



**Elaboração de um planejamento de manutenção aos moldes da Manutenção
Produtiva Total (TPM): um estudo de caso**

Thaís Ferreira

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

e-mail: thaisferreira177@gmail.com

Elizangela Veloso Saes

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

e-mail: elizangela.saes@ufms.br

Rubens Ribeiro

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

e-mail: rubens.ribeiro@ufms.br

Thiago Galbiati Lagoin

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

e-mail: thiago.lagoin@ufms.br

Resumo

Este artigo tem o objetivo de apresentar a proposta de elaboração do planejamento de manutenção aos moldes da metodologia Manutenção Produtiva Total (TPM) em uma microempresa de artefato de concreto. Para isso, um estudo de caso foi conduzido em 3 etapas. A primeira permitiu identificar quais são as principais perdas e falhas ocasionadas em decorrência da utilização exclusiva da manutenção corretiva. Em seguida, o método FMEA foi utilizado, permitindo que as principais falhas fossem identificadas e priorizadas, a fim de que pudessem ser minimizadas. Por fim, foi elaborado o plano TPM - Planejamento de Manutenção Preventiva, com o objetivo de alcançar melhorias na produtividade da empresa estudada. Em relação aos principais resultados, destaca-se que as ações propostas no plano TPM, quando implantadas, possibilitaram uma redução de 50% da probabilidade de ocorrências de falhas, redução de 40% nos custos com manutenções corretivas e o aumento de 50% na produtividade da empresa.

Palavras-chave: TPM, FMEA, Produtividade.

Abstract

This article aims to present a proposal for the elaboration of maintenance planning along the lines of the Total Productive Maintenance (TPM) methodology in a micro-enterprise of concrete artifacts. For this, a case study was conducted in 3 stages. The first allowed us to identify the main losses and failures caused by the exclusive use of corrective maintenance. Then, the FMEA method was used, allowing the main failures to be identified and prioritized, so that they could be minimized. Finally, the TPM plan - Preventive Maintenance Planning was elaborated, with the objective of achieving improvements in the productivity of the studied company. Regarding the main results, it is noteworthy that the actions proposed in the TPM plan, when implemented, allowed a 50% reduction in the probability of failures, a 40% reduction in corrective maintenance costs and a 50% increase in productivity. from the company.

Keywords: TPM, FMEA, Productivity

1. Introdução.

No atual cenário econômico, as empresas sejam elas de médio ou grande porte, independentemente de seu segmento, enfrentam o desafio de se manterem competitivas. As constantes mudanças econômicas e no mercado de trabalho exigem cada vez mais aumentos na produtividade, adaptabilidade e boas estratégias para que as empresas entreguem seus produtos e serviços no tempo solicitado, com o máximo de qualidade e com um mínimo de perdas e custos. Neste contexto, observa-se que a manutenção produtiva em conjunto com a produção e a logística desempenham um papel de grande importância para a sobrevivência e lucratividade das empresas, sendo, portanto, setores essenciais para o planejamento estratégico (BRANCO FILHO, 2008).

A considerar especificamente a manutenção produtiva, Almeida (2017) e Gregório & Silveira (2018) destacam que o principal problema está associado aos altos custos que as empresas possuem com a manutenção de seus equipamentos, sendo a maior parte desses ocasionados pela falta de um planejamento eficiente do setor. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2018), a manutenção pode ser tratada com base nas tomadas de decisões das organizações acerca dos seus processos e instalações físicas, buscando evitar as possíveis falhas que possam vir a impedir a execução de determinadas tarefas. Desse modo, tem-se que a manutenção depende da visão e das estratégias estabelecidas pelas organizações, podendo ser utilizada como uma função estratégica. Gregório & Silveira (2018) pontuam que este setor possui muitas responsabilidades e atribuições que contribuem para os resultados organizacionais.

Assim, é válida a elaboração de um planejamento estratégico que proporcione constantemente melhorias nas empresas, bem como o uso de metodologias específicas que possam auxiliar na confiabilidade e na eficiência econômica relacionadas à manutenção dentro das empresas, a destacar a metodologia de Manutenção Produtiva Total (TPM) Slack, Chambers e Johnston (2018). Diante das

leituras precedidas, Nakajima (1988) e Gregório & Silveira (2018) destacam que a metodologia TPM auxilia na confiabilidade e na eficiência econômica relacionadas a manutenção, envolvendo um amplo conjunto de atividades de manutenção que almejam melhorias no desempenho e produtividade dos equipamentos e processos das empresas. Segundo Ribeiro (2016), a TPM busca falha e quebra zero das máquinas e dos equipamentos, o que, conseqüentemente, evita as perdas nos processos e aumento da qualidade. Para auxiliar nesse propósito, Bassan (2020) pontua que é válido o uso da ferramenta Análise de Modo e Efeitos da Falha (FMEA), um método eficaz para identificação de falhas e análise de suas causas e efeitos que possibilita definir um nível de priorização para minimização das principais falhas e aumentar a qualidade e confiabilidade nos produtos e processos.

Diante disso, uma questão emerge “Como elaborar um planejamento de manutenção, a fim de minimizar as perdas e falhas ocasionadas ao longo da manutenção corretiva e aumentar a produtividade de uma microempresa do setor de artefatos de concreto?”.

A partir das observações expostas e buscando responder à questão de pesquisa foi elaborado o presente artigo, o qual apresenta um planejamento de manutenção aos moldes da metodologia Manutenção Produtiva Total (TPM). Para isso, três etapas foram desenvolvidas. A primeira permitiu identificar quais são as principais perdas e falhas ocasionadas em decorrência da utilização exclusiva da manutenção corretiva em uma microempresa de fabricação de artefatos de concreto. Em seguida, como apoio ao desenvolvimento desse planejamento, o método FMEA foi utilizado, permitindo que as principais falhas fossem identificadas e priorizadas, a fim de que pudessem ser minimizadas. Por fim, foi elaborado o plano TPM - Planejamento de Manutenção Preventiva, com o objetivo de alcançar melhorias na produtividade da empresa estudada.

Para apresentação e discussão do plano proposto, o presente artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta um breve referencial teórico relacionado a manutenção, FMEA e aos indicadores de produtividade; a seção 3 descreve a abordagem metodológica utilizada; a seção 4 apresenta a análise dos dados coletados; por fim, na seção 5 é tecida conclusão do estudo de caso e as propostas para trabalhos futuros.

2. Revisão de literatura.

2.1. Manutenção e TPM.

A manutenção vem sofrendo uma evolução ao longo dos últimos anos, sendo reconhecida cada vez mais como uma função estratégica dentro das organizações. Dessa forma, esse setor deixa de ser visto apenas como um setor responsável pelo reparo de equipamentos e passa a ser visto como setor essencial para evitar quebras e falhas, reduzindo assim as chances de paradas não planejadas e conseqüentemente o aumento dos custos (Barbosa & Avelar, 2015). Para Almeida (2017), manutenção se trata do conjunto de procedimentos técnicos que são estabelecidos pelas organizações para cuidar e reparar suas instalações físicas e seus equipamentos, a fim de evitar perdas e falhas.

Para Slack, Chambers e Johnston (2018), a maior parte das organizações utilizam três abordagens básicas para a manutenção, sendo elas: a manutenção corretiva, preventiva e preditiva. Os autores destacam que a manutenção corretiva permite que as instalações operem até a sua falha ou quebra, logo, somente após o ocorrido a correção pode ser aplicada. A manutenção preventiva, por sua vez, é utilizada de forma planejada, visando diminuir ou eliminar as chances de ocorrerem as falhas. Já, a manutenção preditiva tende a ser utilizada somente quando for realmente necessária.

De acordo com Xenos (2004), um plano de manutenção preventiva pode ser definido por meio de 5 passos, sendo eles:

- a) Definição dos objetivos;
- b) Realização de um inventário de ativos;
- c) Determinação de prioridades;
- d) Criação de KPIs;
- e) Revisão e melhoria do plano.

Assim, para o emprego coordenado dos tipos de manutenções citados anteriormente, apresenta-se a metodologia de Manutenção Produtiva Total (TPM), que segundo Nakajima (1988) se trata da integração entre homem, máquina e empresa, criando um autogerenciamento no local de trabalho, ou seja, os próprios operadores assumem a responsabilidade de cuidarem de seus próprios equipamentos.

Essa metodologia de manutenção atua de maneira diferente dos modelos tradicionais de manutenção, mantendo um foco mais estratégico, englobando todas as funções organizacionais, principalmente a manutenção e produção. Assim, a TPM busca envolver todos da empresa, dando maior autonomia aos operários, a fim de obter maior integração e melhorias na relação homem-máquina. Dessa forma, é possível o alcance de melhorias na capacidade dos processos e equipamentos (Gregório & Silveira, 2018).

Gregório & Silveira (2018) apontam a existência de seis grandes perdas relacionadas as máquinas e equipamentos na TPM, sendo que estas perdas devem ser analisadas e extinguidas para um melhor desempenho dos equipamentos. No Quadro 1 são apresentadas as seis grandes perdas relacionadas com as causas e influências.

Quadro 1 – As seis grandes perdas.

Categorias	Seis grandes perdas	Causa	Influência
Disponibilidade	Quebras Mudança de linha	Paralisação	Tempo de operação
Desempenho	Pequenas paradas Velocidade reduzida em relação a nominal	Queda de velocidade	Tempo efetivo de operação
Qualidade	Defeitos de produção Queda de rendimento	Defeitos	Tempo efetivo de produção

Fonte: Adaptado de Gregório e Silveira (2018).

Segundo Pinto e Xavier (2012) para conduzir a eliminação dessas perdas, a TPM é sustentada por oito pilares que envolvem todas as pessoas da organização, sendo eles: melhoria específica, manutenção autônoma, manutenção planejada, treinamento e educação, controle inicial, manutenção da qualidade, administração, segurança, saúde e meio ambiente. A Figura 1 ilustra esses pilares.

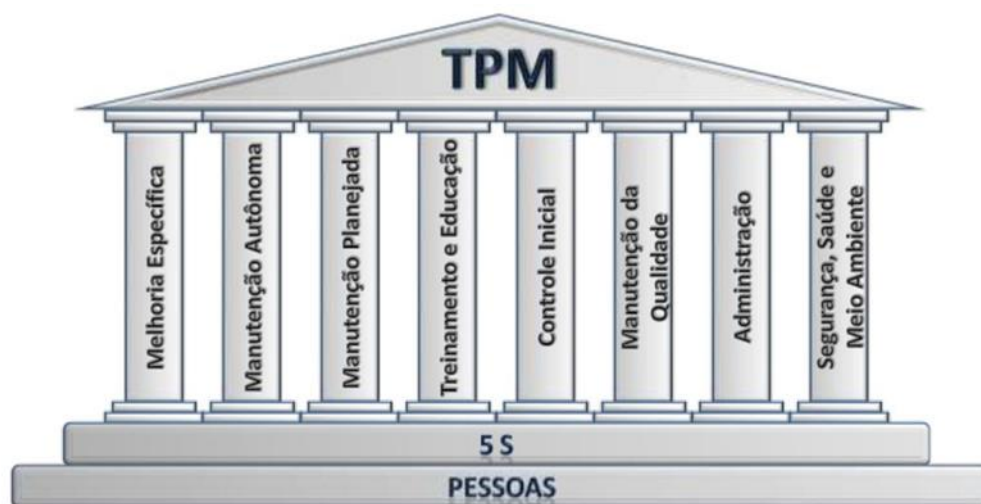


Figura 1 – Pilares da manutenção produtiva total (TPM)

Fonte: Pinto e Xavier (2012)

Além da consolidação desses pilares, para o processo de implantação da TPM nas empresas é preciso o desenvolvimento de algumas atividades, que vão desde a fase inicial, de planejamento, até a

fase final, de execução. Tais atividades a serem desenvolvidas são auxiliadas pelo programa 5S, pela ferramenta 5W2H e pelos oito pilares técnicos citados anteriormente neste trabalho (Ribeiro, 2016). Em relação ao programa 5'S, Ribeiro (1994) destaca que o programa trabalha uma mudança cultural dentro das organizações, portanto, toda a organização deve ser envolvida, mantendo o foco no objetivo em comum, a eliminação de desperdícios em geral. Em relação ao 5W2H, Lobo (2010) afirma se tratar de uma ferramenta prática e fácil para definição das tarefas a serem realizadas e o seu devido controle, possibilitando atribuir responsabilidades e determinar como uma ação pode ser realizada. Com o sucesso da implantação desse programa é possível obter muitas melhorias no ambiente de trabalho em si, assim como na produtividade e qualidade da organização.

2.2. Análise de Modos e Efeitos de Falhas (FMEA).

Segundo Carpinetti (2016), o método de Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA), do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*), é um método que define ações de melhorias para reduzir ou eliminar potenciais falhas no produto ou processo. Com isso, Bassan (2020) afirma que esse método é muito eficiente para detecção de falhas antes mesmo do seu acontecimento, dessa forma o objetivo é aumentar a qualidade e confiabilidade nos produtos e processos. O autor ressalta ainda que o FMEA é amplamente utilizado para análise do setor que se deseja implantar a TPM, visto que, o mesmo identifica quais equipamentos mais influenciam em paradas dentro da organização.

Lobo (2010) completa afirmando que a aplicação do FMEA pode ser feita em situações que se busca diminuir a ocorrência de falhas; diminuir a probabilidade de falhas potenciais, ou seja, antes de ocorrerem; aumentar a confiabilidade dos produtos e processos que já estejam em operação; reduzir chances de erros.

Para, isso, as tomadas de ações para eliminação de falhas são baseadas nos três índices:

- a) Índice de severidade: se refere a gravidade do efeito do modo de falha para o cliente;
- b) Índice de ocorrência: se refere a frequência da ocorrência da falha;
- c) Índice de detecção: probabilidade de detecção da falha, impedindo a chegada ao cliente Carpinetti (2016).

O produto desses índices dá origem ao Nível de Risco (NR) ou *Risk Priority Number* (RPN). Para o cálculo desse índice, geralmente, são utilizadas tabelas de criticidade para definir os índices, entretanto, estas podem variar conforme as necessidades de cada empresa Bassan (2020).

A implantação do método FMEA, deve ser conduzida em três etapas. Na etapa I as falhas e suas possíveis causas são identificadas e as notas para severidade, ocorrência e detecção são definidas, de modo que também sejam definidas as prioridades conforme o maior índice do NR. Na etapa II são definidos planos de ações para eliminação ou minimização das falhas com base na ordem de prioridade definida no NR. A etapa III consiste na reanálise das falhas, para mensurar se os planos de ações eliminaram as causas das falhas (Carpinetti, 2016).

2.3. Indicadores de Produtividade.

A etapa de controle é essencial para a condução de um planejamento ou gestão de um processo, sendo responsável por mostrar o estado atual da empresa, possibilitando analisar se o previsto na teoria está ocorrendo na prática. Assim, o controle é definido pelos indicadores escolhidos pela empresa. Esses indicadores, por sua vez, irão conduzir a tomada de decisão, visto que, as decisões devem ser tomadas baseadas nas informações que se tem, destacando que essas informações devem ser originadas de fontes confiáveis, bem como indicadores próprios de determinado processo, assim esses indicadores podem contribuir para uma gestão de desempenho organizacional eficaz (Camillis et al., 2018).

A considerar a proposta desse estudo, destaca-se o indicador de produtividade que é mensurado com base nos resultados obtidos em relação as atividades desenvolvidas no processo ou também em relação a quantidade de recursos empregados em um período para avaliação.

3. Abordagem Metodológica.

A pesquisa desse artigo é caracterizada como aplicada, uma vez que foi elaborado um método de identificação e prevenção de falhas, visando uma aplicação futura. Em relação a abordagem, Yin (2016), estabelece que as pesquisas podem ser analisadas conforme a abordagem quantitativa, qualitativa ou por ambas. Neste trabalho, as propostas foram elaboradas por meio de uma abordagem qualitativa, utilizando a coleta e análise dos dados dos processos produtivos, administrativos e de manutenção para uma melhor interpretação do ambiente em que o problema está inserido. O método escolhido foi o estudo de caso, o qual é definido como um estudo profundo sobre um ou mais casos, buscando obter o mais amplo conhecimento a respeito (GIL, 2018).

Como forma de coleta de dados deste trabalho, foram realizadas visitas a empresa, por meio de observações diretas, análise de documentos e entrevistas estruturadas com questionário. As entrevistas e questionários foram aplicados em 3 etapas, divididas em 5 blocos, ao proprietário da empresa, ao gerente administrativo e ao encarregado de produção. A considerar que se trata de uma pesquisa de avaliação e que as variáveis em sua maioria são qualitativas categóricas ordinais, os dados foram em sua maioria analisados por meio da medida de posição mediana, determinando assim a posição mediana dentre as respostas dos entrevistados. Segundo Martins e Domingues (2019), a mediana é utilizada para demonstrar um conjunto de dados através de um único valor, onde a princípio o conjunto deve ser dividido em duas partes iguais, posicionando os elementos em ordem crescente e destacando o elemento central.

Em relação as etapas de pesquisa, tem-se que a primeira etapa consistiu no conhecimento dos entrevistados e da empresa. O primeiro questionário foi constituído de 3 blocos com questões dicotômicas, abertas e algumas de múltipla escolha. O bloco 1 apresenta questões para identificação dos entrevistados e para a caracterização da empresa. O bloco 2 apresenta questões relacionadas aos indicadores e a identificação de perdas e falhas, sendo estas divididas entre dicotômicas, abertas e outras fechadas, elencadas pela escala *Likert* de cinco pontos, em que 1 representa a menor nota e 5 representa a maior nota. Já o bloco 3 é constituído de 7 questões, divididas entre dicotômicas, abertas e múltipla escolha, referentes ao funcionamento da área de manutenção da empresa.

Assim, com base nas principais perdas e falhas levantadas na etapa 1 foi realizada uma nova visita a empresa, dando início a etapa 2, formada por 2 blocos de questões. O bloco 1 foi estruturado com questões fechadas, a fim de atribuir notas a severidade, a ocorrência e a detecção dos modos de falha, definindo o risco atribuído a cada modo de falha (RPN), utilizando esses dados na elaboração do quadro FMEA, de modo a auxiliar na priorização destes riscos para as tomadas de decisões. Já, o bloco 2 consistiu em um grupo de questões de apoio para a elaboração do plano TPM, sendo estas questões específicas abertas, relacionadas com as principais perdas e falhas levantadas na etapa 1, buscando identificar mais especificamente em quais máquinas e equipamentos tais falhas ocorrem com maior frequência, bem como a vida útil desses equipamentos e também quais os tipos de matérias que apresentam especificamente as maiores perdas no decorrer dos processos produtivos.

Na etapa 3, a terceira e última visita a empresa foi realizada. Nessa etapa da pesquisa primeiramente foi apresentado ao proprietário e ao gerente administrativo o quadro FMEA, já preenchido, com base nas observações, nos dados coletados e nas entrevistas realizadas. Nessa visita também foi apresentado o plano TPM – Planejamento de manutenção elaborado neste estudo.

4. Pesquisa Realizada.

A análise de dados foi conduzida por meio de cinco ações, conforme mostra a estrutura apresentada na Figura 2.



Figura 2 – Estruturação da análise de dados do estudo.

A partir da Figura 2, tem-se que, primeiramente, foram analisadas as características gerais da empresa. Em seguida foi realizada a análise de indicadores e falhas e, posteriormente, analisadas as características gerais da manutenção da empresa. A partir disso pôde-se elaborar o quadro FMEA, possibilitando a mensuração dos níveis de severidade, ocorrência e detecção dos modos de falhas. Por fim, tem-se a elaboração do plano TPM como um plano de ação proposto para alcançar melhorias na área de manutenção e nos processos produtivos da empresa.

4.1. Caracterização da Empresa.

A partir das respostas obtidas com a etapa 1 do questionário, A empresa estudada pertence ao setor industrial, atuando na fabricação de blocos e pavimentos intertravados de concreto e serviços de engenharia. A empresa conta com 9 funcionários ativos no momento, sendo classificada, portanto como uma microempresa, segundo a classificação do Sebrae (2020). Observa-se, ainda que o funcionamento da empresa é de segunda a sexta, das 07 horas as 17 horas, com intervalo de 02 horas para almoço e aos sábados no período matutino apenas. A empresa possui 6 máquinas e equipamentos, atuando no processo de produção, sendo elas uma pá carregadeira, um silo de agregado, uma balança para medição, uma extrusora de concreto, uma empilhadeira e um caminhão de transporte de produtos acabados. Durante a entrevista também foi observado que a empresa trabalha com uma variedade de modelos, tamanhos e cores diferentes. A empresa possui um estoque de produtos acabados, que facilita a compra do cliente, reduzindo muito o tempo de espera que é somente o tempo de distribuição dos artefatos, caso contrário, o tempo de espera seria de 28 dias, que é o tempo necessário para curagem dos produtos.

Com base nas observações diretas e na análise de documentos da empresa, foram construídos o Macrofluxograma e o fluxograma do processo (figura 3).

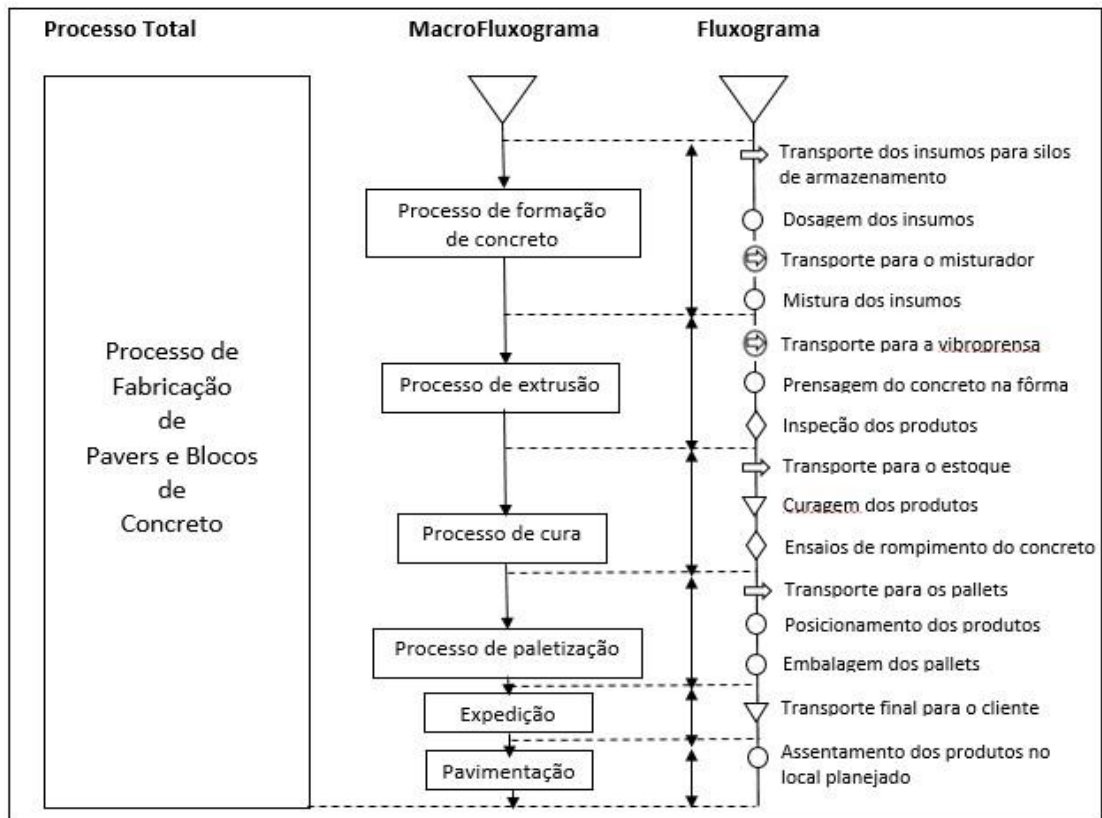


Figura 3 – Macrofluxograma do processo.

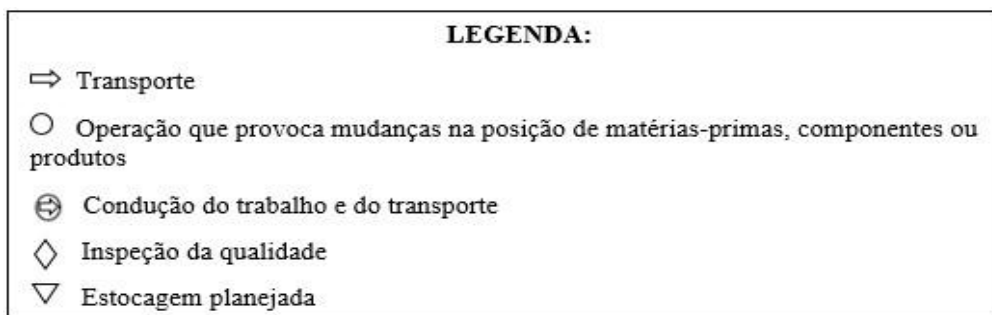


Figura 4 – Símbolos utilizados no macrofluxograma do processo.

A análise da Figura 4 revela que o processo é composto por processos específicos que são feitos por uma máquina automatizada, em que os colaboradores, por sua vez, participam dos processos auxiliando e controlando a execução dos equipamentos.

4.2. Análise de Indicadores de Produtividade e Falhas.

A análise de indicadores de produtividade e falhas foi realizada por meio de visitas a empresa e por meio da aplicação de questionário aos entrevistados. Com base nos blocos 1 e 2 da etapa 1 do questionário, foi observado que a carga horária da empresa é de 44 horas semanais. Considerando somente a produção dos blocos estruturais, por meio das entrevistas, foi informado que estes geralmente são produzidos em um intervalo de 3 dias da semana. Dessa forma, o Quadro 2 representa os seguintes dados obtidos a respeito da atual produção de blocos na empresa:

Quadro 2 – Produção de blocos por hora.

Quantidade de lotes/hora	Quantidade de blocos/lote	Total/hora
5	108	$(5 \times 108) = 540$

Diante desses dados e considerando a carga horária de 3 dias da semana, ou seja, 24 horas semanais, observa-se no Quadro 3 a produtividade diária, semanal e mensal de blocos na empresa.

Quadro 3 – Produtividade diária, semanal e mensal.

Diária	Semanal	Mensal
$(8 \text{ horas} \times 540) = 4.320$	$(24 \text{ horas} \times 540) = 12.960$	$(4 \text{ semanas} \times 12.960) = 51.840$

Durante as observações in loco foi observado ainda que ocorre um controle de qualidade dos produtos acabados no fim do processo, ainda diretamente na esteira. Nesse caso, 1 ou 2 funcionários realizam uma inspeção visual, verificando a aparência e descartando no próprio local da inspeção os produtos que apresentam algum defeito.

De acordo com a etapa 1 do questionário, ambos entrevistados informaram que não há muitas perdas e que não são produzidos muitos produtos com defeitos ao longo do processo produtivo, porém, quando isso ocorre os funcionários imediatamente já os retiram da esteira, descartando-os diretamente no chão para que os mesmos possam ser reutilizados no processo produtivo. Dessa forma, percebe-se que há um retrabalho considerável ao longo desse procedimento, pois, ao final dos ciclos os funcionários precisam vir a recolher esses resíduos dos produtos descartados no chão para retorná-los junto com os outros insumos no início do processo.

A respeito das perdas e falhas ocorridas nos processos e equipamentos, foram analisadas as respostas dos três entrevistados envolvidos no processo e foi verificado que a empresa não possui um registro de falhas ocorridas em seus processos e equipamentos ao longo dos anos, dificultando assim a análise de alguns dados.

Em relação a frequência de ocorrências de falhas e paradas na produção, houve uma discordância entre os entrevistados, onde o proprietário e o encarregado de produção afirmaram que as falhas ocorrem frequentemente na empresa e causam paradas na produção, enquanto que o auxiliar administrativo afirmou que as falhas não ocorrem frequentemente e não causam paradas na produção. Essas discordâncias demonstram um desalinhamento entre as percepções dos entrevistados.

Em relação as paradas na produção, os entrevistados informaram que geralmente os principais motivos que acarretam paradas no ciclo de produção são:

- a) Quebras de peças/máquinas;
- b) Troca de formas;
- c) Inspeção visual dos produtos acabados no final do processo (na esteira);
- d) Outros (necessidades dos operadores ao longo do dia, etc).

As questões de apoio do bloco 2 da etapa 2 do questionário, auxiliaram na obtenção de maiores informações a respeito dos motivos citados acima. De acordo com a percepção dos entrevistados, a etapa

final do processo produtivo é onde costuma ocorrer paradas mais frequentes, mais especificamente no momento do controle de qualidade, em que é realizada a inspeção visual dos produtos acabados.

Considerando-se as paradas por motivos de quebras de peças/máquinas, foi informado pelos entrevistados que esse tipo de parada costuma ocorrer 1 vez por semana, sobre a duração foi relatado que se houver peças de reposição em estoque ou se houver para compra na cidade este problema costuma ser resolvido no mesmo dia, caso contrário pode levar em torno de 2 ou 3 dias para resolver.

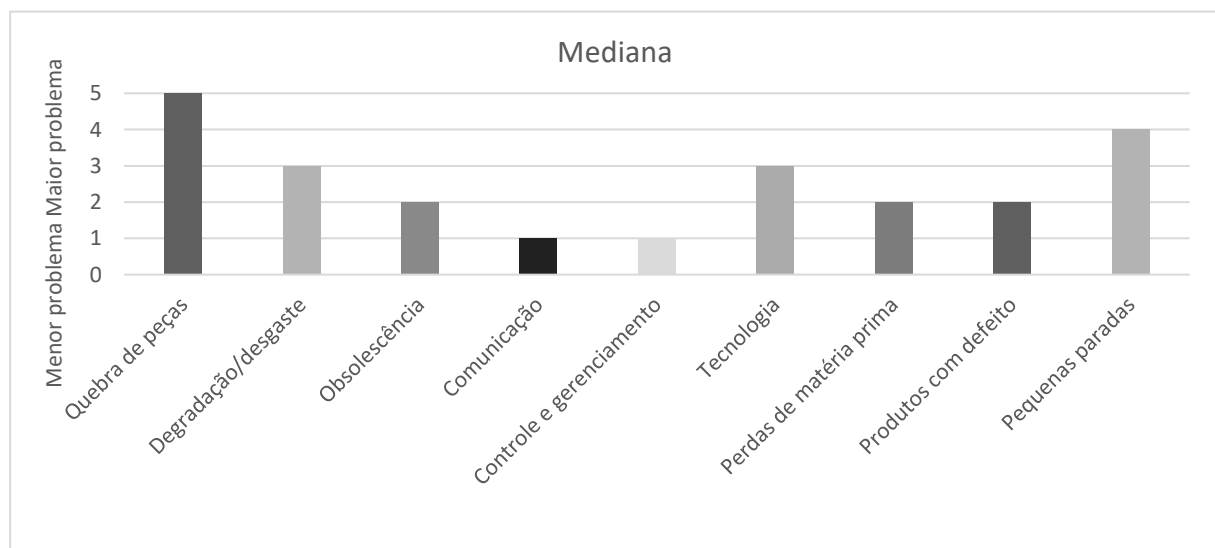
No que se refere as paradas por motivos de trocas de formas, devido a mudança na variedade do produto a ser produzido na linha, foi relatado pelos entrevistados que estas geralmente ocorrem de 2 a 3 vezes na semana, neste caso, dependendo também do estoque de produtos finais e da demanda da empresa. O tempo médio dessas paradas costumam ser em torno de 2 a 3 horas. Diante de paradas como essas, embora façam parte do processo e sejam necessárias, verifica-se que ao longo do mês cerca de no mínimo 16 horas de produtividade, aproximadamente, são “perdidas”, devido as trocas de formas, o que representa 1080 unidades de blocos que deixam de ser produzidos.

Em relação as paradas por motivos de inspeção visual, por meio das observações e de conversas informais com o encarregado de produção foi verificado que no momento da inspeção visual há uma considerável perda de tempo, visto que, enquanto o operador está analisando os produtos e descartando os que apresentam não conformidades, outros produtos já estão vindo atrás, formando assim uma “fila” para serem analisados e retirados da esteira. Dessa forma, através dessas pequenas paradas foi observado que geralmente ocorrem atrasos de 1,5 minutos a 2 minutos nesse procedimento final, prejudicando assim o desempenho da produção.

Já em relação a outros motivos, como por exemplo tempo de preparação da máquina, idas ao banheiro, café, limpezas e etc., que também costumam acarretar pequenas paradas e atrasos na produção, segundo os entrevistados foi informado que estima-se uma perda de tempo diária de 1:30 a 2 horas em decorrência dessas atividades.

Em relação as principais perdas e falhas ocorridas nos processos e equipamentos da empresa, por meio do questionário e dos dados obtidos, primeiramente foram analisados por meio de uma escala *Likert* de cinco pontos e, posteriormente, utilizada a mediana para obter a posição mediana entre as respostas dos entrevistados. Por meio das posições medianas encontradas os dados foram compilados e apresentados no Quadro 4, para melhor visualização.

Quadro 4 – Avaliação das principais perdas e falhas pelos entrevistados.



Diante das posições medianas apresentadas no Quadro 4, considerou-se como critério de relevância para definição das principais falhas aquelas que estão na posição 3 ou maior do que 3. Dessa forma, observa-se que as perdas e falhas que representam os maiores problemas, segundo a percepção dos entrevistados, são a quebra de peças, pequenas paradas, degradação/desgaste e a tecnologia. De acordo com o critério estabelecido para essa análise, estas são as falhas que merecem maior atenção.

Portanto, foi possível observar que os entrevistados atestaram a relevância dos 9 itens elencados, assim constata-se que a literatura apresentada se confirmou na prática. Por meio das entrevistas e conversas informais com os entrevistados, os mesmos informaram que há uma estimativa de 20% de perda de produtividade mensal, ocasionadas por perdas e falhas nos equipamentos e processos. Essa estimativa varia conforme a produção mensal, concluindo-se que, quanto maior a produção, maior a perda.

4.3. Características Gerais da Manutenção.

A partir do conhecimento da estrutura da empresa, de seus indicadores e principais falhas, também foi possível analisar as principais características da área de manutenção para entender melhor sobre as atividades realizadas, sobre os equipamentos existentes, o tipo de manutenção mais utilizada dentro da empresa e maiores informações a respeito de tempos e custos. Com base no bloco 3 da etapa 1 do questionário, os entrevistados afirmaram existir um planejamento das atividades de manutenção, porém, em algumas questões foram percebidas discordâncias entre as respostas dos entrevistados em relação a essa área, questão essa que foi resolvida por meio da medida de posição da mediana dentre as respostas dos entrevistados.

Ainda por meio das questões do bloco 3 do questionário, foi confirmado que a manutenção corretiva é a mais utilizada dentro da empresa e geralmente são os próprios funcionários que realizam as manutenções mecânicas. Porém, quando se trata de problemas relacionados a manutenção eletrônica ou a fabricação de peças, os serviços de manutenção são destinados a terceiros. No entanto, por meio de conversas informais foi relatado que há muita dificuldade em encontrar mão de obra especializada na área de manutenção na cidade. Os entrevistados afirmaram necessitar de serviços de terceiros pelo menos uma vez por mês, o que gera um custo médio mensal de R\$ 3.000,00 segundo o proprietário da empresa. Foi destacado também pelos entrevistados que o tempo médio dessas manutenções são de cerca de 2 a 3 dias, o que muitas vezes provoca paradas na produção e perda de produtividade.

De acordo com as observações e com questões do bloco 3 do questionário, foi constatado haver uma rotina de verificação das máquinas e equipamentos diariamente, sendo realizada pelos próprios funcionários. No entanto, constata-se que não costumam serem oferecidos treinamentos relacionados a manutenção para os funcionários, o que pode ser justificado pela falta de atenção e priorização para com a área de manutenção da empresa.

As questões de apoio do bloco 2 da etapa 2 do questionário auxiliaram na obtenção de maiores informações a respeito das características da área de manutenção da empresa. Os entrevistados informaram que as peças que mais quebram na empresa são as formas de moldes e os sensores, ainda foi relatado que o tempo de vida útil dessas peças geralmente são de 2.000 ciclos. Já em relação as máquinas e equipamentos, os entrevistados concordaram que a extrusora de concreto é o equipamento que apresenta mais problemas com quebras atualmente. Diante disso, aponta-se que os maiores problemas enfrentados pela empresa, relacionados as quebras e paradas na produção, estão ocorrendo no final do ciclo produtivo. Destaca-se ainda que todos os entrevistados concordaram que se houvesse um cronograma de manutenção preventiva ou preditiva implementado na empresa, haveriam menos gastos com as manutenções corretivas e, conseqüentemente, menos paradas na produção, podendo assim gerar ganhos de produtividade.

4.4. Elaboração do FMEA.

4.4.1 Modos de Falha.

O FMEA foi realizado na área administrativa e produtiva da empresa, tendo o apoio do proprietário da empresa, do gerente administrativo e do encarregado de produção. Para auxiliar a elaboração do FMEA, primeiramente foram analisados os 9 modos de falha potenciais apresentados na seção de análise de indicadores de produtividade e falhas deste estudo. Dessa forma, dentre estes primeiramente foram consideradas as posições medianas entre as respostas de todos entrevistados,

utilizando-se a medida de posição mediana, posteriormente, considerando como relevantes as posições medianas igual a 3 ou maior do que 3, foram elencados 4 modos de falha potenciais (apresentados no Quadro 5), de modo que seus efeitos e possíveis causas foram identificadas. Observa-se que a identificação dos efeitos e causas das falhas potenciais foram baseadas nos conceitos apresentados na literatura, nas entrevistas e comentários informais dos entrevistados e também nas observações *in loco*. O resultado obtido pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5 – Modos de falhas e seus efeitos.

Descrição do Processo	Função do Processo	Tipo de modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Causa potencial da falha
Processo Produtivo	Fabricar Paviers e blocos de concreto	Quebra de peças	Parada	Falta de manutenção preventiva ou preditiva
		Pequenas paradas	Perda de tempo efetivo de operação	Setup, quebra, controle de qualidade sem padronização
		Degradação/desgaste	Quebra	Falta de manutenção preventiva ou preditiva
		Tecnologia	Perda de tempo e custos maiores	Falta de investimentos

Diante do resultado obtido, pode ser observado que os 4 modos de falhas potenciais para a empresa são a quebra de peças, as pequenas paradas, a degradação/desgaste e a tecnologia, uma vez que essas falhas potenciais possuem como efeitos paradas na produção, perda de tempo efetivo, quebras e custos maiores. Vale ressaltar ainda que as principais causas dessas falhas são a falta de manutenções preventivas ou preditivas, a falta de controle de qualidade e a falta de investimentos. Com base nos 4 modos de falhas potenciais apresentados no Quadro 5, alguns pontos são destacados nos parágrafos abaixo.

Em relação a quebra de peças, tem-se que a mesma pode acarretar paradas na produção, visto que, dependendo do tipo de peça quebrada, o uso de um equipamento ou máquina pode ser impossibilitado, ocasionando assim perdas de tempo de operação e custos a mais para a empresa. Uma possível causa é a falta de manutenção preventiva, prejudicando o bom funcionamento das máquinas e equipamentos.

No que se refere a degradação e ao desgaste de máquinas e equipamentos envolvidos no processo, tem-se que estes podem causar perdas e quebras, aumentando assim os custos com manutenção. Além disso, podemos destacar o comprometimento da segurança dos colaboradores que são expostos a riscos devido a degradação e desgastes de máquinas e equipamentos. Isso possivelmente é evidenciado devido à falta de atenção e a falta de manutenção preventiva na empresa, impedindo a detecção de degradação e desgastes nas máquinas e equipamentos.

Esses desgastes levam a reparos que geram pequenas paradas na produção, acarretando perdas de tempo efetivo de operação, impactando negativamente o desempenho e a capacidade de produção da empresa. As possíveis causas podem ser os setups planejados/não planejados e as quebras de peças, uma vez que estes fatores provocam pequenas paradas no processo produtivo.

Por fim, em relação a tecnologia, foi observado por meio das análises *in loco* e das conversas informais com os entrevistados que um dos principais problemas enfrentados hoje na empresa é a oscilação da energia fornecida pela Elektro, o que causa danos terríveis aos equipamentos. Conforme observado, na empresa muitos dos processos ainda ocorrem manualmente, de modo mais arcaico, o que ocasiona um gasto de tempo maior para a realização de algumas atividades, conseqüentemente maiores chances de ocorrerem erros e falhas humanas no decorrer dos processos e aumento nos custos. As possíveis causas são a falta de investimentos em tecnologia e inovação.

Vale destacar também que, devido à falta de gestão e sistemas de controle efetivos, durante as visitas e observações foi verificado que a empresa estudada não possui um sistema de registro e controle de falhas, sendo estas detectadas apenas por inspeções visuais dos envolvidos no processo.

4.4.2 Determinação do RPN.

A determinação do RPN foi realizada com base no Modo Falha (Quadro 5), e na determinação da escala de prioridade. Para isso, as respostas obtidas com o bloco 1 da etapa 2 do questionário foram compiladas, de modo que fosse possível estabelecer uma escala de prioridade, representada pelo número RPN. Essa ação permitiu identificar quais falhas deveriam ser priorizadas na tomada de decisão. Conforme já apresentado neste estudo, as respostas dos três entrevistados foram analisadas por meio da medida de posição mediana. Dessa forma, foi possível elaborar o Quadro 6, demonstrando o método FMEA.

Quadro 6 – Primeira etapa do FMEA.

Descrição do Processo	Item	Função do Processo	Tipo de modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Causa potencial da falha	Controles atuais (detecção e prevenção)	Índices atuais			
							S	O	D	R
Processo Produtivo	1	Fabricar Paviers e blocos de concreto	Quebra de peças	Parada	Falta de manutenção preventiva ou preditiva	Inspeção visual	10	4	1	40
	2		Pequenas paradas	Perda de tempo efetivo de operação	Setup, quebra, controle de qualidade sem padronização	Percepção do encarregado de produção	4	7	1	28
	3		Degradação/desgaste	Quebra	Falta de manutenção ou preditiva	Inspeção visual	2	2	5	20
	4		Tecnologia	Perda de tempo e custos maiores	Falta de investimentos	Percepção dos entrevistados	2	2	3	12

Legenda: S = índice de severidade; O = índice de ocorrência; D = índice de detecção; R = índice de risco.

Por meio do RPN obtido no Quadro 6, observa-se que os modos de falhas com maior expressividade, segundo a visão dos entrevistados são a quebra de peças e as pequenas paradas, estando estes itens posicionados em primeiro e segundo lugar na escala de prioridade.

Dessa forma, a partir da elaboração do ranking do modo de falha, foi possível identificar quais itens deverão ser priorizados na elaboração do plano de ação, considerando os maiores valores de RPN.

4.5. Elaboração do Plano TPM – Planejamento de Manutenção.

Buscando reduzir as falhas potenciais priorizadas na elaboração do FMEA, a primeira ação foi a elaboração do plano TPM, o qual foi fundamentado no planejamento de manutenção para melhorar a

questão das quebras e desgastes de máquinas e equipamentos da empresa. Já a segunda ação busca reduzir as falhas potenciais relacionadas as pequenas paradas e as perdas que ocorrem na produção. Por fim, a terceira ação busca reduzir as falhas em relação a tecnologia.

Para auxiliar na elaboração das ações propostas, foi utilizada a ferramenta 5W2H. Para obter uma melhor visualização dos aspectos envolvidos nos modos de falha em potencial identificados, as ações foram apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – 5W2H para ações propostas.

Item	O quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Por quê?	Como?	Quanto custará?
Quebras e Degradação/desgaste	Plano de manutenção preventiva e cronograma	Administrador/Técnico em Manutenção	Oficina e técnico especializado	Trimestralmente	Para evitar que as máquinas e equipamentos parem devido a falhas	Criar plano de manutenção e cronograma, trimestralmente definir uma data de menor demanda de produção para uma parada para manutenção preventiva	Aprox. R\$5.000,00 porém variando de acordo com o que precisar ser trocado
	Registrar ocorrências de falhas	Encarregado de produção/Administrador	Na empresa	Imediatamente	Para ter um controle e gerar indicadores	Criar formulário de ocorrência manual ou digital para ser preenchido e arquivado	-
	Treinamentos de manutenção autônoma	Administrador	Na empresa	Em 1 ou 2 meses	Para capacitar os funcionários para análises e avaliações	Contratar profissional para ministrar treinamentos aos funcionários	Custo da hora do profissional contratado
Pequenas paradas	Instalação de escova de limpeza industrial giratória	Proprietário	Na máquina extrusora	Imediatamente	Para limpeza dos produtos ao sair da prensagem	Aquisição de escova para limpeza	Aproximadamente R\$1.300,00
	Instalação de calha	Proprietário	Na própria máquina	Imediatamente	Para evitar desperdícios e descartes de resíduos no chão	Aquisição de calha para descarte de produtos defeituosos	Aproximadamente R\$200,00

	Elaborar POP	Administrador	Na empresa	Imediatamente	Para padronizar o trabalho de inspeção visual	Elaboração de POP para controle da qualidade dos produtos acabados	Custo da hora do administrador
Tecnologia	Sistema de energia solar fotovoltaica	Proprietário	Na empresa	Em 2 meses	Para solucionar o problema da oscilação da energia	Investimento em sistema de energia solar fotovoltaica	Aproximadamente R\$74.000,00

O processo de gestão envolve os responsáveis de cada área e os operários da empresa durante as ações corretivas recomendadas, requerendo um médio investimento e facilidade de implantação. As ações referentes as quebras, degradação/desgaste e pequenas paradas totalizam um investimento inicial de aproximadamente R\$ 7.000,00. Já as ações referentes a tecnologia totalizam um investimento de aproximadamente R\$ 74.000,00, que pode ser pago em até 3 anos. Tais recomendações serão mais bem discutidas nas próximas seções.

4.5.1. Ação 1: Manutenção, Quebras e Desgastes de Máquinas e Equipamentos.

Essa ação teve como direcionador os seguintes pilares da TPM: Manutenção planejada, manutenção autônoma, controle inicial e treinamento e educação.

A fim de apoiar a elaboração do plano TPM, as questões de apoio do bloco 2 da etapa 2 foram analisadas, uma vez que, possibilitaram a análise de dados mais específicos em relação aos motivos de paradas e ciclo de vida das máquinas e equipamentos da empresa.

Em relação a manutenção corretiva utilizada na empresa, tem-se que geralmente todo mês há alguma quebra ou reparo a ser corrigido nas máquinas e equipamentos da empresa, visto que, nos casos mais graves há a necessidade de recorrer a terceiros para realizar os devidos consertos. Conforme informado pelo proprietário, os custos com manutenções corretivas são em torno de R\$3.000,00 mensais, sendo estes oriundos de serviços de terceiros e compras de peças para estoque. Além de que, dependendo do problema, as manutenções podem durar cerca de 2 a 3 dias, ocasionando paradas na produção e perda de produtividade.

Para a elaboração do plano TPM – Planejamento de manutenção, foi possível concluir que a manutenção preventiva é a mais recomendada para a atual realidade da empresa, pois, este tipo de manutenção busca reduzir as falhas e a degradação das máquinas, equipamentos e demais peças. Logo, por meio da ação 1 é recomendado que a empresa estabeleça um planejamento de manutenção preventiva trimestral para implantação, a qual terá um custo de aproximadamente R\$ 5.000,00. Com base nas informações obtidas, sabe-se que as formas, os sensores e a extrusora de concreto possuem vida útil em torno de 2.000 ciclos realizados, mediante a isso recomenda-se que a máquina pare para realizar manutenção preventiva com um técnico especializado em períodos trimestrais ao longo do ano, a fim de identificar peças que precisam ser reparadas ou substituídas, de modo a evitar futuras quebras e paradas. Dessa forma, espera-se que o plano TPM – Planejamento de manutenção preventiva proporcione melhorias em relação a área de manutenção e produção da empresa e contribua para a redução de aproximadamente R\$ 4.000,00 (trimestral) dos custos decorrentes da manutenção corretiva. O planejamento de manutenção preventiva foi elaborado com base no proposto pelo autor Xenos (2004), na seção 2.1 deste trabalho. Para isso as etapas que constituem o planejamento foram analisadas conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Planejamento de manutenção preventiva.

Planejamento de manutenção preventiva			
1. Objetivos	2. Inventário de ativos	3. Prioridade	4. KPIs
Melhora na manutenção, nas quebras e desgastes de máquinas e equipamentos	Uma máquina constituída de 4 equipamentos: Silo de agregado; Balança industrial; Misturador e Extrusora de concreto. OBS: Para mais detalhes, vide Macrofluxograma e Fluxograma apresentados na seção 4.2	Extrusora de concreto, formas e sensores	Produtividade da empresa

De forma complementar a esse planejamento, foi elaborado um cronograma de manutenção preventiva trimestral para a empresa, contendo as principais atividades de manutenção a serem executadas nos ativos mais críticos (Quadro 9).

Quadro 9 – Cronograma de manutenção preventiva trimestral.

Cronograma de manutenção preventiva trimestral														
2021														
Sistemas	Equipamentos	Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Elétrico e eletrônico	Sensores	Troca de sensores												
	Controlador lógico programável (PLC)	Ajustes de comandos												
Hidráulico	Bomba Hidráulica	Regulagem												
		Troca de óleo												
Mecânico	Formas	Soldagem												
		Alinhamento												

Considerando manutenções corretivas mais graves, que levam cerca de 2 a 3 dias para conserto, tem-se que estas ocasionam paradas na produção de até 24 horas (caso ocorra apenas uma vez no mês), causando assim um desequilíbrio no planejamento de produção e no que se refere a produção de blocos, pode-se representar cerca de até 12.960 blocos que deixam de ser produzidos e vendidos no mês, que em termos financeiros equivalem a R\$ 36.288,00. Entretanto, considerando que os ativos mais críticos da empresa (mostrados no Quadro 10) se encontrem parados para manutenção preventiva (a cada 3 meses), por durante 2 dias, tem-se a representação de uma perda de 16 horas de produção, ou seja, considerando apenas a produção dos blocos, aproximadamente cerca de 8.640 blocos deixam de ser produzidos e vendidos naquele mês, equivalendo a R\$ 24.192,00 financeiramente. Portanto, uma vez que se tenham manutenções corretivas graves mensalmente, observa-se que ao longo de 3 meses cerca de 38.880 blocos deixam de ser produzidos, equivalendo a aproximadamente R\$ 108.000,00 em termos financeiros. Dessa forma, é possível concluir que o investimento de R\$ 5.000,00 em manutenção preventiva trimestral evitaria uma perda de cerca de 30.240 blocos (em 3 meses) em termos de produtividade, equivalendo a R\$ 84.672,00 financeiramente, assim a considerar as melhorias estimadas, este investimento se pagaria com a venda de aproximadamente 1.800 unidades de blocos.

É importante ressaltar que devam ser considerados períodos em que se tenha uma demanda de trabalho menor para realizar a parada para manutenção preventiva. Visto que, a entrada de pedidos de compras na empresa acontece de forma esporádica, ou seja, varia muito ao longo do mês, sugere-se como uma alternativa a se pensar, que sejam consideradas datas aos finais de semana para a realização da manutenção preventiva, caso seja possível, uma vez que o funcionamento aos sábados ocorre somente no período matutino, não haveria uma parada tão considerável na produção, além de que, conforme relatado por meio de conversas informais, devido a se tratar de serviços terceirizados não seriam cobradas horas extras no valor total considerado.

Quanto ao registro de ocorrências de falhas, conforme foi destacado neste trabalho, a empresa não possui um histórico de dados relacionados a área de manutenção e produção, contendo falhas,

quebras e perdas que ocorrem. Dessa forma, recomenda-se como uma ação corretiva que o encarregado de produção adote a prática de registrar todas as ocorrências que houverem no dia a dia do chão de fábrica da empresa, garantindo uma base de dados que possa auxiliar na definição de indicadores necessários e também no auxílio as atividades administrativas e de manutenção. Essa recomendação pode ser implantada imediatamente e sem custos para a empresa.

Com base na atual realidade do funcionamento da área de manutenção da empresa, entende-se que a mesma apresenta falta de organização e um desalinhamento entre todos envolvidos nos processos, além do baixo nível de capacitação dos funcionários em relação as atividades de manutenção. Dessa forma, sugere-se também o investimento em treinamentos para capacitação dos funcionários, desenvolvendo os mesmos para percepções de falhas e cuidados necessários com os ativos. Em complemento, foi elaborado uma rotina de manutenção autônoma para a empresa, apresentada no Quadro 10, a qual demonstra alguns itens que podem ser verificados diariamente e semanalmente pelos próprios funcionários. Por meio dessa ação, espera-se que os funcionários se tornem aptos a realizarem atividades de manutenção autônoma na empresa, agregando assim ao planejamento de manutenção preventiva também. Essa recomendação pode ser implantada em 1 ou 2 meses, sendo interessante que a mesma acompanhe a elaboração do plano de manutenção preventiva e do cronograma. O custo dessa ação depende do custo da hora do profissional contratado.

Quadro 10 – Rotina de manutenção autônoma.

Rotina de Manutenção Autônoma		
Frequência: Diária e semanal		
Componentes e equipamentos	O quê verificar?	Como?
Empilhadeiras, pá carregadeira e caminhão	Combustível, lubrificação, quilometragem	Manual e visual
Controlador lógico programável (PLC)	Funcionamento de comandos	Manual e visual, se apresenta alguma inconformidade
Silos	Aparência, roscas dosadoras	Visual, se apresenta alguma inconformidade
Balança industrial	Calibração	Ferramenta adequada
Pistões da extrusora de concreto	Óleo e pressão	Manual e visual
Formas	Desgaste de soldas	Visual
Extrusora de concreto	Alinhamento	Visual
Esteira	Rolamentos	Visual, se apresenta desgastes

4.5.2. Ação 2: Pequenas Paradas.

Essa ação teve como direcionador os seguintes pilares da TPM: Manutenção da qualidade, melhoria específica e segurança, saúde e meio ambiente.

Em relação as pequenas paradas devido as inspeções visuais que ocorrem para o controle da qualidade dos produtos, conforme citado no item 4.3 deste estudo, tem-se atrasos consideráveis nesta

etapa. Assim, buscando melhorar esses atrasos, recomenda-se que o proprietário invista na compra de uma escova de limpeza industrial giratória, sendo está instalada na saída da máquina extrusora, fazendo a função de limpeza dos produtos ao saírem do processo de prensagem. Essa ação terá o custo de aproximadamente R\$1.300,00 para a empresa. Considerando que em 1 hora são produzidos 5 lotes de produtos, em que cada um tem a duração de 12 minutos, pode-se concluir que se esses atrasos de 2 minutos decorrentes das inspeções visuais forem reduzidos os ciclos passarão a ter a duração de aproximadamente 10 minutos, sendo assim, com essa melhoria eles não terão mais que perder aproximadamente 80 minutos por dia. Por meio dessa ação, estima-se a redução de 20% dessa perda, resultando em um ganho de aproximadamente 1 lote a mais por hora de produção, o que corresponde a aproximadamente 108 blocos a mais, totalizando até 648 blocos por hora e 5.184 por dia. Portanto, para a redução das pequenas paradas será necessário um investimento de R\$1.300,00, o qual se paga com a venda de aproximadamente 500 unidades de blocos.

Além da recomendação da escova de limpeza, sugere-se também que seja investido na compra de uma calha industrial. A calha deve ser acoplada na lateral da parte final da esteira, após a extrusora de concreto, possibilitando assim que o operador descarte os produtos defeituosos nela de maneira que os resíduos caiam diretamente em um carrinho de mão posicionado abaixo da calha, ao invés de caírem no chão. O esboço dessa ação está representado na Figura 5 para uma melhor visualização. Por meio dessa ação, evita-se o trabalho de ter que juntar e recolher os resíduos do chão para retorná-los ao processo produtivo, além da melhoria visual no ambiente produtivo. Essa ação terá o custo de aproximadamente R\$ 200,00 para a empresa, o qual pode ser pago com a venda de aproximadamente 80 blocos.

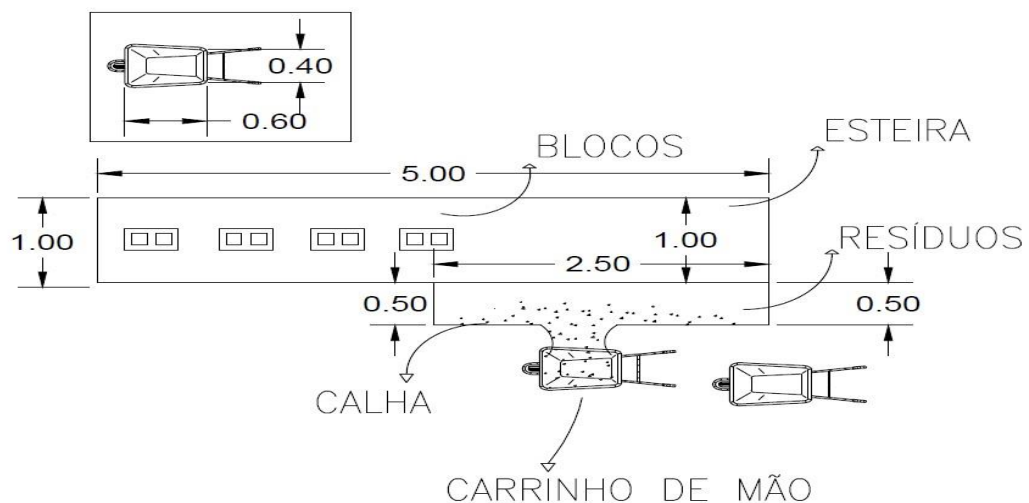


Figura 5 - Projeto de melhoria para o descarte dos produtos defeituosos.

Em relação a implantação da escova e da calha citadas acima, sugere-se que essas ações sejam viabilizadas por meio da elaboração de um procedimento operacional padrão (POP), a fim de documentar detalhadamente de forma padronizada o trabalho de inspeção visual dos produtos acabados, otimizando o tempo desse processo e minimizando os possíveis erros na condução das atividades que os operadores devem realizar. Essa ação tem apenas o custo da hora do administrador.

4.5.3. Ação 3: Tecnologia.

Essa ação teve como direcionador o pilar de Melhoria específica da TPM.

No que diz respeito a falta de tecnologias mais avançadas na empresa, visando solucionar o problema da oscilação de energia elétrica, sugere-se o investimento em um sistema de energia solar fotovoltaica, o qual se mostra muito vantajoso devido a empresa funcionar apenas no período diurno, possuindo uma ampla área com incidência solar ao longo do dia, além de evitar danos fatais que as oscilações podem causar as máquinas e equipamentos e também uma economia que pode chegar até R\$

2.054,00 mensais para a empresa, segundo orçamentos realizados. Essa recomendação terá um custo de aproximadamente R\$ 74.000,00 para a empresa, podendo esta ser implementada em um curto ou médio prazo, dependendo da priorização dos investimentos da empresa. Dessa forma, é possível concluir que considerando o faturamento e a produção atual da empresa, o custo desse investimento se pague em até 3 anos . Por meio da Figura 6 podem ser observadas as projeções do retorno desse investimento.

ECONOMIA MENSAL PREVISTA	
Esse é o valor de economia na sua conta de luz após a instalação do sistema:	R\$ 2.054,26
ECONOMIA ANUAL PREVISTA	
Esse é o valor de economia por ano após a instalação do sistema:	R\$ 24.651,08
TAXA INTERNA DE RETORNO	
TIR, é uma medida em percentual que demonstra a economia obtida anualmente através do sistema, em relação ao investimento realizado	32,32%
PAYBACK	
Representa o tempo necessário para que o custo do sistema se pague e, a partir de então, comece a dar lucro ao proprietário	3 Anos

Figura 6 - Economia prevista.

5. Conclusões.

A presente pesquisa foi desenvolvida com o intuito de mostrar como elaborar um planejamento de manutenção, a fim de minimizar as perdas e falhas ocasionadas ao longo da manutenção corretiva e aumentar a produtividade da empresa. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi elaborar um planejamento de manutenção aos moldes da metodologia Manutenção Produtiva Total.

Pontua-se que foi com base no FMEA que foram identificadas as principais falhas potenciais, as quais foram quebra de peças, pequenas paradas, degradação/desgaste e tecnologia. Dessa forma, com base no RPN priorizou-se as falhas relacionadas a quebra de peças e pequenas paradas. Considerando essas falhas, o plano TPM - planejamento de manutenção preventiva foi elaborado, o qual foi conduzido por meio de três ações. A primeira ação buscou a redução e eliminação da falha potencial relacionada a manutenção, quebras e desgastes de máquinas e equipamentos. A segunda ação buscou a redução e eliminação da falha potencial relacionada as pequenas paradas. A terceira ação buscou a redução e eliminação da falha potencial relacionada a tecnologia. Dentre as ações propostas, o proprietário e o administrador mostraram-se interessados na aplicabilidade destas, ressaltando a preferência pela realização de parada para manutenção preventiva aos períodos de finais semana.

No que se refere as contribuições, observa-se que o presente estudo vem a consolidar a importância da metodologia Manutenção Produtiva Total (TPM) para as organizações, uma vez que, a TPM proporciona resultados na melhoria da produção, no aumento da disponibilidade do equipamento, na melhoria do desempenho e qualidade e no aumento da confiança no equipamento e segurança.

Para a empresa estudada, tem-se que este estudo proporciona a diminuição da probabilidade de ocorrências de falhas, a melhor organização da área de produção e manutenção, melhorias no planejamento e controle das atividades, redução dos custos com manutenções corretivas e ganhos de produtividade. Além disso, observa-se que o presente trabalho também contribui para uma maior integração e comprometimento dos funcionários.

Por fim, como propostas para trabalhos futuros, sugere-se o acompanhamento da implantação das ações propostas e a extensão do plano TPM a outros equipamentos da empresa.

Referências.

- ALMEIDA, P. (2017). Gestão da manutenção: aplicada as áreas industrial, predial e elétrica. São Paulo: Érica. E-book.
- BRANCO FILHO, Gil. A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- BARBOSA, A., AVELAR, F. PCM Planejamento e Controle de Manutenção. 2015. E-book.
- BASSAN, J. (2020). Ferramentas avançadas da qualidade: Aplicações e estudos. (1a ed). Curitiba. E-book.
- CAMILLIS, P. K. et al. Gestão do desempenho organizacional. Porto Alegre: SAGAH EDUCAÇÃO S.A, 2018. 224 p.
- CARPINETTI, L. (2016). Gestão da qualidade: conceitos e técnicas. (3a ed). São Paulo: Atlas.
- GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2018. 188 p.
- GREGÓRIO, G. F. P., SILVEIRA, A. M. Manutenção industrial. Porto Alegre: Sagah educação s.a, 2018. 182 p.
- LOBO, R. (2010). Gestão da Qualidade. (1a ed). São Paulo: Érica.
- MARTINS, G. A; DOMINGUES, O. Estatística geral e aplicada. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2019. 360 p.
- NAKAJIMA, S. Introduction to TPM. Cambridge: Productivity Press, 1988.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. Manutenção: função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.
- RIBEIRO, Haroldo. Manutenção Produtiva Total. A Bíblia do TPM. 1 ed. São Paulo: Viena, 2016. 592 p.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Micro, pequenas e médias empresas: Definições e estatísticas internacionais. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Secretaria do desenvolvimento da produção. Departamento de micro, pequenas e médias empresas. Três Lagoas, 2015.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. Administração da Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2018. 856 p.
- XENOS, G. (2004). Gerenciando a manutenção produtiva. Nova Lima: INDG.
- YIN, Robert K. Pesquisa qualitativa do início ao fim. 1ª ed. Porto Alegre: Penso, 2016.