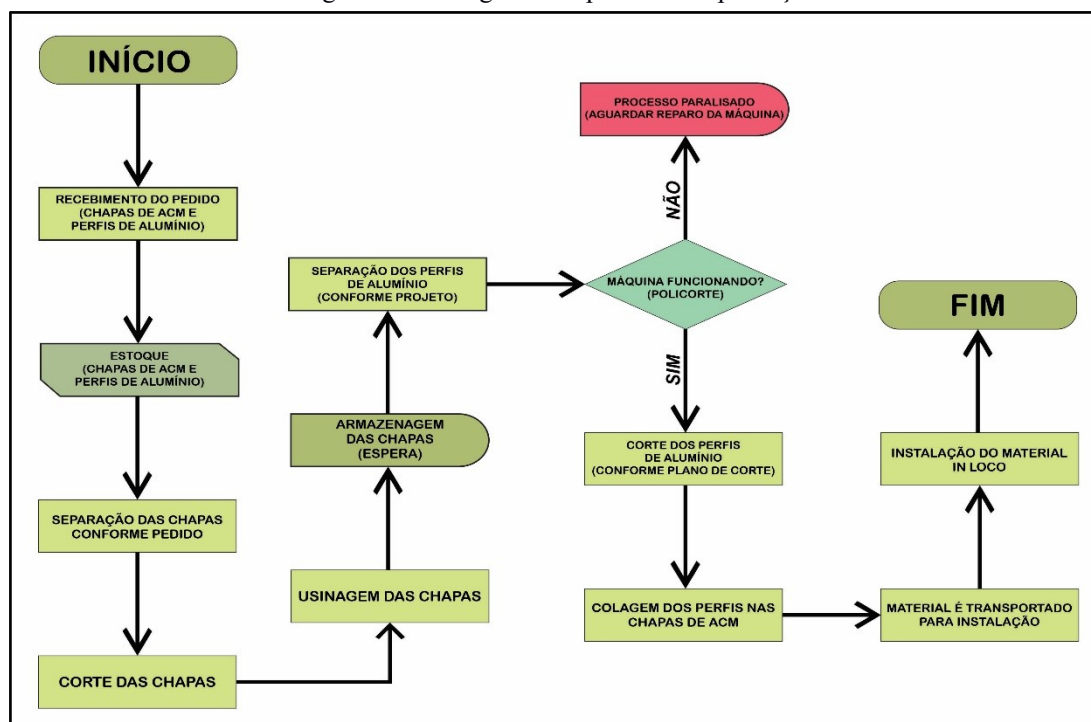
Fonte: Autoria própria (2024).

A Serra de esquadria também conhecida como Policorte, é utilizada para cortar ferro, alumínio, aços, perfilados, tubos e outros materiais. A mesma possui o corpo giratório e o prato da serra que permitem a realização de cortes de até 45 graus dos dois lados.

A empresa, onde desenvolveu-se o estudo, possui 3 unidades. Uma para corte de materiais ferrosos (fixa na empresa), uma máquina móvel (destinada para corte em serviços externos, com as equipes que estão em campo), e apenas uma (fixa) para a finalidade da atividade citada no parágrafo acima.

No fluxograma abaixo, é mostrado a etapa em que há utilização da máquina e a sua importância dentro do processo produtivo.

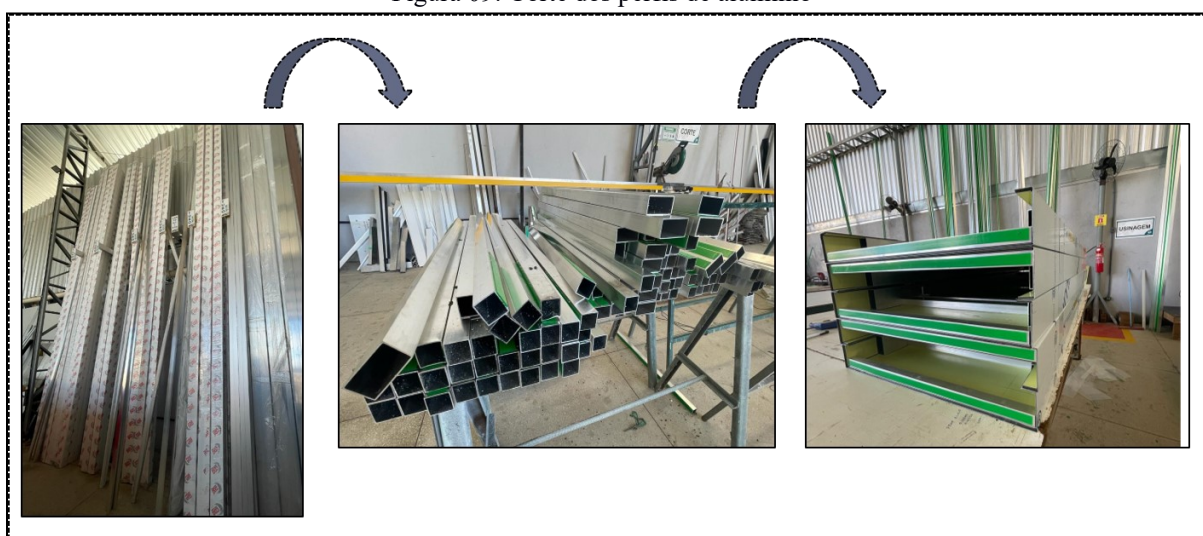
Figura 08: Fluxograma do processo de produção



Fonte: Autoria própria (2024).

Pode-se observar através do fluxograma que o processo produtivo se constitui de etapas bem definidas, onde a máquina piloto possui grande importância, visto que a mesma é responsável pelo corte da estrutura interna (perfis de alumínio) das chapas de revestimento, e que havendo a parada desta, todo o processo é paralisado. Na figura abaixo, é mostrado os perfis de alumínio.

Figura 09: Corte dos perfis de alumínio



Fonte: Autoria própria (2024).

Observa-se na imagem que os perfis são recebidos com dimensões de 6,00m de comprimento e espessura variada. Os cortes são realizados conforme o plano de corte do projeto de revestimento com as chapas de ACM. Logo após, estes são fixados as mesmas por meio de fita dupla face ou parafusos.

Após a escolha da máquina piloto, foram definidas as etapas da implementação conforme os itens que seguem:

4.2 1ª Etapa: PROGRAMA 5S

Com base em uma reunião com os gestores da empresa, definiu-se um cronograma de implantação e as responsabilidades das equipes para iniciar os procedimentos necessários para implementar a estratégia 5S.

O primeiro passo foi a definição de que todo material que não fosse classificado como equipamento seria retirado para um novo ambiente onde serão classificados e reorganizados (SEIRI Senso de Utilização). Caso os mesmos sejam considerados obsoletos, ou mesmo sem utilização seriam descartados ou vendidos. Os itens considerados convenientes para o processo produtivo deveriam ser catalogados, etiquetados e organizados em um espaço comum quando utilizados em diversas máquinas e equipamentos. Na Figura abaixo é mostrada a disposição dos discos no almoxarifado.

Figura 10: Local destinado para os discos da máquina (Almoxarifado)



Fonte: Autoria própria (2024).

Depois de efetuado o SEIRI, em segundo ficou definido a aplicação do SEITON onde os itens não transferidos, logo após serem classificados e catalogados seriam reorganizados próximo aos equipamentos de maneira que os mais utilizados estejam próximos e os menos utilizados distantes e, para tal definiu-se que seriam necessárias prateleiras para alocar os itens obedecendo ao grau de utilização, pois, dessa forma, diminuirá o tempo de deslocamento do operador.

Fonte: Autoria própria (2024).

Logo após, como terceiro passo, foi realizada uma campanha educativa para atingir o SEISO visando salientar que todos são responsáveis pela limpeza e conservação dos insumos, máquinas, equipamentos e ambiente de trabalho, e assim, implementar rotinas de inspeção, afim de garantir que estes sejam mantidos em condições ideais, bem como, propiciar um ambiente mais agradável para desenvolver as atividades laborais e uma melhor estética visual.

O quarto passo foi a aplicação do SEIKETSU. A parte que se refere aos processos implantada gradualmente e descritos em fluxogramas, cabendo ao gestor de setor desenvolver os processos que são executados. Os processos comuns a todos os funcionários devem ser afixados em um quadro no setor e ser seguido pelos colaboradores.

No último ponto, SHITSUKE, a disciplina de seguir os processos, será realizada de forma intuitiva pelos colaboradores, pois todos devem saber em quais processos estão envolvidos. No entanto, sugere-se a implementação de treinamentos sobre o programa 5S e auditorias para garantir a conformidade do programa. Também será possível o incremento de sugestões para melhoria do processo, que não será abordada nesse trabalho, denominada ciclo PDCA ou ciclo de melhoria continua.

4.3 2ª etapa: PROGRAMA TPM

Devido à complexidade do programa, primeiramente determinou-se quais são os principais e mais urgentes pilares a serem aplicados, considerando às características da empresa. Neste caso, como não se possui nada relacionado à manutenção na mesma, optou-se por utilizar inicialmente os seguintes pilares:

- Treinamento e Educação;
- Manutenção Autônoma;

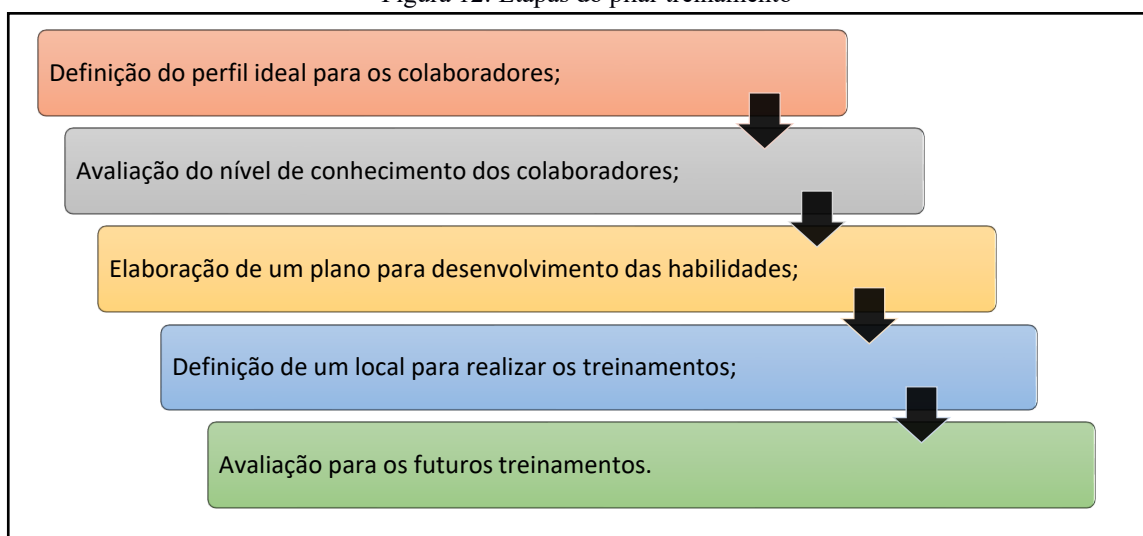
Os demais pilares podem ser aplicados posteriormente, pois se trata de melhorias específicas de engenharia no próprio equipamento e administração. Como não há um plano de manutenção em vigor na empresa, não faz sentido tentar implantar um plano de melhorias, mas sim começar pelos pilares que contemplam a organização, treinamento e produção, pois desta forma são gerados indicadores que propiciarão a implementação dos demais pilares do TPM.

4.3.1 Pilar treinamento e educação

O processo de treinamento da equipe teve duração de 4 semanas. Nesse período, foi passado para o time de linha toda a teoria do TPM, juntamente com a realização de exercícios práticos do uso das ferramentas de análise de causa raiz. Foram realizados treinamentos com os colaboradores, onde foi passado apresentação das rotinas e foco na criação de cultura e disciplina quanto aos processos. Após esse período iniciou-se a aplicação na prática todas as rotinas e aprendizados. Os próximos passos foram focados na sustentação do resultado e continuidade dos processos. Com a observação e obtenção de dados relevantes até o momento, estes foram classificados e organizados, para que posteriormente seja realizada a análise dos resultados parciais e quantificáveis.

Abaixo, é mostrado como se desenvolveu o pilar treinamento/educação com os colaboradores.

Figura 12: Etapas do pilar treinamento



Fonte: Autoria própria (2024).

A presença da liderança durante essa etapa é de suma importância, pois traz destaque a filosofia de “liderança servidora”, além de engajar o time sustentando a cultura de trabalho em equipe, esse processo marca os primeiros passos para criação de uma nova cultura, cultivando no operador o sentimento de “dono” do equipamento.

Para auxiliar no controle de treinamento oferecidos pela empresa, foi utilizada a matriz de habilidades. Através dela, foi possível traçar as habilidades que os colaboradores já possuem, as que são essenciais para a execução de determinadas atividades e ainda relacionar os problemas que, todavia, estejam incidindo à falta de

capacitação dos operadores. Abaixo, é mostrado a matriz utilizada nessa aplicação.

Figura 13: Matriz de habilidades

Matriz de Competências e Habilidades					
	TPM LEAN				
					
	0 Não se aplica	1 Conhece	2 Aplica	3 Multiplica	
	Habilidades necessárias				Meta
Colaborador	Conhecimentos obrigatórios	Conhecimentos técnicos	Conhecimentos de qualidade	Gestão	
Colaborador 1					
Colaborador 2					
Colaborador 3					
Colaborador 4					
Colaborador 5					
Colaborador 6					
Colaborador 7					
Colaborador 8					
Colaborador 9					
Colaborador 10					
Colaborador 11					
Colaborador 12					
Colaborador 13					
Meta por habilidade					
Total/habilidade					
Atualizada em:		Responsável:			

Fonte: Autoria própria (2024).

Importante ferramenta para os líderes, em relação a gestão de conhecimento dos liderados, pois através desse formulário, os mesmos conseguem apresentar de forma clara quais as competências que estes precisam desenvolver e quais treinamentos devem ser oferecidos pela organização para capacitação dos colaboradores. Para a rápida compreensão, esse material deve ser impresso e colocado nos quadros de gestão visual da empresa.

4.3.2 Pilar manutenção autônoma

É fundamental na manutenção autônoma a conservação e restabelecimento das condições básicas dos equipamentos. Ou seja, todo equipamento deve sempre se apresentar limpo, lubrificado e ajustado. Para isso, foi levado para o treinamento, defeitos reais que ocorriam na máquina e foi disponibilizado o manual desta.

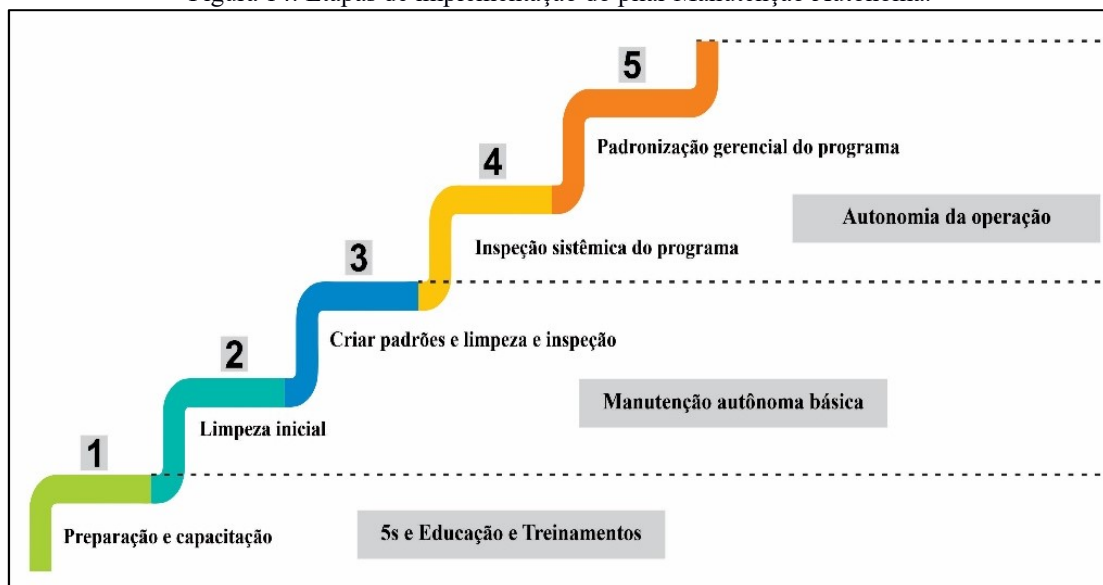
Nessa etapa, também foram separadas as principais perdas que o equipamento ocasionava e cada uma dela recebeu um “dono de perda”, para estimular ainda mais o

sentimento de cuidado nos colaboradores. A equipe se tornava responsável por reduzir determinada perda específica, gerando na equipe uma espécie de competição saudável em que cada um buscava reduzir sua perda. A equipe além da sua perda em específico era responsável também por todas as outras. Essa separação foi uma forma encontrada para estimular ainda mais os resultados individuais e em equipe, que no final refletiriam no resultado do equipamento como um todo. Dentre os serviços de manutenção a serem realizados na máquina, estão:

- Alinhamento de eixo;
- Lubrificação;
- Afição de disco;
- Troca de disco;
- Desobstrução da área de ventilação.

Para a implementação da manutenção autônoma é preciso seguir alguns passos. Neste trabalho elencaram-se 5 passos, mostrados na figura abaixo.

Figura 14: Etapas de implementação do pilar Manutenção Autônoma.



Fonte: Autoria própria (2024).

✓ Etapa 1: Preparação e capacitação

Nessa etapa os colaboradores foram sensibilizados quanto a importância da manutenção autônoma e a redução de perdas. É nessa etapa que os conceitos do 5s são reforçados e realizados treinamento, afim de garantir o mínimo de conhecimento técnico para as operações seguintes.

✓ Etapa 2: Limpeza inicial

Com os funcionários devidamente capacitados sugeriu-se que a máquina seria desmontada, limpa e remontada. Este trabalho tem o intuito de aumentar o conhecimento dos operadores com as máquinas que operam. Este evento aconteceria de forma planejada para que a produção não fosse afetada. Assim, uma máquina de cada vez seria desmontada. Além do mais, este trabalho abre uma oportunidade de ajudar na identificação de problemas que poderiam estar afetando o funcionamento das máquinas.

✓ Etapa 3: Criar padrões de limpeza, inspeção.

Depois da criação dos padrões para conservação das condições ideais de funcionamento das máquinas, estes poderiam ficar expostos em painéis na área de produção em algum lugar estratégico de fácil visualização. Assim, sempre que um funcionário possuir dúvidas em realizar alguma tarefa padrão, este poderia consultar rapidamente.

Para a conferência das condições ideais de funcionamento das máquinas, foi elaborado um check list de inspeção básica aplicado diariamente pelos operadores. Nesta inspeção caberiam a conferência da limpeza do local de trabalho, as condições de funcionamento básico da máquina (incluindo lubrificação e regulagens simples) e a utilização dos EPIs.

Figura 15: Lubrificação da máquina



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 16: Limpeza do ambiente de trabalho



Fonte: Autoria própria (2024).

Nesta etapa, os colaboradores também iniciam o procedimento de etiquetagem. Estas são colocadas diretamente nas máquinas para ficar evidente e visível onde um problema precisa ser resolvido. Utilizando etiquetas verdes e vermelhas de acordo com a figura abaixo.

Figura 17: Etiquetas de anomalias

The figure shows two templates for TPM anomaly labels. The left template is green and labeled 'OPERACIONAL' at the bottom. It has a header with 'TPM' and 'OPERAÇÃO'. Below the header is the ACM REVESTE logo. To the right of the logo are input fields for 'Nº:', 'ETAPA' (with options 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), and 'PRIORIDADE' (with options A, B, C). Below these fields are three sections: 'ANOMALIA DETECTADA:', 'ENCONTRADA POR:', and 'DATA:', each followed by a text input field. At the bottom is a large section for 'DESCRIÇÃO DA ANOMALIA:' with four lines of text input. The right template is red and labeled 'MANUTENÇÃO' at the bottom. It has a header with 'TPM' and 'MANUTENÇÃO'. Below the header is the ACM REVESTE logo. To the right of the logo are input fields for 'Nº:', 'ETAPA' (with options 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), and 'PRIORIDADE' (with options A, B, C). Below these fields are three sections: 'ANOMALIA DETECTADA:', 'ENCONTRADA POR:', and 'DATA:', each followed by a text input field. At the bottom is a large section for 'DESCRIÇÃO DA ANOMALIA:' with four lines of text input.

Fonte: Autoria própria (2024).

As etiquetas verdes são utilizadas quando identificadas anomalias que os próprios operadores forem capazes de corrigir as não conformidades, e as vermelhas, utilizadas para identificar anomalias que devem ser corrigidas por profissionais da manutenção especializados (serviço terceirizado).

✓ Etapa 4: Inspeção sistêmica do programa

Esta etapa visa verificar todos os passos anteriores para preenchimento de lacunas e falhas na implementação da Manutenção Autônoma. Mas esta averiguação não seria feita de forma única, mas sim de forma contínua. Ou seja, criado um modelo de melhoria contínua para o programa, tentando propor aperfeiçoamentos na aplicação e apontamento de falhas no programa. Para que esta etapa funcione, um responsável foi apontado para apurar a continuidade do programa.

✓ Etapa 5: Padronização gerencial do programa

O último passo se trata da conservação do programa. Para isto, foi sugerido a criação de um modelo de gestão de todo o programa em que funcionários receberiam

atribuições em uma equipe para gerência do programa. Estes responsáveis manteriam os métodos de verificação atualizados, indicariam funcionários para reciclagem de treinamentos ou treinamento de novos funcionários, verificariam os padrões criados, aplicariam melhorias propostas, verificariam se todas as ferramentas estão disponíveis, entre outras atividades de gerência do programa. A intenção é que seja nomeado um gestor de Manutenção Autônoma.

A comparação do programa proposto pelo presente trabalho com o sistema proposto na literatura para o TPM, mais especificadamente o programa de Manutenção Autônoma, pode ser entendida pelo quadro abaixo.

Quadro 02: Quadro comparativo entre o modelo de trabalho proposto com o modelo encontrado na literatura.

MODELO PROPOSTO PELO TRABALHO	MODELO PROPOSTO PELA LITERATURA
Possui 5 etapas	Possui 7 etapas
Parte de um pilar do sistema de gestão da empresa	É integralmente um pilar da metodologia TPM
Aplicado entre operação e gestão da operação	Aplicado a toda empresa

Fonte: Autoria própria (2024).

Apesar das pequenas diferenças, os dois podem ser tratados como mesmo programa pois tem o mesmo propósito final: Ajudar na confiabilidade dos equipamentos.

Assim, podemos dizer que a aplicação dessa metodologia adaptada pode auxiliar num enquadramento cultural e estratégico da empresa estudada. Isto ajuda a rápida aceitação dos funcionários e fluidez do programa de Manutenção Autônoma no interior da organização sem necessitar fazer grandes mudanças no sistema de gestão desta empresa. As adoções das práticas pela administração darão uma maior credibilidade e suporte para implementação do plano, de maneira satisfatória perante toda empresa e conseqüentemente, melhorando a sua imagem diante dos clientes. Também foi possível ver o envolvimento de todo o pessoal em um único sentido, evitar a quebra e aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

Sendo inicialmente, percebidas melhorias que acarretarão em uma situação

financeira satisfatória, através de mudanças nas atividades organizacionais, bem como manutenções realizadas de forma correta nos equipamentos de trabalho, proporcionando condições a organização para honrar com os seus compromissos, assim como, zelar de forma apropriada pelo seu patrimônio.

Um plano de manutenção pode tornar os equipamentos e máquinas de uma empresa disponíveis por maiores períodos, aumentando as chances da produção de elementos conformes, diminuindo os tempos ociosos e contribuindo para o faturamento da empresa. A falta de manutenção pode acarretar diversos problemas, tais como, desgaste prematuro de peças e acessórios, redução da vida útil, produção de baixa qualidade e outros. Um fator relevante também, são os possíveis acidentes de trabalho.

A concorrência cada vez mais forte e acentuada também é um fator a ser ponderado, pois uma empresa que possui equipamentos parados deixa de produzir aumentando seus custos tornando-se insustentável a longo prazo. Equipamentos defeituosos podem gerar severos prejuízos financeiros para uma empresa caso ela não consiga cumprir os prazos e metas

Com a implantação deste modelo, estima-se a obtenção de ganhos significativos em diversos indicadores elencados abaixo, por exemplo:

- Aumento de produção por operário
- Aumento da disponibilidade operacional das máquinas
- Redução do número de produtos defeituosos;
- Redução do número de reclamações internas e externas.
- Redução do custo da manutenção ao longo do tempo;
- Aumento do cumprimento de prazo.
- Redução ou eliminação dos acidentes de trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Modelos de gestão e sistemas de produção são desenvolvidos baseados em experiência e estudos. Porém, muitas vezes eles precisam ser adaptados quando aplicados dentro de uma realidade. O trabalho descrito propunha definir um modelo personalizado do programa de manutenção autônoma voltado a uma indústria do ramo de revestimento. Porém, esta personalização deve ser feita com cautela para que o propósito do programa não se distancie do original. Isto garante que possamos usufruir dos benefícios que um modelo de gestão clássico, como o TPM, pode oferecer.

Neste plano de manutenção, proposto no presente trabalho de conclusão de curso, contemplou-se os pilares Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Treinamento e Educação do programa TPM encontrados em Suzuki (1993), sendo estes os mais viáveis no momento para realidade da organização. Para essa escolha, levou-se em consideração a cultura organizacional existente na empresa, bem como a viabilidade financeira para implementação do programa.

Através da elaboração do plano de manutenção, foi possível identificar avarias tanto do ambiente como também nos maquinários, e assim, propor sugestões de correções e prevenções, através da manutenção planejada e preventiva.

O nível de conhecimento adquirido pelos colaboradores através dos treinamentos de educação sobre o assunto, foi de suma importância, visto que os mesmos passaram a ter uma cultura organizacional, de modo a contribuir para que o TPM fosse aplicado e que seja consolidado.

Dentre os benefícios observados até o momento, a empresa verificou melhorias, em relação a garantia de maior segurança no exercício das atividades, diminuição de paradas e de retrabalhos e maior qualidade da execução dos serviços.

Sugere-se que estudos semelhantes sejam aplicados as outras máquinas, bem como, a realização de quantificações, após um período de aplicação do modelo proposto, no que se refere a confiabilidade dos maquinários.

Portanto, com base no modelo proposto por este trabalho, é possível entender que a metodologia, apesar de personalizada, não perdeu seu foco: aumentar a confiabilidade dos maquinários.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUSTAVO Salomão Marocco; **A importância da manutenção produtiva total na melhoria contínua do processo: um estudo de caso**; Juiz de Fora 2013- janeiro: Editora Ciência Moderna, 2013.

KARDEC, Alan. **Gestão estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2002.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 4 ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2013. 413 p.

KIRAN, D.R. **Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies**. 1 st ed. Cambridge, BS Publications, 2016.

LEONARDO, Scheibner Wendland, JOEL, Tauchen. **Gestão da estratégica da manutenção** (2010). Disponível em: <
http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_gestao_estrategica_manutencao.pdf>
Acesso em: 12 fev. 2024.

MAGGARD, Bill N.; RHYNE, David M. **Total Productive Maintenance: A timely integration of production and maintenance**. Production And Inventory Management Journal. Fourth Quarter, p. 6-10. 199

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. (2005). **Administração da Produção** (Vol. 2). São Paulo: Saraiva.

MONTANER, J.M. **Depois do movimento Moderno**. Arquitetura da segunda metade do século XX. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001.

MOREIRA, D. A..**Administração da Produção e Operações** (Vol. 2). São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1988.

NBR 15446: **Painéis de chapas sólidas de alumínio e painéis de material composto de alumínio utilizados em fachadas e revestimentos arquitetônicos – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. 9 p.

NOGUEIRA, Cássio Ferreira; GUIMARÃES, Leonardo Miranda; SILVA, Margarete Diniz Braz da. **Manutenção industrial: Implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM)**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p. 175-197. 2012.

NUNES, Ivo Luis. SELITTO, Miguel Afonso. **Implantação de Técnicas de Manutenção Autônoma em uma Célula de Manufatura de um Fabricante de Máquinas Agrícolas**. Florianópolis, SC, v. 16, n.2, p. 606-632, 2016.

PASCHOAL, Débora Rodrigues de Souza; et al. **Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade**. 2009. Disponível em: <http://www.fsma.edu.br/EP/Artigos/REV_ENG_3_artigo_3.pdf> Acesso em: 18 dez. 2023.

PEREIRA, Mario Jorge. **Engenharia de manutenção: teoria e prática**. 2 ed. rev. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2011. 228 p.

PRODANOV Cristiano Prodanov, FREITAS Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Edição. Novo Hamburgo – SC, 2013.

RODRIGUES, Felipe Francisco Nalesso. **Estudo de Caso – Implementação de plano de manutenção preventiva visando a melhoria de desempenho em moldes**. Sorocaba, SP, 2012. Disponível em:

<<http://fatecsorocaba.edu.br/principal/pesquisas/nuplas/dissertacoes/TCCs1sem-2012/Felipe%20Francisco%20Nalesso%20Rodrigues.pdf>> Acesso em: 02 jan. 2024.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2008.

SUZUKI, T., **TPM – Total Productive Maintenance**, São Paulo: JIPM & IMC. 1993.

TAKAHASHI Y., OSADA T., **TPM/MPT Manutenção Produtiva Total**, São Paulo: Instituto IMAN. 1993.

Revista de Tecnologia da Construção - TÉCHNE. **Instalação de painel de alumínio composto em fachadas**. Como construir, v. 24, ed. 150, 2009. 103

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2002. 167 p.

WAKJIRA, M.; SINGH, A. **Total productive maintenance: A case study in manufacturing industry**, Global Journal of Researches in Engineering, v.12, n.1, p.25-32, p., 2012.

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção Produtiva Total – um Modelo Adaptado**. UFSC, Florianópolis, 1997.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: Editora Falconi, 2004. 308 p.