



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JAQUELINE SOUSA LIMA

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
MANUTENÇÃO (PCM) EM UMA EMPRESA DE CERÂMICA VERMELHA: UM
ESTUDO DE CASO.**

RUSSAS

2022

JAQUELINE SOUSA LIMA

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
MANUTENÇÃO (PCM) EM UMA EMPRESA DE CERÂMICA VERMELHA: UM
ESTUDO DE CASO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará – Campus Russas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador(a): Prof.^a Ms. Rochelly Sirremes Pinto

RUSSAS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L698 Lima, Jaqueline Sousa.
Proposta de implantação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma empresa de cerâmica vermelha: um estudo de caso. / Jaqueline Sousa Lima. – 2022.
117 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2022.
Orientação: Prof. Me. Rochelly Sirremes Pinto .
1. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). 2. Gestão da manutenção. 3. Cerâmica vermelha. 4. Planos de manutenção. I. Título.

CDD 658.5

JAQUELINE SOUSA LIMA

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
MANUTENÇÃO (PCM) EM UMA EMPRESA DE CERÂMICA VERMELHA: UM
ESTUDO DE CASO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Produção da
Universidade Federal do Ceará – Campus
Russas, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ms. Rochelly Sirremes Pinto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Ms. Daiane de Oliveira Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Josemeire Alves Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha mãe, Luzia Luzirene, por todo empenho para me proporcionar uma boa educação, e acima de tudo, por ser meu porto e motivação das minhas conquistas.

Ao meu pai, João Orsete, por ser o meu exemplo maior de força, pelo apoio e confiança depositada em mim e nas minhas escolhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, meu refugio e fortaleza, pela proteção e bênçãos concedidas ao longo dessa jornada.

Agradeço, especialmente, aos meus pais, Orsete e Luzirene, por acreditarem na educação como a melhor herança que podem deixar-me, por confiarem no meu potencial e ensinarem-me, principalmente com o exemplo, a encarar os obstáculos com empenho e dedicação. Sem dúvidas, essa conquista é de vocês!

Gratidão a toda minha família pelo apoio e incentivo, amo muito todos vocês. Particularmente, quero citar a minha vó Neuza, por todas as ligações preocupadas e pelas demonstrações de carinho. Vó, a senhora é minha inspiração, te amo!

Ao meu padrasto, Cláudio, e minha madrastra, Fabíola, por terem me abraçado como uma filha, não medindo esforços para me acolher e me auxiliar.

Aos meus companheiros ao longo dessa jornada, David Wandrey e Viviane Sombra, não só pelos trabalhos compartilhados e noites de estudo juntos, mas sobretudo, pelo acolhimento nos momentos difíceis, pela cumplicidade, lealdade, por todas as risadas, todos os perrengues e por tornarem esses cinco anos mais leves. Sem vocês eu não teria conseguido.

Agradeço a família Sombra, por terem, praticamente, me adotado em Russas, pelo carinho e amparo.

Ao Igor Nery, pela contribuição na realização desse trabalho, e por juntamente com minha prima, Ana Sueli, ouvirem meus desabafos e me incentivarem a continuar.

A todos os professores que tive ao longo da vida, em especial aos que compõe o corpo docente da Universidade Federal do Ceará – Campus Russas, todos importantes em sua singularidade para minha formação e obtenção dos conhecimentos que hoje possuo.

A minha orientadora, profa. Rochelly Sirremes, por todo apoio fornecido, ao longo do desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso e durante toda a graduação. Admiro-a, por acolher de forma humana seus alunos e por falar da Engenharia de Produção de forma tão cativante.

Por último, agradeço ao meu amigo Valdemberg Gadelha, sem você não seria possível realizar este trabalho, obrigada pela disponibilidade e parceria.

RESUMO

A crescente necessidade de melhorar a eficiência dos sistemas produtivos aliada a competitividade do mercado têm impulsionado as empresas a buscarem, cada vez mais, a otimização dos seus recursos. Dentre as estratégias utilizadas para esta finalidade, estão as técnicas direcionadas ao aperfeiçoamento da gestão da manutenção. Esta, por sua vez, tem como principal função garantir a disponibilidade dos equipamentos, prevenir falhas e gerenciar recursos. Com base neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor a implantação das funções de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma empresa do setor de cerâmica vermelha, localizada em Tabuleiro do Norte/CE. Para tal, foi realizado um levantamento dos principais conceitos na literatura, através do estudo bibliográfico, além de visitas e entrevistas, por meio de um questionário, com o intuito de entender e coletar informações sobre o processo produtivo, seus equipamentos, e a atual situação da manutenção na empresa. No que diz respeito ao estudo, trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e exploratório, com natureza aplicada, que tem como método o estudo de caso. Como resultados, foi possível constatar os principais problemas enfrentados pela organização com relação a manutenção e, com base nisso, sugerir um conjunto de funções específicas do planejamento e controle da manutenção, que juntas buscarão proporcionar um melhor gerenciamento do setor.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Manutenção (PCM); gestão da manutenção; cerâmica vermelha; planos de manutenção.

ABSTRACT

The rising need to improve the efficiency of production systems combined with market competitiveness has driven companies to increasingly seek the optimization of their resources. Among the strategies used for this purpose are the techniques aimed at improving maintenance management. This, in turn, has the main function of guaranteeing the availability of equipment, preventing failures, and managing resources. Based on this context, the present work aims to propose the implementation of Maintenance Planning and Control (MPC) functions in a company in the red ceramic sector, located in Tabuleiro do Norte/CE. To this end, a survey of the main concepts in the literature was carried out, through the bibliographic study, in addition to visits and interviews, through a questionnaire, to understand and collect information about the production process, its equipment, and the current maintenance situation in the company. Concerning the study, it is descriptive and exploratory research, with an applied nature, whose method is the case study. As a result, it was possible to verify the main problems faced by the organization about maintenance and based on that, to suggest a set of specific functions of maintenance planning and control, which together will seek to provide better management of the sector.

Keywords: Maintenance Planning and Control (MPC); maintenance management; red ceramic; maintenance plans.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Histórico e evolução da manutenção	28
Figura 2 – Tipos de manutenção	33
Figura 3 – Fluxo das fontes dos serviços de manutenção	38
Figura 4 – Fluxograma da Solicitação de Serviço (SS)	39
Figura 5 – Matriz de prioridade das OS	43
Figura 6 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, documentos por ano	58
Figura 7 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, documentos por fonte e por ano	59
Figura 8 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, autores por número de publicações	60
Figura 9 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, publicações por território	61
Figura 10 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, documentos por ano	62
Figura 11 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, documento por fonte e por ano	62
Figura 12 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, autores por número de publicações	63
Figura 13 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, publicações por território.....	64
Figura 14 – Etapas do trabalho	66
Figura 15 – Fluxograma do processo produtivo	71
Figura 16 – <i>Layout</i> da planta produtiva da cerâmica	72
Figura 17 – Proposta de mapeamento da empresa para o tagueamento	78
Figura 18 – Proposta de padrão de codificação	79
Figura 19 – Organograma proposto para o setor de manutenção	83

Figura 20 – Proposta do fluxo de informações e de serviços	84
Figura 21 – Modelo de SS proposto	85
Figura 22 – Modelo de OS proposto	87
Figura 23 – Definição do método de manutenção para a enchedeira	90
Figura 24 – Modelo de FE com as características da maromba a vácuo	93
Figura 25 – Folhas de listagem de sobressalentes	94
Figura 26 – Roteiro diário de inspeções	96
Figura 27 – Roteiro de inspeções detalhadas	98
Figura 28 – Roteiro de lubrificação	99
Figura 29 – Planos de manutenções preventivas	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção nacional de cerâmica vermelha	54
Gráfico 2 – Tendência para os métodos de manutenção	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições do termo manutenção	24
Quadro 2 – Formas de manutenção	29
Quadro 3 – Critérios da classificação de criticidade	42
Quadro 4 – Aplicações do PCM na literatura	48
Quadro 5 – Indicadores de manutenção	51
Quadro 6 – Aplicação dos indicadores na literatura	52
Quadro 7 – Contribuição da manutenção em empresas de cerâmica vermelha	56
Quadro 8 – Principais problemas identificados atualmente na empresa	74
Quadro 9 – Etapas da implementação do PCM no trabalho	76
Quadro 10 – Listagem dos equipamentos.....	77
Quadro 11 – Tagueamento nível 2	79
Quadro 12 – Codificação dos equipamentos	80
Quadro 13 – Classificação da criticidade dos equipamentos	88
Quadro 14 – Critérios da seleção do método de manutenção	89
Quadro 15 – Parâmetros para a seleção do método de manutenção	90
Quadro 16 – Tendência dos equipamentos para as estratégias de manutenção	92
Quadro 17 – Indicadores de desempenho selecionados para a proposta de PCM	106
Quadro 18 – Propostas de melhorias embasadas no PCM para os problemas identificados	108
Quadro 19 – Melhorias esperadas de acordo com trabalhos anteriores em cerâmicas	109

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCERAM	Associação Brasileira de Cerâmica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ERP	Enterprise Resource Planning
FE	Folha de Especificação
HH	Homem/Hora
IEL/CE	Instituto Euvaldo Lodi - Núcleo do Ceará
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time To Repair
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
OM	Ordem de Manutenção
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
SS	Solicitação de Serviço
TMPR	Tempo Médio Para Reparo
TPM	Total Productive Maintenance

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Objetivos	18
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	18
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	18
1.2	Justificativa	19
1.3	Estrutura do trabalho	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Manutenção	23
<i>2.1.1</i>	<i>Conceitos</i>	23
<i>2.1.2</i>	<i>Evolução e histórico</i>	24
2.2	Formas de manutenção	29
<i>2.2.1</i>	<i>Manutenção corretiva</i>	30
<i>2.2.2</i>	<i>Manutenção preventiva</i>	31
<i>2.2.3</i>	<i>Manutenção preditiva</i>	31
<i>2.2.4</i>	<i>Manutenção detectiva</i>	32
<i>2.2.5</i>	<i>Engenharia de manutenção</i>	33
<i>2.2.6</i>	<i>Manutenção autônoma</i>	34
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	34
<i>2.3.1</i>	<i>Organização da manutenção</i>	36
<i>2.3.1.1</i>	<i>Tagueamento e codificação de equipamentos</i>	36
<i>2.3.1.2</i>	<i>Definição dos fluxos dos serviços de manutenção</i>	37
<i>2.3.1.3</i>	<i>Solicitação e Ordem de Serviço (SS e OS)</i>	38
<i>2.3.2</i>	<i>Cadastros necessários</i>	40
<i>2.3.2.1</i>	<i>Características técnicas de equipamentos e anexos</i>	40
<i>2.3.2.2</i>	<i>Definição da criticidade dos equipamentos</i>	41
<i>2.3.2.3</i>	<i>Registro do histórico de serviços de manutenção</i>	43
<i>2.3.3</i>	<i>Planos de manutenção</i>	43
<i>2.3.3.1</i>	<i>Plano de inspeções visuais</i>	44
<i>2.3.3.2</i>	<i>Roteiros de lubrificação</i>	45
<i>2.3.3.3</i>	<i>Plano preventivo</i>	45
<i>2.3.3.4</i>	<i>Monitoramento das características dos equipamentos (plano preditivo)</i>	46

2.3.3.5	<i>Manutenção de troca de itens de desgaste (plano corretivo)</i>	46
2.3.4	<i>Programação da execução das manutenções</i>	47
2.4	Aplicações do PCM na literatura	47
2.5	Indicadores de desempenho para manutenção	50
2.6	Setor de cerâmica vermelha	53
2.7	A manutenção e sua importância em cerâmicas vermelha	54
2.8	Bibliometria	57
2.8.1	<i>Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção</i>	57
2.8.2	<i>Gestão da manutenção e indústria de cerâmica</i>	61
3	METODOLOGIA	65
3.1	Caracterização da pesquisa	65
3.2	Etapas e procedimentos metodológicos	65
4	ESTUDO DE CASO	69
4.1	Caracterização da empresa	69
4.2	Descrição do processo produtivo	70
4.3	Estrutura física e layout	71
4.4	Panorama atual da manutenção	72
5	PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PCM	75
5.1	Identificação dos equipamentos e componentes	77
5.2	Tagueamento e codificação	79
5.3	Fluxo dos serviços de manutenção e organograma organizacional	82
5.4	Criação de solicitações e ordens de serviços	84
5.5	Definição da criticidade e dos métodos de manutenção	88
5.6	Características técnicas dos equipamentos	92
5.7	Levantamento de sobressalentes e ferramentas	94
5.8	Registros do histórico e sistema de controle	95
5.9	Definição de roteiros de inspeções visuais	96
5.10	Definição de um roteiro de lubrificação	99
5.11	Criação do plano de manutenção preventivo	100
5.12	Definição dos indicadores de desempenho	105
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
	REFERÊNCIAS	112

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA COLETA DE DADOS	116
--	------------

1 INTRODUÇÃO

A globalização presente no mundo atual, bem como a sua acentuação na última década, vem impulsionando a competitividade do mercado e tornando essa disputa por espaços cada vez mais acirrada. Nesse contexto, a manutenção se mostra fundamental como uma questão estratégica, principalmente em empresas que se utilizam de maquinários e equipamentos mecânicos, uma vez que, sua função central é garantir a disponibilidade das máquinas, aumento da confiabilidade, cumprimento dos prazos de entrega, além de manter o nível de produção mais próximo da capacidade máxima.

De acordo com Xenos (2014), a existência das atividades de manutenção se dá principalmente, para deter a degradação das instalações e dos maquinários, que ocorrem tanto naturalmente, como pelo uso. Essas degradações, tem impacto negativo na produção e na qualidade dos produtos, especialmente em organizações cujo os equipamentos são amplamente utilizados na fabricação. Assim, pelo fato de a manutenção contribuir para o aumento de produtividade, o seu gerenciamento deve ser tratado com atenção e seriedade.

De maneira complementar, Viana (2002), aponta a gradativa necessidade de maiores rendimentos, por parte dos sistemas produtivos, como a motivação que levou os setores de manutenção a ocuparem um espaço importante no planejamento das empresas. Ou seja, esses setores devem deixar de agir somente em emergências, negligenciando indicadores e dados históricos, aguardando para realizar ações corretivas, e passar a agir de forma ativa buscando a prevenção de falhas e melhoria no desempenho das manutenções.

Dessa forma, para alcançar os resultados desejados, é indispensável a adoção de métodos que possam garantir a continuidade dos processos. Desta forma, o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) surge como uma alternativa viável para essa tarefa. Viana (2002), o define como sendo recurso que determina atribuições para guiar as equipes de manutenção e auxiliar nos processos decisórios, bem como, atuar na definição das políticas de manutenção, definição dos fluxos de informações, modelos de solicitações e ordens de serviços, criação de planos, escolha de indicadores, entre outros.

Para Butarelli (2011), mesmo sendo considerado um sistema novo no Brasil, o PCM tem se afirmado como indispensável e sido amplamente aplicado nas empresas, auxiliando nos processos decisórios, dado a sua relevância na produtividade. Em consonância, Farah (2017) aponta que atualmente esse sistema é utilizado para gerenciamento de atividades e ativos, bem como para otimizar os recursos de produção. Para ele, o PCM com suas funções permite: controlar, planejar e coordenar as intervenções; gerir recursos; integrar os demais

setores com a manutenção por meio da padronização dos processos e da disponibilidade de informações; catalogar dados e analisá-los de modo qualitativo e quantitativo.

Dada a necessidade de um setor de manutenção estruturado e alinhado estrategicamente com os objetivos da empresa, é imprescindível que sistemas de PCM sejam adotados para direcionar as ações. No entanto, o que se pode observar na realidade das organizações, é que a maioria não possui nenhum tipo de controle ou planejamento com relação a atividades dessa natureza, optando, sem nenhum embasamento, por manutenções corretivas, elevando a indisponibilidade dos equipamentos e gerando altos custos.

Nas empresas do setor cerâmico, onde a mão-de-obra não é tão especializada e necessita fortemente de equipamentos mecânicos para a fabricação de seus produtos, o problema toma proporções ainda maiores, uma vez que o maquinário se encontra constantemente em contato com uma matéria-prima úmida, há problemas causados por oxidação e corrosão, além de desgastes causados pelo impacto, fadiga, dentre outros.

Diante desse cenário, atentando-se a conjuntura que cerca a importância da manutenção, manifesta-se a problemática presente nesta pesquisa, que busca entender como a implantação do PCM pode impactar positivamente os resultados, referentes as manutenções, em uma empresa de cerâmica vermelha, que se localiza em Tabuleiro do Norte/CE. Ademais, avaliar a influencia das atividades de manutenção na organização como um todo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O estudo tem como objetivo geral, propor a implantação das funções relativas ao PCM em uma empresa do ramo de cerâmica vermelha.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Buscar na literatura os conceitos essenciais acerca do tema;
- b) Descrever o funcionamento do processo produtivo e mapear os equipamentos da empresa estudada;
- c) Realizar um diagnóstico atual sobre a gestão da manutenção na empresa, bem como os recursos e ferramentas utilizadas;
- d) Sugerir métodos de melhoria para gestão da manutenção embasados nos

conceitos do PCM;

- e) Propor indicadores, de acordo com a necessidade da empresa, para auxiliar no controle da manutenção.

1.2 Justificativa

O sistema de gestão de manutenção, busca garantir a competitividade de mercado para a empresa através do aumento de disponibilidade e confiabilidade das máquinas, sendo essencial na busca de solução de problemas a fim de assegurar uma maior produtividade (KARDEC; NASCIF, 2009). Assim, a manutenção que era tolerada, apenas, como um mal necessário, passa a ganhar uma maior importância, pois, os custos gerados por ela, quando se tem uma organização estruturada, são bem menores que os lucros obtidos pelo aumento da produtividade, gerado por essas ações (NEPOMUCENO, 1989).

De acordo com Xenos (2014), a manutenção tem como princípio, basicamente, garantir a confiabilidade, por meio do aumento da disponibilidade dos equipamentos. Além disso, Slack, Chambers e Johnston (2009) corroboram com Soeiro, Olivio e Lucato (2017), sobre a manutenção se preocupar, também, com a segurança, meio ambiente e custos. Assim, pode-se afirmar, que através de um sistema de planejamento e controle da manutenção estruturado, a empresa reduz o tempo gasto com paradas, aumentando a produtividade e tornando-se mais eficiente (KARDEC; NASCIF, 2009).

Com isso, a manutenção que antes era vista como algo a ser tolerado, assume um papel de grande importância a nível estratégico, impactando a forma como se estrutura as organizações. Com essa tendência, a grande maioria das empresas veem buscando adotar métodos e estratégias para melhorar essa área, dentre as estratégias, uma das mais difundidas tem sido, o PCM e suas funções, isso porque sua aplicabilidade se dá para diversas áreas, além de ter uma metodologia de fácil compreensão. Tais aspectos podem ser confirmados com base em estudo feitos na literatura por diferentes autores (BUTARELLI, 2011; FARAH, 2017; GARCIA; NUNES, 2014; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017; LOTTERMANN, 2014; MORETTI; CRUS; GUIMARÃES, 2019; NUNES NETO; CASTRO; ALMEIDA, 2018; QUEIROZ, 2015; RAMOS *et al.*, 2021; SANTOS; MOURA, 2016; SILVA *et al.*, 2016; SOARES, 2019; SOUZA *et al.*, 2020) voltados a diferentes setores.

Esse pressuposto é reafirmado por Pezeshkian e Hamidi (2020) ao afirmar que a manutenção é muito importante nas indústrias de cerâmica e telhas, que tem uma produção contínua e ininterrupta, por isso a gestão de ativos físicos que inclui máquinas, equipamentos

e utilidades torna-se fundamental ao longo de todo o ciclo de vida dos equipamentos.

Assim, a cerâmica, objeto de pesquisa deste estudo, possui um processo de produção simples e já considerados arcaicos diante de outras empresas do ramo, além de não possuir em sua estrutura organizacional um setor de manutenção definido, tão pouco tem um sistema de planejamento e controle para tal. No entanto, é uma empresa consciente das necessidades de melhorias e aberta a proposta para essa finalidade.

Somando-se a esse contexto, tem-se o setor de cerâmica vermelha, que no Brasil, de acordo com o SEBRAE (2015), é composto em sua maioria por pequenas empresas, sendo mais de 9.000, esse fato, acaba por ser um obstáculo a inovações tecnológicas e organizacionais no setor. Dessa forma, pode verificar que é um segmento que necessita de melhorias e reestruturação quanto aos seus processos, a fim de diminuir as falhas e alcançar maiores espaços no mercado.

Ainda que apresente dificuldades, é válido salientar que o setor tem um grande impacto econômico. O Ceará se destaca nesse campo de atuação como um dos maiores produtores das regiões Norte e Nordeste, tendo sua economia fortemente impactada pelo setor, de modo que, um estudo realizado pelo Sindicato da Indústria e Olaria de Produtos Cerâmicos do Estado do Ceará (Sindcerâmica/CE), em 2016, revelou a existência de mais de 400 empresas ceramistas, no estado, além de gerar mais de 50 mil empregos entre diretos e indiretos.

Diante do exposto, o presente trabalho se justifica pela propensão de melhorias na cerâmica estudada e no setor, dada a sua relevância para o Estado no âmbito econômico e social. Ademais, a empresa não possui, em sua gestão, uma preocupação estratégica com a manutenção, realizando ações corretivas na maioria das vezes. Estas, por sua vez, são feitas sem padronização e sem ferramentas que possibilitem o controle e planejamento. Como impacto desses fatos, ocorrem muitas paradas dos equipamentos, reduzindo a capacidade produtiva e elevando os gastos de produção.

Assim, com a introdução de um sistema de planejamento e controle da manutenção, a empresa passa a ter maior autonomia nas ações, reduzindo as paradas, programando as ações embasadas pelo comportamento de indicadores, o que irá impactar no melhor planejamento e, conseqüentemente, gerenciamento.

Por meio da implementação das funções do PCM, é possível obter uma melhor organização quanto aos equipamentos através de cadastros e mapeamentos, além de possibilitar um arquivamento do histórico dos equipamentos através dos documentos auxiliares como ordens e solicitações de serviços (VIANA, 2002). Além disso, com a

montagem de planos de manutenções personalizados de acordo com as necessidades, a parte operacional ganha autonomia e a efetivação de procedimentos de controle pode-se identificar problemas de forma mais eficiente e possibilitar uma resposta rápida, diminuindo os custos e aumentando a disponibilidade.

Por último, a pesquisa se mostra relevante para o setor que não possuem tantos trabalhos dessa natureza, a exemplo disso, foram levantados 7 trabalhos (BRISTOT, 2012; BRISTOT *et al.*, 2012; CARDOSO MOREIRA, 2021; CUSTÓDIO, 2016; MEDEIROS *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2018; PAES *et al.*, 2014). Assim também, é notável para a engenharia de produção por trazer análises e conceitos em harmonia com a área, bem como, a ênfase na solução de problemas e melhoria contínua vistos ao longo do curso.

1.3 Estrutura do trabalho

Para alcançar os objetivos anteriormente mencionados, o presente trabalho está estruturado em sete capítulos. Dessa forma, o primeiro deles traz uma breve introdução acerca do que será abordado, os objetivos gerais e específicos, a justificativa da escolha do tema quanto a sua relevância e a estruturação do trabalho.

O capítulo dois, abrange o referencial teórico que embasa o estudo através do levantamento bibliográfico a respeito do tema. Inicialmente, são levantados conceitos, evolução e histórico da manutenção, seguido pelas formas de manutenção, planejamento e controle da manutenção, as aplicações do PCM na literatura, indicadores de desempenho e a bibliometria. Além disso, contém informações sobre o setor de cerâmica vermelha e a importância da manutenção nesse setor.

O terceiro capítulo, expõe a metodologia com a caracterização da pesquisa quanto a sua natureza, abordagens e técnicas. Além disso, apresenta as etapas e procedimentos metodológicos adotados ao longo do trabalho.

O quarto capítulo, contempla o estudo de caso, onde é realizado a caracterização da empresa, feito a descrição do processo produtivo, levantadas informações a respeito da estrutura física e observado o panorama atual da manutenção.

No quinto capítulo, é realizada a proposta de implantação do PCM em etapas. A princípio, é feita a identificação dos equipamentos e componentes, elaborado o tagging e codificação, montado o fluxo dos serviços e o organograma e criados modelos de solicitações e ordens de serviço. Ademais, nesse tópico, define-se a criticidade e os métodos de manutenção para os equipamentos, descreve as características técnicas dos equipamentos,

realiza o levantamento de sobressalentes e ferramentas, é feita a definição acerca do registro histórico, planos manutenção, roteiros e indicadores.

Por fim, o sexto capítulo conta com os resultados e as discussões sobre o modelo proposto. E o capítulo sete, traz as considerações finais e fechamento do trabalho. Afora, aponta, também, sugestões de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manutenção

2.1.1 Conceitos

Para que a produção seja viabilizada, independentemente do tipo de instalação industrial, são necessários diversos meios variando desde simples equipamentos até máquinas e sistemas complexos. No entanto, nenhum deles está livre de problemas e incidentes, como quebras e desgastes. Por isso, qualquer atividade produtiva requer alguma manutenção, para que o sistema não colapse (NEPOMUCENO, 1989).

De acordo com Viana (2002), a palavra manutenção descende do latim *manus tenere* e seu significado é manter o que se tem, ela se faz presente, historicamente, desde os tempos em que se iniciaram o manuseio de utensílios de produção. Já o termo manutenção, segundo Monchy (1989, p.3) “tem sua origem no vocabulário militar, cujo sentido era manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 5462/1994) a manutenção combina atuações da área técnica e administrativa, que estão atribuídas a fazer com que os equipamentos e maquinários realizem a função exigida. Para isso, caso o item não atenda a sua atribuição requerida, ações devem ser tomadas para mantê-lo ou realocá-lo.

Ao longo do tempo, diversos autores (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011; KARDEC; NASCIF, 2009; MONCHY, 1989; NEPOMUCENO, 1989; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017; XENOS, 2014) apontaram variações ao definir a manutenção. O Quadro 1, apresenta alguns desses conceitos em ordem temporal.

Quadro 1 – Definições do termo manutenção

Autor(es)	Definição de manutenção
Monchy (1989)	A manutenção é a medicina das máquinas. Através da analogia da medicina com a manutenção industrial e a saúde humana com o funcionamento da máquina.
Nepomuceno (1989)	A manutenção contempla atividades de reparos e consertos em períodos que variam de conformidade com equipamento, utilização, material sendo processado, etc.
Fogliatto e Ribeiro (2011)	Manutenções são realizadas com o objetivo de prevenir falhas ou de restaurar o sistema a seu estado operante, no caso de ocorrência de uma falha. O objetivo principal da manutenção é, portanto, manter e melhorar a confiabilidade e regularidade de operação do sistema produtivo.
Kardec e Nascif (2009)	Garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.
Slack, Chambers e Johnston (2009)	Manutenção é como as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas.
Xenos (2014)	Manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.
Soeiro, Olivio e Lucato (2017)	Garantir a disponibilidade (máxima ou requerida?) é a 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.

Fonte: Autor (2022).

Embora haja diversos conceitos de manutenção, é possível perceber que entre eles, existem termos comuns, como: consertar, reparar, prevenir, garantir confiabilidade e disponibilidade (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011; KARDEC; NASCIF, 2009; NEPOMUCENO, 1989; SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017).

Além disso, com o passar dos anos a quantidade de itens que requerem manutenções aumentou, bem como, os sistemas produtivos ficaram mais complexos e o enfoque sobre a manutenção, suas atribuições e responsabilidades, mudaram. Esses fatores, fizeram com que as empresas passassem a tomar consciência do papel da manutenção nos resultados operacionais, qualidade do produto, segurança, meio ambiente e até mesmo na diminuição de custos (MOUBRAY, 2000; SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017). Essa conscientização e mudanças, refletiram nas definições de manutenção, como foi possível observar.

2.1.2 Evolução e histórico

Segundo Wyrelski (1997) são percebidas, desde os primórdios das civilizações, atividades relacionadas a manter e conservar os itens de trabalho, como ferramentas e

instrumentos. No entanto, a função manutenção surge, de fato, após a invenção das máquinas a vapor, nesse contexto, as pessoas eram treinadas para operar e consertar a máquina, sendo o operador, também, o mantenedor.

No século XVI a predominância da produção artesanal chega ao fim com o surgimento dos primeiros teares mecânicos, começam a surgir novas formas de produção, juntamente com uma tendência a maiores acumulações de capitais e faz com que, mesmo sem equipes específicas para essa finalidade, ações de manutenção passassem a ser mais presente. Entretanto, a manutenção passa a ganhar espaço como uma necessidade, de fato, durante o período da Segunda Guerra Mundial, quando se desenvolveram técnicas de planejamento, organização e controle voltadas para auxiliar a tomada de decisão (VIANA, 2002).

Desse modo, a partir de 1930 a evolução da manutenção se evidencia e passa a ser dividida em gerações (KARDEC; NASCIF, 2009):

a) A primeira geração:

Compreende ao período que antecede a Segunda Guerra Mundial, o contexto industrial tinha uma produção com pouca mecanização e os equipamentos, eram em sua maioria, simples e superdimensionados, aliado a isso, a economia da época não tinha grandes preocupações com produtividade. Nesse contexto, a falha era vista como inevitável e ações de prevenção eram ignoradas, com isso, a manutenção não era sistemática, sendo feitas apenas, atividades de lubrificação, limpeza e reparo. Predominava a manutenção corretiva não planejada e as habilidades exigidas ao executante eram, basicamente, as que compreendiam a realização do reparo (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 2000).

b) A segunda Geração:

Ocorre no período de pós-guerra, entre os anos 50 e 70, onde houve aumento das pressões por demandas de produtos, ao mesmo tempo, a quantidade de mão-de-obra industrial diminuiu, o que impulsionou o aumento da mecanização. Com isso, na década de 50 houve um crescimento significativo de máquinas e também aumento da sua complexidade (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 2000).

Nessa conjuntura, as paradas na produção ocasionadas por quebra, passaram a ter um impacto mais significativo, com isso, surge a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade. Assim, as falhas passam a ser vistas como algo que pode, e deve, ser evitado, dando início às manutenções preventivas. Desse modo, nos anos 60 foram incorporadas revisões que seguiam intervalos fixos, além disso, os custos das atividades de manutenção aumentaram, o que levou ao surgimento do sistema de planejamento e controle da manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 2000).

c) A terceira geração:

Teve início nos anos 70, quando os custos causados por parada se tornaram uma preocupação ainda mais acentuada, uma vez que a produção se intensificou dado o crescimento da mecanização e automação. Além disso, as empresas da época haviam começado a usar o sistema *just in time* buscavam atender a demanda com menos estoque, assim, as falhas poderiam atrasar pedidos, além de comprometer os padrões de qualidade, podendo, também, afetar a segurança e o meio ambiente (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 2000).

Nesse cenário, surge o conceito e utilização da manutenção preditiva, pois, devido a informatização, que era crescente na época, novas técnicas de monitoramento das condições foram incrementadas, permitindo o acompanhamento e controle da manutenção. Com isso, o conceito de confiabilidade ficou ainda mais utilizado pela Engenharia de Manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 2000).

d) A quarta geração:

Ocorre entre 2000 a 2005, aqui conceitos e expectativas da terceira geração permanecem, no entanto, a disponibilidade passa a ser considerada uma das mais importantes medidas de performance e a confiabilidade um fator de busca constante. Enquanto isso, práticas de manutenção corretiva e preventiva se tornam menos usuais, dando lugar às manutenções preditivas (KARDEC; NASCIF, 2009).

Além disso, as ações da Engenharia da manutenção foram afirmadas nessa nova conjuntura das organizações e os projetos buscaram garantir uma maior disponibilidade, confiabilidade, manutenibilidade e menor custo do ciclo de vida das instalações. Nessa busca de maior qualidade para o produto final, as empresas privilegiam a interação dos setores de engenharia, manutenção e operações (KARDEC; NASCIF, 2009).

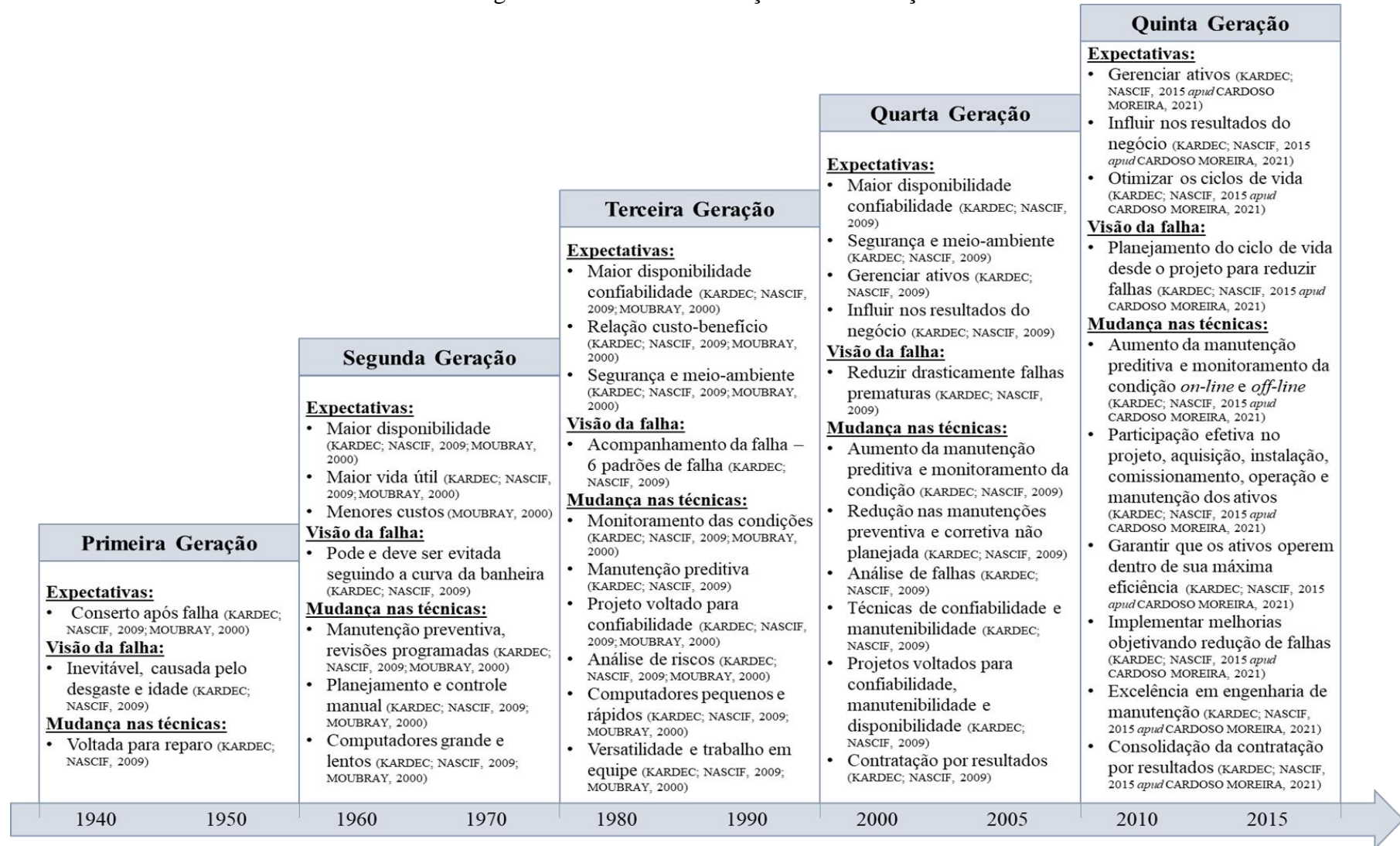
e) A quinta geração:

De acordo com Kardec e Nascif (2015 *apud* CARDOSO MOREIRA, 2021) entre 2010 e 2015, tem-se o período que abrange a quinta geração, algumas das expectativas e práticas da quarta geração são mantidas, porém com um maior foco no gerenciamento dos ativos e na otimização do ciclo de vida. Ademais, a máxima eficiência é o principal objetivo, e para isso, além do aumento da manutenção preditiva *on-line* e *off-line*, a engenharia da manutenção intensifica suas ações, visando a melhoria constante na redução do número de falhas, passa a ter participação efetiva no projeto, aquisição, instalação, comissionamento, operação e manutenção.

Por fim, a Figura 1 mostra uma síntese do histórico e evolução da manutenção

numa linha temporal, mostrando os principais pontos em cada uma das gerações apontadas na literatura. Dessa maneira, foco das informações estão nas expectativas sobre o que motivaram cada geração, a visão sobre falha e as mudanças com relação às técnicas adotadas.

Figura 1 – Histórico e evolução da manutenção



Fonte: Autor (2022).

2.2 Formas de manutenção

Os tipos de manutenção são as maneiras de como serão encaminhadas as ações e intervenções de manutenção nos ativos e itens de produção, nesse sentido, autores sugerem várias formas de manutenção possíveis de serem empregadas (VIANA, 2002). O Quadro 2 mostra os tipos de manutenção apontados por alguns autores ao longo do tempo.

Quadro 2 – Formas de manutenção

Autor(es)	Tipos de manutenção
Monchy (1989)	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção corretiva: Isolada como método ou como “complemento residual” da manutenção preventiva. • Manutenções preventivas: Manutenção preventiva, manutenção sistemática (ou programada), manutenção de ronda (ou de supervisão/rotina) e manutenção de condição (ou preditiva). • Outras atividades do serviço “manutenção”: Trabalhos de melhoria e modernização, renovações e reconstruções, os estudos e os novos projetos e os trabalhos de conservação das instalações.
Viana (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção corretiva; • Manutenção preventiva; • Manutenção preditiva; • Manutenção autônoma (TPM).
Kardec e Nascif (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção corretiva planejada; • Manutenção corretiva não-planejada; • Manutenção preventiva; • Manutenção preditiva; • Manutenção detectiva; • Engenharia de manutenção.
Slack, Chambers e Johnston (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção corretiva; • Manutenção preventiva; • Manutenção preditiva.
Xenos (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção corretiva; • Manutenção preventiva; • Manutenção preditiva; • Melhoria dos equipamentos; • Prevenção de manutenção; • Manutenção produtiva.

Fonte: Autor (2022).

Diante disso podemos perceber que em Monchy (1989) os termos ainda não eram bem agrupados e definidos. Já os demais autores, têm as técnicas mais bem delimitadas, embora haja pequenas variações entre os tipos, tem em comum alguns métodos básicos, como:

manutenções corretivas, preventivas e preditivas.

Para este estudo, serão aprofundadas as formas de manutenção apontadas por Kardec e Nascif (2009), por trazer a sintetização dos tópicos de forma objetiva e abrangente, ademais de maneira complementar, o método citado por Viana (2002) sobre manutenção autônoma. Dessa forma o trabalho irá abordar: manutenção corretiva (incluindo a planejada e não planejada), manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva, engenharia de manutenção e manutenção autônoma (*Total Productive Maintenance* - TPM).

2.2.1 Manutenção corretiva

De modo simplificado Slack, Chambers e Johnston (2009) e Xenos (2014) apontam que a manutenção corretiva é realizada depois que a falha ocorre. Já a definição apresentada por Kardec e Nascif (2009, p. 38), diz que “manutenção corretiva é a atuação para a correção de falha ou desempenho menor do que o esperado”, assim, essa definição busca complementar e abranger todas as atividades desse tipo de manutenção.

Um equipamento ou item de produção, irá se submeter a uma ação de manutenção corretiva, após o acontecimento de uma pane, e terá como objetivo recolocar esse item, novamente, em condições de executar a função requerida (ABNT NBR 5462, 1994). Assim, de acordo com Kardec e Nascif (2009) a manutenção corretiva se divide em duas classes: manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

Também conhecida como manutenção emergencial, a manutenção corretiva não planejada corrige falhas de forma aleatória. Dessa forma, o serviço não teve tempo de ser preparado, pois, a equipe de manutenção só toma conhecimento do fato após já ocorrido (KARDEC; NASCIF, 2009).

Para Xenos (2014), se olhar pela ótica dos custos de manutenção, prevenir as falhas nos equipamentos é mais caro que a manutenção corretiva. No entanto, Kardec e Nascif (2009), afirmam que a manutenção corretiva não planejada acarreta em altos custos, isso porque, a quebra não premeditada eleva os custos indiretos de manutenção, além de gerar produtos não conformes e perda na produção.

Por outro lado, a manutenção corretiva planejada ocorre por decisão gerencial, assim, será realizada após a uma perda de desempenho do equipamento ou da sua falha. Essa decisão, parte da alta gerência e normalmente é precedida da manutenção preditiva, quando os parâmetros observados não estão atendendo as especificações (KARDEC; NASCIF, 2009).

Para diminuir os impactos na produção ocasionados pela parada, alguns recursos

são necessários, como: ferramental, peças de reposição, mão-de-obra e em alguns casos, ter em estoque componentes montados para a substituição rápida. Ademais, é importante buscar identificar o motivo das falhas para deter reincidências (XENOS, 2014).

2.2.2 Manutenção preventiva

Segundo Viana (2002), a manutenção preventiva é todo serviço de manutenção que se realiza em equipamentos que estão em condições operacionais satisfatórias, ou seja, que não apresenta falha e nem perda de qualidade. Desse modo, Xenos (2014) declara que esse método deve ser a principal atividade de manutenção de qualquer empresa, além disso, para ele as ações preventivas são o coração das demais manutenções.

De modo geral, a manutenção preventiva busca descartar ou reduzir a probabilidade de falhas ou redução do rendimento, seguindo um plano previamente elaborado com intervalos de tempos fixos e periódicos (KARDEC; NASCIF, 2009; VIANA, 2002). Além disso, nesse método existem algumas atividades sistemáticas, como: limpeza, reformas e substituição de peças, lubrificação e inspeções (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; XENOS, 2014).

Se comparada com a manutenção corretiva, no que diz respeito aos custos de manutenção, a manutenção preventiva apresenta um maior custo, pois se utiliza de intervalos fixos, assim as trocas e reformas de equipamentos e componentes são realizados antes de atingirem o total da vida útil. Por outro lado, os custos de parada na produção são reduzidos, pois a disponibilidade dos equipamentos aumenta e a frequência com que ocorrem as falhas diminuem (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017; XENOS, 2014).

Dessa maneira, Yang *et. al.* (2019) declara que a manutenção preventiva diminui, de forma eficaz, os custos operacionais. Além disso, proporciona benefícios mútuos para a empresa através do plano preventivo elaborado para manter as atividades produtivas em pleno funcionamento, isso contribui também para diminuir os custos com falhas nas atividades de manufatura.

2.2.3 Manutenção preditiva

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção preditiva requer um monitoramento dos parâmetros de condição ou desempenho e deve ser acionada quando houver alteração dessas características. Desse modo, quando é preciso realizar alguma ação de

correção, é efetuada uma manutenção corretiva planejada.

O objetivo das práticas preditivas é prevenir falhas, ao mesmo tempo em que permite que o equipamento opere continuamente pelo maior tempo possível (KARDEC; NASCIF, 2009). Assim, de acordo com Nepomuceno (1989), a implementação da manutenção preditiva requer uma organização rígida para que as análises e inspeções periódicas, em quase todos os equipamentos, sejam coordenadas de maneira eficiente.

Nessa conjuntura, Xenos (2014) declara que a manutenção preditiva é parte dos elementos da manutenção preventiva, pois suas tarefas, que tem o intuito de inspecionar os equipamentos, devem ser englobadas dentro do planejamento preventivo. Além disso, segundo Soeiro, Olivio e Lucato (2017), devido ao custo de implementação, a manutenção preditiva deve ser utilizada quando o valor do reparo for elevado ou a falha impactar significativamente na segurança, na produção e no meio-ambiente.

De acordo com Nepomuceno (1989), a manutenção preditiva requer investimento inicial relativamente alto, pois é necessário realizar medições e analisar diversos parâmetros e assim adquirir instrumentos para tal feito, o que leva os gestores, muitas vezes, a considerar mais vantajoso aplicar esse capital em equipamentos para a produção. No entanto, há estudos que mostram que a adoção das práticas preditivas traz resultados operacionais equivalentes a aquisições voltadas para a produção.

2.2.4 Manutenção detectiva

Conforme Kardec e Nascif (2009), a manutenção detectiva, só passou a ser mencionada na década de 90, ela é corresponde às atividades exercidas em sistemas de proteção, comando e controle, objetivando encontrar falhas ocultas, ou seja, que imperceptíveis para os responsáveis pela manutenção e produção. Assim, quando se deseja verificar, por exemplo, se um sistema de segurança está funcionando, utiliza-se a manutenção detectiva.

De acordo com Bristot (2012), a manutenção detectiva assim como a preditiva, acarreta em uma parada programada, de modo que, ao detectar a falha, a reparação é programada. Além disso, ele afirma que definir as periodicidades de inspeções é uma grande dificuldade desse método, pois tratam-se de falhas ocultas em equipamentos de forma aleatória, ou seja, o tempo médio entre as falhas é desconhecido. Assim, para diminuir a ocorrência de falhas entre os intervalos, deve-se realizar as verificações iniciais com maior frequência.

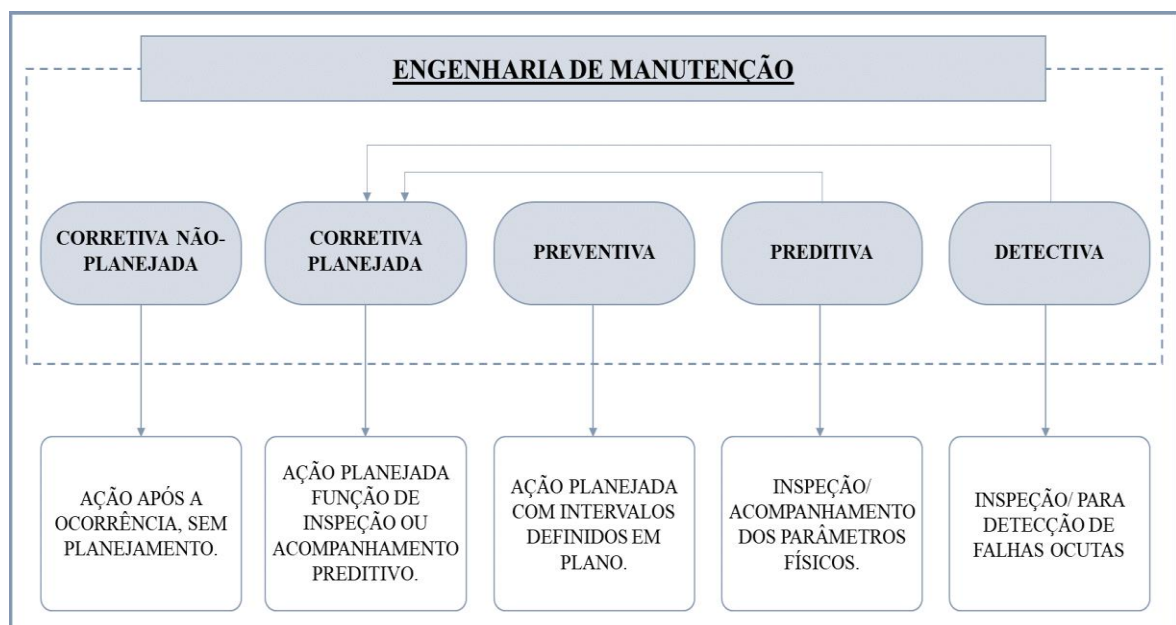
2.2.5 Engenharia de manutenção

A engenharia de manutenção é uma prática que expressa uma mudança cultural, ela é o suporte que se dedica a implantar melhorias e consolidar a rotina. Desse modo, suas atribuições são: aumentar a confiabilidade e disponibilidade; melhorar a manutenibilidade; aumentar a segurança; eliminar problemas crônicos; melhorar a capacitação do pessoal; solucionar problemas tecnológicos; principiar novos projetos; gerir materiais e sobressalentes; dar suporte a execução; acompanhar indicadores; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção e de inspeção (KARDEC; NASCIF, 2009).

Para Kardec e Nascif (2009, p. 50), “engenharia de manutenção significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. Isso sugere, que esse método está em constante melhoria, adaptando-se às novas metodologias e aplicações à medida que vão surgindo no mercado.

Desse modo, é possível perceber que além da prevenção das falhas, a engenharia de manutenção busca aplicar uma combinação dos métodos de manutenção, de forma a reduzir ao máximo as paradas na produção. Assim, a Figura 2 mostra como se dá, esquematicamente, a posição da engenharia da manutenção diante dos demais métodos.

Figura 2 – Tipos de manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009).

2.2.6 Manutenção autônoma

A abordagem da manutenção autônoma, como um tipo de manutenção, não é muito aceita por muitos profissionais e autores da área, sendo abordada somente como um dos pilares do *Total Productive Maintenance* (TPM). No entanto, para Viana (2002) ao existir um planejamento e programação para a realização das atividades por parte dos funcionários, caracteriza essa ação como tipo de manutenção, pois tem influência direta nas políticas de manutenção da empresa.

Para Xenos (2014) a manutenção autônoma corresponde a uma prática onde os operadores são envolvidos nas atividades de manutenção dos equipamentos, principalmente nas ações de inspeções, limpeza e lubrificação. Além disso, a implementação dessa estratégia influencia numa maior observação, por parte dos operadores, quanto a alterações na temperatura, vibrações, ruídos e odores, proporcionando uma detecção prévia da falha.

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) corresponde a soma de todas atividades voltadas para preparar, programar e verificar após o término das ações de manutenção o cumprimento do que foi preestabelecido e determinar medidas para corrigir equívocos a fim de alcançar os objetivos da empresa (CARVALHO *et al.*, 2009). Assim, o PCM é responsável por repassar informações para a gestão e coordenar as unidades de apoio, ou seja, ele atua como o órgão central de manutenção (DE OLIVEIRA, 2014).

A implantação do PCM nas unidades fabris se mostra como algo de fundamental importância, por proporcionar a distribuição das atividades de manutenção mais eficiente, melhorando a dinâmica operacional e reduzindo os gastos com falhas e reparos (DE OLIVEIRA, 2014). Além disso, Teles (2019) afirma que as estratégias que decorrem do PCM, são capazes elevar a manutenção, a um setor estratégico dentro das organizações.

Segundo De Oliveira (2014), o PCM também atua com um fator de integração em uma empresa, pois incentiva a participação de qualquer funcionário, frente a identificação e notificação de alguma anomalia em seu posto de trabalho. Com isso, a cultura organizacional é fortalecida, de modo que as ações de manutenção se tornam presentes para os operadores, que através de uma solicitação de serviço reportam um problema e podem receber *feedbacks* técnicos sobre a falha e acompanhar as providencias adotadas para a solução.

De acordo com Soeiro, Olivio e Lucato (2017), a função do PCM é administrar a

manutenção para que as necessidades produtivas sejam asseguradas. Dessa forma, pode-se encontrar o PCM sendo aplicado nos mais diversos tipos de empresas e negócios, por isso, segundo Kardec e Nascif (2009), a estrutura e subordinação da manutenção irá variar em virtude dos diversos tipos de atividade produtiva, das características dos produtos ou serviços e do porte da empresa.

Viana (2002), aponta que o planejamento e controle da manutenção é primordial para a saúde de uma organização. Pois segundo ele, a manutenção industrial cuida diretamente da parte interna da companhia, enquanto o PCM atua na organização e melhoria, sendo sua eficiência parte fundamental para que os produtos cheguem ao consumidor com qualidade e preço competitivo.

Para Teles (2019), os objetivos do PCM podem ser resumidos em “promover, participar e garantir a elevação da CONFIABILIDADE e DISPONIBILIDADE dos ativos, otimizando todos os recursos da manutenção”. Além disso, ele elenca como responsabilidades do núcleo de planejamento e controle, as seguintes atribuições:

- a) Definir indicadores e metas para as atividades referentes a manutenções;
- b) Elaborar e controlar procedimentos padrões de trabalho para a manutenção;
- c) Detalhar planos de ação para alcançar as metas;
- d) Gerir planos de manutenção preventiva, preditiva, de inspeção e lubrificação;
- e) Incorporar tecnologias novas para auxiliar inspeções e manutenções preditivas;
- f) Representar a manutenção na interface com a engenharia de novos projetos;
- g) Conduzir programas sistemáticos de capacitação para os funcionários de setor de manutenção;
- h) Monitorar a documentação técnica da manutenção;
- i) Coordenar as análises de falhas;
- j) Assumir os projetos de manutenibilidade da manutenção;
- k) Administrar negociações com serviços de terceiros;
- l) Gerenciar e controlar os custos de manutenção.

De Oliveira (2014), acrescenta que o PCM está presente em atividades como: elaboração de estratégias de manutenção; otimização de recursos de manutenção; documentação dos procedimentos de manutenção; realimentação de informações; desenvolvimento de sistemas de apoio; aplicação de métodos e técnicas da engenharia de manutenção; definição da programação de manutenção de acordo com o menor impacto na produção; elaboração de relatórios. No entanto, conforme a autora, as principais ações do

PCM estão voltadas para atender notificações sobre falhas identificadas no chão de fábrica.

Por fim, é possível verificar que a estruturação de um PCM é uma tarefa complexa que envolve muitas etapas, por isso, é importante seguir uma metodologia bem definida para implementação desse sistema. Dessa forma, Viana (2002) subdivide as tarefas necessárias para implantação do PCM em quatro tópicos principais, que são: organização da manutenção; cadastros necessários; planos de manutenção; programação e execução das manutenções.

2.3.1 Organização da manutenção

A organização da manutenção é uma etapa muito importante para implantação de um sistema de planejamento e controle da manutenção, ela permite um direcionamento para as demais etapas, facilitando o trabalho da equipa mantenedora. De acordo com Hünemeyer (2017), a organização se inicia, com a descrição dos setores, departamentos e linhas de produção da empresa, bem como a criação e definição de tagueamento e codificação dos equipamentos. Além disso, para ele é também nessa fase, que deve ser analisadas as execuções de manutenções, os métodos usados e o fluxo de informação entre produção e manutenção.

Desse modo, Butarelli (2011) aponta essa etapa de forma sistêmica, onde as entradas correspondem ao conhecimento sobre o processo produtivo, equipamentos e maquinários da empresa, seguindo para as atividades desenvolvidas que irão englobar a separação e codificação dos equipamentos, organização do setor e preparação da equipe. Por fim, a etapa de organização deve apresentar como saídas o setor bem organizado, os ativos codificados e a equipe definida e conscientizada.

Em síntese, pode-se definir as principais atividades de organização da manutenção como: tagueamento e codificação de equipamentos; definição dos fluxos de serviços de manutenção; solicitação de serviço (SS) e ordem de serviço (OS).

2.3.1.1 Tagueamento e codificação de equipamentos

Para Viana (2002), a base da organização da manutenção é o tagueamento, pois ele funciona de forma análoga aos endereços residenciais, ou seja, ele tem o objetivo de orientar a localização dos equipamentos e processos, atuando como um mapeamento da unidade produtiva. Desse modo, essa prática vem se tornando cada vez mais necessária, não

só na organização da manutenção, mas também para ter maior controle dos setores.

A codificação de equipamentos, busca individualizá-lo e torná-lo rastreável através de um padrão de registro, deve ser anexada ao ativo e acompanhá-lo durante toda a sua utilização para garantir a fidelidade dos dados. Assim, irá facilitar o acompanhamento da vida útil do equipamento, as intervenções, custos e o histórico tanto de manutenções como de utilização (SOUZA *et al.*, 2020).

De acordo com Gasnier *et al.* (2007 *apud* HÜNEMEYER, 2017), existem alguns critérios básicos, que o padrão de codificação deve seguir, como:

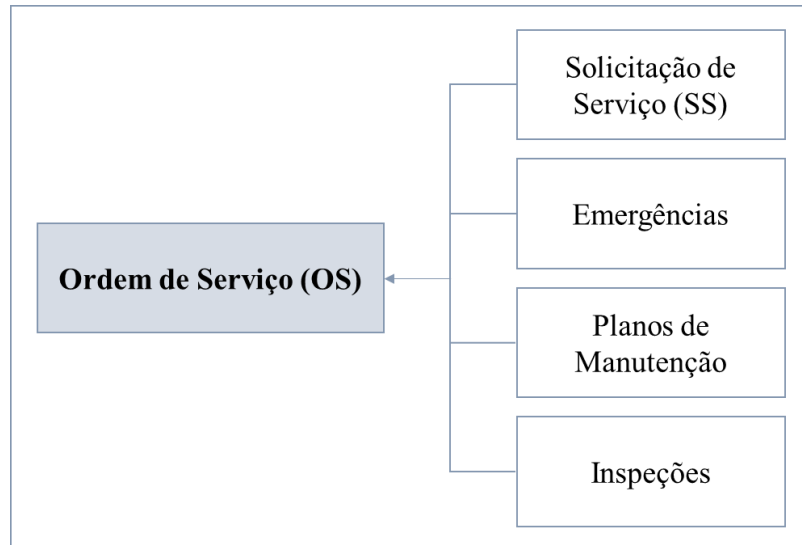
- a) Unicidade – cada item deve possuir um código distinto;
- b) Simplicidade – evitar utilização de caracteres em excesso;
- c) Formato padrão – apresentar estruturação seguindo um padrão lógico;
- d) Classificável – deve ser capaz de agrupar ativos com natureza semelhante;
- e) Expansivo – capaz de acompanhar o crescimento da empresa;
- f) Operacional – utilização prática e robusta;
- g) Versátil – podendo ser utilizado em variadas aplicações.

Nesse contexto, o tagueamento e codificação são essenciais para um controle eficaz, organizado e de fácil manuseio. Além disso, a agilidade e objetividade são essenciais no tratamento de dados, assim as informações devem se apresentar de forma sistemática, racional e de fácil compreensão (BUTARELLI, 2011).

2.3.1.2 Definição dos fluxos dos serviços de manutenção

Segundo Viana (2002), estabelecer como os serviços de manutenção serão informados e processados é fundamental, o fluxo definido deve seguir regras e assim tornar as requisições padronizadas e organizadas. Dessa forma, a Figura 3 mostra um modelo de como as ordens de serviço (OS) podem ser geradas.

Figura 3 – Fluxo das fontes dos serviços de manutenção



Fonte: Adaptado de Viana (2002).

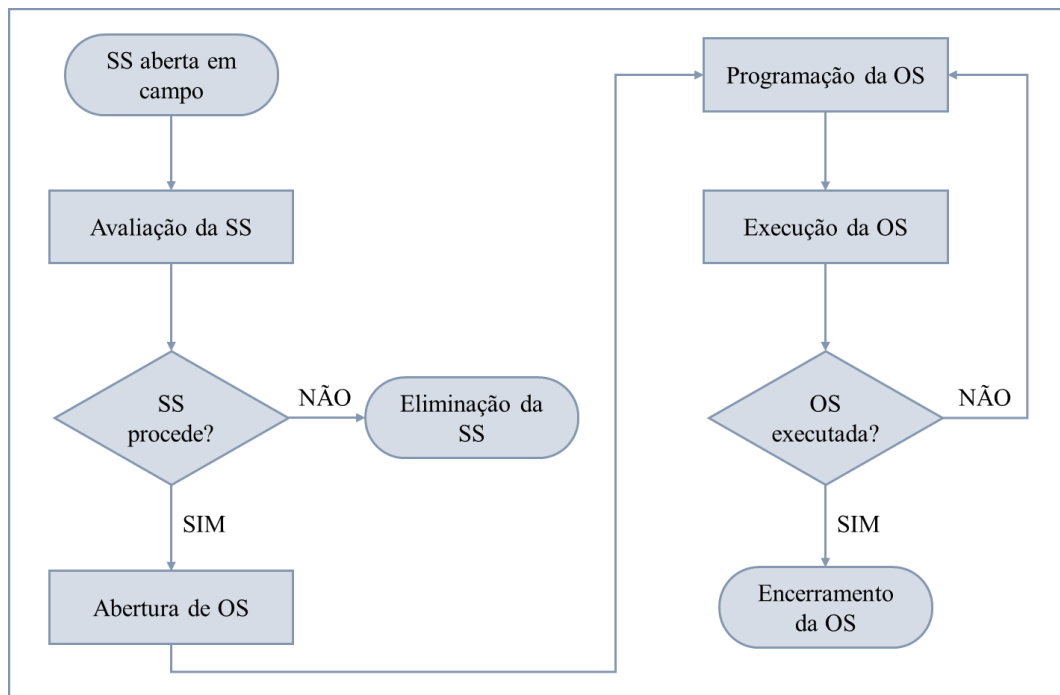
Conforme a figura, as ordens de serviço (OS) podem ser geradas através quatro fontes, são elas: solicitações de serviços (SS) que os próprios operadores desenvolvem observando o equipamento ou percebendo falhas; emergência onde o equipamento parou de funcionar; a partir dos planos de manutenção; desconformidade percebida durante as inspeções.

2.3.1.3 Solicitação e Ordem de Serviço (SS e OS)

De acordo com Kardec e Nascif (2009), as solicitações de serviço é a entrada que irá proporcionar o processamento dos serviços diários, assim, todas as tarefas devem ser requeridas através desses documentos. Isso proporciona uma maior organização do setor de manutenção e melhor direcionamento dos recursos.

Uma solicitação de serviço será acarretada de observações de falhas nos ativos, através do próprio operador durante a utilização do equipamento ou das inspeções visuais programadas (VIANA, 2002). Desse modo, se trata de um documento que pode ser aberto por funcionários de qualquer nível operacional, com isso, Kardec e Nascif (2009), ressaltam a importância de validar a SS antes de incluí-la no sistema, devendo realizar questionamentos, como se a solicitação procede e qual a sua priorização. A Figura 4 mostra como deve ser feita a validação de uma SS.

Figura 4 – Fluxograma da Solicitação de Serviço (SS)



Fonte: Adaptado de Viana (2002).

As Solicitações de serviço devem conter, no mínimo, informações básicas como: tag do equipamento; data de abertura; especialidade da falha; efeito constatado pela falha; requisitante. Além disso, deve conter também, informações sobre o seu recebimento, como: data de recebimento; assinatura do responsável; status; e número de identificação (VIANA, 2002).

No que diz respeito a ordem de serviço (OS), Carvalho *et al.*, (2009) a descreve como sendo uma instrução que irá definir a atividade que será executada pela manutenção, ela será encaminhada através de um documento escrito que pode ser em papel ou eletrônico. Ademais, de acordo com os mesmos autores, a OS é que irá autorizar as ações de manutenção, servindo de base para os serviços, organizando-os e registrando-os.

Conforme Viana (2002), o formato mais básico da OS deve conter um cabeçalho, a descrição das tarefas e o histórico. O cabeçalho deve conter: um número de identificação; tag; equipamento; tipo de manutenção; responsáveis; data de manutenção; custo. Já a descrição das tarefas deve conter: o que de fato será executado; fonte da OS; as especialidades que irão trabalhar na OS; tempo previsto; equipamentos de proteção coletivos e individuais (EPCs e EPIs). Por fim, no histórico deve constar: causa da falha; sintoma de identificação; intervenção; descrição do que foi realizado; horas gastas para a execução; materiais utilizados.

2.3.2 Cadastros necessários

Responsável por lidar com uma grande quantidade de informações, o PCM necessita de informações específicas sobre as máquinas e equipamentos, além de ter acesso ao histórico de falha, os planos de manutenções, as solicitações e ordens de serviço, além de várias outras atividades executadas no dia a dia. Nesse contexto, o PCM deve ter um controle cadastral em um banco de dados, onde possa acessar com eficiência e agilidade essas informações (BUTARELLI, 2011).

Para Hünemeyer (2017), essa fase compreende a identificação e armazenamento das características técnicas dos equipamentos e sua criticidade, históricos de manutenção, manuais, catálogos, desenhos técnicos, fotos, vídeos e os dados da equipe de manutenção com as respectivas funções dos seus integrantes. No entanto, para empresas de pequeno porte, que possuem uma equipe de manutenção pequena, pode-se definir que os dados e cadastros necessários, correspondem basicamente a: características técnicas dos ativos, bem como os manuais, catálogos etc.; definição de criticidade; registro dos históricos.

2.3.2.1 Características técnicas de equipamentos e anexos

Os equipamentos, para um bom planejamento, devem possuir um arquivo documental com suas características técnicas, construindo um acervo para realizar consultas de forma rápida e prática sempre que necessário. Assim, para fazer essa documentação, utiliza-se como base as folhas de especificações (FE), com modelos previamente definidos para atender aos diversos grupos de máquinas que a empresa possua, esses grupos são definidos pelas similaridades entre as função e operacionalização dos equipamentos (VIANA, 2002).

Embora a FE possa ser utilizada de várias formas, de acordo com Viana (2002), para uma boa utilização dessa ferramenta ela deve conter algumas informações básicas, como:

- a) Cabeçalho - contendo código/tag, grupo do equipamento; número de registro da FE, descrição, aplicação, fabricante e modelo;
- b) Dados técnicos constando as características de operação – pressão e temperatura de operação, faixas de controle etc.;
- c) Materiais de construção – deve possuir os itens e os materiais que são constituídos;
- d) Dimensões – peso, largura, comprimento, espessura e desenho;

e) Sobressalentes – lista dos componentes, referência do fabricante etc.

Além das folhas de especificações, a maioria dos equipamentos, comumente, já possuem uma documentação, que podem ser chamadas de anexos, sobre seus parâmetros e demais informações, como manuais, catálogos, desenhos técnicos, fotos, vídeos, entre outros. Dessa forma, para uma boa organização e utilização desses materiais e anexos se faz necessário a realização de cadastros e criação de um padrão de codificação.

Segundo Viana (2002), o acervo técnico-bibliográfico deve estar associado ao PCM, por questões práticas e eficientes. Além disso, ele deve ser gerenciado por um arquivo técnico, onde os padrões para a elaboração desses documentos serão de obrigação das empresas projetistas, fornecedores e consultores dos equipamentos.

2.3.2.2 Definição da criticidade dos equipamentos

Conforme Soares (2019), seria preferível que durante o andamento das manutenções, todas as OS fossem atendidas de forma imediata, no entanto, isso não seria viável uma vez que os recursos, tanto pessoal como financeiros, são limitados. Ademais, é necessário que o PCM caminhe junto a produção e busque realizar as manutenções em momentos oportunos, para que a disponibilidade dos maquinários não seja prejudicada.

Para definir essa ordenação das OS, Viana (2002) propõe uma matriz de prioridade que envolve o nível de urgência do serviço e a criticidade do equipamento. A análise decisória contará com graus críticos X, Y e Z, considerando para essa classificação aspectos voltados para meios-ambiente, segurança do trabalho, operacionalidade do processo e qualidade do produto. O Quadro 3 indica o que deve ser considerado em cada critério e as respectivas pontuações.

Quadro 3 – Critérios da classificação de criticidade

		Não	Parcial	Total
Segurança no Trabalho e Meio Ambiente	A falha do equipamento afeta a integridade física do homem?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta o meio ambiente externo?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta o meio ambiente interno?	0	1	3
	Pontuação1 (P1) =			
Qualidade	A falha do equipamento afeta a imagem da empresa junto ao cliente?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta a qualidade do produto acabado?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta a qualidade do produto durante o processo?	0	1	3
	Pontuação2 (P2) =			
Operacionalidade de	O equipamento é exigido 24 horas por dia?	0	1	2
	O equipamento possui stand-by?	0	1	2
	A falha do equipamento provoca interrupção no processo produtivo?	0	1	12
	Pontuação3 (P3) =			
PONTUAÇÃO FINAL (PF) = $\frac{P1 + P2 + P3}{3}$				

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

De acordo com as pontuações mostradas na figura, os três grupos – meio-ambiente e segurança no trabalho, qualidade e operacionalidade – somarão os valores que correspondem às suas questões e ao final deve-se fazer uma média, que trará a pontuação final (PF). Assim, conforme Viana (2002), as criticidades devem seguir seguintes critérios:

- a) X – Criticidade alta, caso $PF > 4,0$;
- b) Y – Criticidade média, caso $2,0 \leq PF < 4,0$;
- c) Z – Criticidade baixa, caso $0 < PF < 2,0$.

Por fim, para definir a priorização das OS, deve-se analisar a classificação dos serviços, que pode ser muito urgente, urgente e não urgente, essa definição deve ser realizada pela equipe de PCM. Uma vez conhecida a criticidade de cada equipamento são atribuídos valores para cada OS, de modo que a priorização deve ser feita com base nos menores valores (VIANA, 2002). Assim, a Figura 5 representa a matriz de prioridade que relaciona criticidade do equipamento e classificação da OS.

Figura 5 – Matriz de prioridade das OS

Classificação do Equipamento	Classificação do Serviço		
	Muito Urgente	Urgente	Não Urgente
X	100	200	300
Y	400	500	600
Z	700	800	900

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

2.3.2.3 Registro do histórico de serviços de manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2009), o principal objetivo de registrar os serviços de manutenção, é apropriação sobre o processo, ou seja, ter o controle de informações como: os recursos utilizados, bem como, a quantidade de homem/hora gasto e o status final da OS se foi ou não encerrada; os materiais que foram utilizados na execução; os gastos com serviços terceirizados.

Conforme Viana (2002) e Butarelli (2011), as informações sobre os serviços de manutenção já realizados são de grande importância para o PCM e conseqüentemente para a empresa, pois com a estruturação de um banco de dados pode-se fazer pesquisas considerando variáveis como: equipamento, componente, tag, data, sintoma da falha, causa etc. Assim, pode-se tomar decisões de forma ágil e baseada em fatos mensuráveis, além de, ter conhecimento de toda a trajetória dos equipamentos.

2.3.3 Planos de manutenção

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), as abordagens de manutenção são diferentes de acordo com as circunstâncias, de modo que, em uma única máquina adote-se uma combinação de métodos de manutenção, alguns componentes podem ser trocados após a falha por ser mais conveniente enquanto outros já é mais viável fazer acompanhamentos

periódicos. Corroborando deste pensamento, Xenos (2014) afirma que se deve basear a escolha dos métodos de acordo com a criticidade dos equipamentos, dessa forma, a combinação mais adequada de manutenções implicará num melhor resultado dos serviços, assim para cada caso deve ser analisado o que será mais eficiente e econômico.

Dessa maneira Ramos *et al.*, (2021), apontam que os planos de manutenção são a base que orienta as atividades de manutenção, pois nele irá constar o detalhamento do que deve ser executado e os recursos. Além disso, ressalta, que são nos planos de manutenção que serão definidos os responsáveis e quando serão realizadas as atividades, desse modo, esse planejamento pode impactar na produtividade da empresa, por influenciar diretamente no tempo de inatividade das máquinas, por esse motivo deve ser elaborado cuidando e eficácia para que alcance um maior controle sobre a vida útil dos equipamentos.

Viana (2002), propõe a divisão dos planos de manutenção, com objetivo de tornar mais eficiente a detecção de falhas, antecipar, quando necessário, as intervenções programadas e garantir os recursos para a execução das OS. Assim, para ele, os planos devem ter cinco categorias: plano de inspeções visuais; roteiro de lubrificação; monitoramento das características dos equipamentos (plano preditivo); manutenção de troca de itens de desgaste (plano corretivo); plano de intervenção preventiva.

2.3.3.1 Plano de inspeções visuais

As inspeções visuais, são consideradas as atividades mais básicas do setor de manutenção, pois busca detectar possíveis anormalidades através dos sentidos do mantenedor, na observação de algumas características dos equipamentos como ruído, vibração, temperatura, condições de conservação etc. (VIANA, 2002). Embora seja uma tarefa relativamente simples, é de grande importância para as empresas, pois tem um baixíssimo custo e, desde que aplicado da maneira correta, pode ser uma ferramenta muito eficaz.

Viana (2002), ressalta que esses planos devem ser executados periodicamente, e pode ser realizado até mesmo por um operador, mas é importante que haja constância, pois somente assim será possível perceber as pequenas alterações das variáveis. Dessa forma, as rotas de inspeção que auxiliam nesse processo, devem conter um mapeamento listado dos equipamentos e as características que devem ser examinadas, no caso de alguma anormalidade deve ser efetuada uma SS.

De Souza e De Almeida Filho (2020), em seu trabalho acerca de política de manutenção e inspeções em pistas aeroportuárias, afirmam que as inspeções quando

realizadas em intervalos ótimos e devidamente predeterminados, possibilitam a observação de defeitos ocultos que levam a falha. Assim, podem ser tomadas ações para evitar que a quebra de fato ocorra, pois segundo os autores, o tempo de atraso entre a detecção do defeito e a ocorrência da falha, gera uma oportunidade de correção.

2.3.3.2 Roteiros de lubrificação

A lubrificação é uma atividade preventiva que tem como objetivo principal conservar elementos mecânicos, uma vez que a provoca a redução de atrito, diminuindo os desgastes dos componentes e as elevações de temperatura. As plantas produtivas, comumente possuem diversos componentes mecânicos como mancais, engrenagens, cilindros, polias, superfícies planas deslizantes etc. (VIANA, 2002).

Os roteiros de lubrificação, segundo Viana (2002), devem organizar as informações para que facilite os mantenedores na hora da execução da tarefa, assim, nele deve compreender dados, como: identificação dos componentes; especificação do lugar de aplicação; tipo de lubrificante e as respectivas quantidades; método de aplicação. Além disso, as necessidades de lubrificação podem ser identificadas durante a utilização dos equipamentos e/ou durante as inspeções visuais, assim sendo, devem ser solicitadas ao PCM.

2.3.3.3 Plano preventivo

De acordo com Viana (2002), os planos preventivos consistem na geração de OS periodicamente e de forma automática, com a finalidade de garantir que tarefas importantes de conservação da máquina não passem despercebidas ou sejam esquecidas. Além disso, para ele, a base para elaboração desses planos compreende a realização de um estudo sobre os equipamentos para conhecer possíveis pontos de falhas futuras que possam ser evitados com ações preventivas. À medida que os planos forem sendo executados, é interessante realizar revisões, buscando sempre melhorar o desempenho das manutenções e conseqüentemente da empresa.

A fim de ter um maior controle sobre o gerenciamento das OS fornecidas a partir dos planos preventivos, Viana (2002) propõe informar balizadores, tais como: o título do plano de manutenção; grupo de máquina; periodicidade; tipo de dia (dias úteis ou corridos); data da ativação; equipe de manutenção; responsável (planejador); material que será consumido; especialidades; EPI's; ferramentas; equipamentos de apoio.

2.3.3.4 Monitoramento das características dos equipamentos (plano preditivo)

Os planos preditivos devem seguir o mesmo princípio dos planos preventivos, pois os requisitos estabelecidos não diferem. Desse modo, a diferença entre eles está no conteúdo, uma vez que o objetivo agora é o monitoramento das características dos equipamentos e não diretamente às intervenções. De maneira específica, os planos vão conter o detalhamento das tarefas que devem ser executadas por cada técnica preditiva listada (VIANA, 2002).

De acordo com De Pater e Mitici (2021), em seu trabalho sobre manutenção preditiva com prognóstico de vida útil restante em manutenção de aeronaves, o planejamento preditivo se utiliza-se, frequentemente, de políticas de manutenção baseadas em limites, ou seja, quando uma certa característica monitorada ultrapassa um certo limite, uma ação de manutenção deve ser planejada e programada. Dessa forma, de acordo com os autores, um dos maiores desafios da manutenção preditiva é obter o prognóstico de vida útil restante, que precede o limite preestabelecido.

2.3.3.5 Manutenção de troca de itens de desgaste (plano corretivo)

Em muitas máquinas são utilizados itens de sacrifício, que tem o objetivo de garantir o bom funcionamento dos demais componentes, normalmente sua recuperação não é viável do ponto de vista econômico, sendo a melhor opção a substituição. Alguns exemplos desses itens são: gaxetas, correias de transmissão, escovas de motor, lonas de embreagem, etc. (VIANA, 2002).

Nguyen, Do e Grall (2014), defende, em seu estudo sobre manutenção baseada em condições para sistemas multicomponentes, que a depender do nível de criticidade dos componentes e as restrições acerca de suporte logístico, as ações de manutenção corretiva podem ser realizadas por oportunidades. Isso significa, que um componente não crítico e que não gera efeito cascata, pode esperar uma oportunidade de manutenção para ser reparado ou substituído.

De acordo com Viana (2002), o plano corretivo deve conter as informações referentes a: listagem dos itens e sua localização; definição da periodicidade das trocas, que deve ser determinada a partir da vida útil dos equipamentos. Por fim, as ordens de serviços originadas desses planos são simples contendo apenas as informações relativas à substituição, não havendo necessidade de avaliação dos componentes.

2.3.4 Programação da execução das manutenções

Essa fase de programação da execução das manutenções, é onde o PCM irá determinar a carteira de serviços, bem como a avaliação da demanda, material necessário e organização das prioridades (HÜNEMEYER, 2017).

A carteira de serviço, corresponde aos serviços que estão aguardando para serem executados, ou seja, correspondem a todas as SS, que como mencionado, podem ter origens dos planos preventivos e preditivos, setor produtivo, emergência ou plano corretivo e inspeções. Dessa maneira, a carteira é de fundamental importância para o PCM conseguir realizar o planejamento, assim, serviços que não estiverem formalizados, ou seja, na carteira, não serão planejados e conseqüentemente deixarão de ser executados (VIANA, 2002).

Com a organização da carteira, o PCM vai avaliar a prioridade de acordo com a criticidade do equipamento e o grau de urgência do serviço, em seguida averiguar a necessidade, ou não, de algum trabalho terceirizado, e assim, selecionar os responsáveis pela execução de acordo com uma previsão de duração daquela tarefa. Além disso, deve-se verificar os materiais necessários, caso seja preciso requer a compra e separar as demais ferramentas, para otimizar o tempo de parada para a realização da OS.

2.4 Aplicações do PCM na literatura

A estruturação do PCM é uma etapa muito importante para a boa gestão da manutenção e a produtividade das empresas, porém é um processo que exige tempo e um envolvimento de todos os colaboradores.

No que tange a área acadêmica, é possível encontrar trabalhos na literatura relacionados ao PCM e a sua implantação. Dessa forma, o Quadro 4 mostra alguns estudos dos últimos dez anos - retirados de repositórios, anais, congressos, entre outros - que tratam sobre esse tema aplicados a diversos tipos de setores e quais as ações/etapas utilizadas.

Quadro 4 – Aplicações do PCM na literatura

Autor(es)	Empresa/Setor	Ações/Etapas de implantação PCM
(BUTARELLI, 2011)	Fábrica de Rações	<ul style="list-style-type: none"> • Reforma, organização e adequação do setor – utilização do programa 5S; • Sistema de gestão informatizado; • Separação dos setores, identificação e codificação dos equipamentos; • Construção de fluxogramas; • Lista técnica de cadastro dos equipamentos; • Ordem de serviço manual (OS); • Criação de planos preventivos – planos de inspeção de rota e planos de lubrificação; • Lista de sobressalentes, peças de reposição e estoque mínimo; • Programação dos serviços; • Histórico dos equipamentos; • Indicadores de desempenho; • Treinamento contínuo da equipe.
(GARCIA; NUNES, 2014)	Centro de Usinagem Vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Análise da situação atual; • Organização do setor de manutenção e listagem de ferramentas necessárias; • Cadastro de equipamentos - ficha de controle de equipamento; • Plano de manutenção preventiva – plano de inspeções e plano lubrificação; • Banco de dados; • Indicadores de desempenho; • Treinamento de manutenções.
(LOTTERMANN, 2014)	Máquinas de Usinagem de Laboratório	<ul style="list-style-type: none"> • Análise dos equipamentos e da sua utilização - curva da banheira; • Definição de planos de manutenção; • Manutenção autônoma; • Manutenções de rotina; • Treinamento e aplicação do 5S; • Checklist de registro de manutenção preventiva; • Croquis visuais de manutenção.
(QUEIROZ, 2015)	Ramo Alimentício – Fábrica de tampas metálicas para garrafas de refrigerante	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação, suporte e treinamento em um software (SAP - software); • Cadastro e arquivo da documentação técnica dos equipamentos; • Criação de planos de manutenção preventiva e preditiva; • Criação de planos de manutenção autônoma; • Definição de indicadores de desempenho; • Treinamento da equipe de manutenção.
(SANTOS; MOURA, 2016)	Indústria de Tratamento de Esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação do 5S; • Levantamento de informações técnicas; • Tagueamento e codificação dos equipamentos; • Criação das rotas de inspeção; • Planos de manutenção preventiva e preditiva – planos de lubrificação e pintura, termografia e análise de vibrações; • Solicitação de Serviço (SS) e Ordem de Serviço (OS); • Implantação de um software de gestão de manutenção.
(SILVA <i>et al.</i> , 2016)	Ramo Alimentício – Fábrica de tempero misto com cominho	<ul style="list-style-type: none"> • Tagueamento; • Ordens de Serviço (OS); • Plano de inspeções visuais; • Manutenção corretiva - autônoma e caso necessário abrir uma OS; • Manutenções preventivas; • Estoque de peças.
(HÜNEMEYER, 2017)	Fábrica de Produtos de Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos métodos de manutenção para cada máquina -análise de criticidade; • Tagueamento e codificação de ativos; • Fluxograma de serviço; • Solicitação de Serviço (SS) e Ordem de Serviço (OS); • Planos de manutenção; • Programação da execução das manutenções; • Análise de indicadores; • Kaizen; • Manutenção autônoma.
(FARAH, 2017)	Indústria de Produtos Químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do 5S; • Levantamento dos ativos; • Codificação e mapeamento dos ativos; • Procedimentos padrões; • Fluxograma de atividades do PCM; • Levantamento dos índices; • Criação do software; • Criação de OS e treinamento para utilização; • Análise dos dados.
(NUNES NETO; CASTRO;	Empresa Ramo de Ótica	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de manutenção corretivo; • Plano de manutenção preventivo;

ALMEIDA, 2018)		<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento de indicadores.
(SOARES, 2019)	Oficina Mecânica de Uma Entidade Filantrópica	<ul style="list-style-type: none"> • Análise atual dos equipamentos; • Cadastro dos equipamentos - folha de verificação; • Tagueamento; • Definições de papéis e responsabilidades; • Registro de orçamentos e contratos; • Carteira de serviço - Solicitação de Serviço (SS) e Ordens de Manutenção (OM); • Matriz de prioridade; • Criação de banco de dados com histórico de manutenções.
(MORETTI; CRUS; GUIMARÃES, 2019)	Empresa de Confeção de Bonés	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de ação 5W1H para implantar o PCM; • Codificação e tagueamento; • Ficha técnica; • Ordem de Manutenção (OM); • Treinamento de operadores - manutenção autônoma.
(GOIS SENA, 2020)	Empresa de Locação de Máquinas de Construção	<ul style="list-style-type: none"> • Tagueamento; • Checklists para inspeção; • Ordem de Serviço (OS); • Plano de manutenção preventiva; • Plano de lubrificação; • Banco de dados.
(SOUZA <i>et al.</i> , 2020)	Panificadora	<ul style="list-style-type: none"> • Tagueamento; • Cadastros necessários: características técnicas dos equipamentos - folha de verificação; • Classificação da criticidade; • Classificação dos métodos de manutenção com base nos critérios e parâmetros; de cada equipamento; • Definição do fluxo de serviço; • Plano de lubrificação; • Solicitação de Serviço (SS) e Ordem de Manutenção (OM); • Plano de manutenção preventiva usando o PDCA.
(RAMOS <i>et al.</i> , 2021)	Empresa de Serviço de Instalação de Linhas de Transmissão e Subestações de Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Proposição de uma nova estrutura organizacional; • Relatório de inspeção de equipamento (RIE); • Plano de manutenção preventiva; • Análise ferrográfica de óleo; • Relatório de máquinas paradas; • Histórico de intervenções; • Relatório de análise de falha; • Plano de ação 5W2H.

Fonte: Autor (2022).

De acordo com o quadro acima é possível perceber que muitas das etapas citadas nos tópicos anteriores foram de fato executadas na elaboração do PCM de diversas empresas em setores distintos, as variações dos métodos ocorrem devido às individualidades de cada negócio e da proposta de cada estudo. Além disso, é notório a utilização de algumas etapas citadas por Viana (2002) nas aplicações indicadas nos trabalhos.

Alguns estudo seguiram metodologia semelhante à de Viana (2002), que detalhamos durante esse tópico, e assim tiveram atividades relacionadas a organização da manutenção cadastros e aos planos de manutenção (BUTARELLI, 2011; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017; SANTOS; MOURA, 2016; SOUZA *et al.*, 2020). Já os outros estudos, devido às necessidades de as empresas serem diferentes, aplicaram algumas ações semelhantes, mas não tiveram todas as etapas. Além disso, algumas outras ferramentas estão presentes no quadro como completo a implantação do PCM, como: 5S do modelo japonês (BUTARELLI, 2011; FARAH, 2017; LOTTERMANN, 2014; SANTOS; MOURA, 2016);

análise da curva da banheira (LOTTERMANN, 2014); plano de ação 5w2h (RAMOS *et al.*, 2021) ou 5w1h (MORETTI; CRUS; GUIMARÃES, 2019); PDCA (SOUZA *et al.*, 2020).

Em síntese, essas aplicações mostram a diversidade com que o PCM pode ser implementado, bem como as variações das ações e ferramentas. Além disso, esses trabalhos evidenciam não só a importância prática como também a sua relevância acadêmica, servindo como fontes de replicação para empresas semelhantes e para criação de novas metodologias de estruturação do PCM.

2.5 Indicadores de desempenho para manutenção

A medição é uma das principais ferramentas que auxiliam no entendimento de como as coisas funcionam e como deve-se trabalhar com elas de forma eficaz. Dessa forma, no ambiente desafiador que as empresas se encontram, a medição da manutenção é muito valiosa, pois proporciona informações úteis para o controle dos processos de manutenção (RAZA; MUHAMMAD; MAJID, 2016).

De acordo com Soeiro, Olivio e Lucato (2017), os indicadores, tanto os específicos voltados para os departamentos como os gerais da empresa, mostram os resultados das ações desenvolvidas através das metodologias aplicadas e do desempenho dos profissionais. Assim, os indicadores auxiliam no controle da manutenção, uma vez que irão indicar se os processos já atingiram os resultados esperados, caso os resultados não sejam positivos a empresa pode investigar a causa e traçar planos de ação para alcançar a meta.

Segundo Viana (2002), aspectos importantes da planta industrial devem estar representados pelos índices de manutenção. Devido os processos diferirem de empresa para empresa, o PCM deve avaliar quais os indicadores mais indicados para cada caso, pois levantar e consolidar os dados exige recursos e devem ser empreendidos em casos onde haverá agregação de valor e gerar um bom acompanhamento dos processos.

Existem indicadores que são amplamente utilizados em parte dos países do ocidente, assim, eles são chamados de Índices de Classe Mundial, são eles: *Mean Time Between Failures* (MTBF); *Mean Time To Repair* (MTTR); Tempo Médio Para Reparo (TMPR); disponibilidade física maquinaria; custo de manutenção por faturamento; custo de manutenção por valor de reposição. Além desses, outros há outros índices que podem compor o controle do PCM, como: *backlog*; retrabalho; índice de corretivas; índice de preventivas; alocação de homem/hora (HH) em ordem de manutenção (OM); treinamento da manutenção; taxa de frequência de acidentes; taxa de gravidade de acidentes (VIANA, 2002). O Quadro 5

mostra os indicadores de manutenção, bem como sua formulação e as características que monitoram.

Quadro 5 – Indicadores de manutenção

	Indicador	Fórmula	Características monitoradas
Índices De Classe Mundial	MTBF	$MTBF = \frac{\text{Horas Disponíveis do Equipamento}}{\text{Número de intervenções}}$	Comportamento do maquinário diante das ações de manutenção. MTBF crescente, é bom, implica diminuição de ações corretivas.
	MTTR	$MTTR = \frac{\text{Horas Indisponíveis (Manutenção)}}{\text{Número de intervenções corretivas}}$	Andamento das manutenções. MTTR decrescente, é bom, implica que as ações estão causando menos impacto na produção.
	TMPF	$MTTR = \frac{\text{Horas Disponíveis do Equipamento}}{\text{Nº de falhas (comp. não reparáveis)}}$	Componentes que não sofrem reparos e são substituídos após a falha, logo possuem MTTR = 0.
	Disponibilidade Física (DF)	$DF = \frac{\text{Horas Trabalhadas}}{\text{Horas Totais no Período}} \times 100\%$	Percentual de dedicação para a operação de um equipamento, em relação às horas totais no período.
	Custo de Manutenção por Faturamento (CMF)	$CMF = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Faturamento Bruto}} \times 100\%$	Comportamento dos gastos totais empreendidos em manutenção em relação ao faturamento da empresa.
	Custo de Manutenção por Valor de Reposição (CPMV)	$CMF = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Valor de compra do equip.}} \times 100\%$	Percentual do custo total de manutenção de um determinado equipamento em relação a seu valor de compra.
Índices que podem compor o PCM	Backlog	$Backlog = \frac{\sum HH \text{ em carteira}}{\sum HH \text{ em instalado}}$	Tempo que será gasto pela equipe de manutenção para concluir todos os serviços pendentes.
	Índice de Retrabalho (IR)	$IR = \frac{\sum HH \text{ em OS reaberta}}{\sum HH \text{ total no período}} \times 100\%$	Percentual de horas trabalhadas em ordens de manutenção reabertas, em relação ao total geral trabalhado no período.
	Índice de Corretiva (IC)	$IC = \frac{\sum \text{Horas de manut. corretiva}}{\sum \text{Horas de manut.}} \times 100\%$	Ação, planejamento e programação. Percentual das horas de manutenção que foram dedicadas em corretiva.
	Índice de Preventiva (IP)	$IP = \frac{\sum \text{Horas de manut. preventiva}}{\sum \text{Horas de manut.}} \times 100\%$	Ação, planejamento e programação. Oposto ao IC, quanto maior o valor de IP mais eficiente o PCM.
	Alocação de HH em OM	$\%HH \text{ em OM} = \frac{\sum HH \text{ em OM}}{\sum HH \text{ instalado (mês)}} \times 100\%$	Ociosidade ou sobrecarregamento das equipes. Percentual de horas da manutenção oficializadas burocraticamente no PCM.
	Treinamento na Manutenção (TM)	$TM = \frac{\sum HH \text{ em treinamento}}{\sum HH \text{ instalado no período}} \times 100\%$	Repercussão dos treinamentos na melhoria dos índices.
	Taxa de Frequência de Acidentes (TFA)	$TFA = \frac{\text{Número de Acidentes}}{HH \text{ trabalhados}} \times 10^6$	Mensura a eficiência das ações em busca de um ambiente seguro para o trabalho.
	Taxa de Gravidade de Acidente (TGA)	$TGA = \frac{\text{Total de HH perdido}}{HH \text{ trabalhados}} \times 10^6$	Total de homens horas perdido decorrente de acidente de trabalho, por milhão de HH trabalhado.

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

Na literatura, encontram-se diversos trabalhos da área de planejamento e controle da manutenção, entre outras, que se utilizam dos indicadores de desempenho, para tomar uma maior propriedade do controle da manutenção e se apropriar dos resultados obtidos. O Quadro 6 retrata os indicadores utilizados em alguns trabalhos voltados para a utilização e implantação do PCM.

Quadro 6 – Aplicações dos indicadores na literatura

Autor(es)	Indicador(es)
(BUTARELLI, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Ordens de serviço (Total de OS, %OS corretivas e %OS preventivas); • Horas apontadas setorial; • Parada de equipamento; • Comparativo de parada de equipamento; • Cumprimento da programação de final de semana; • Cumprimento de planos preventivos; • Indisponibilidade por manutenção; • Custo total da manutenção; • Cumprimento do orçamento; • Hora extra.
(GARCIA; NUNES, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade; • MTBF; • MTTR; • <i>Backlog</i>.
(QUEIROZ, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • MTBF; • Custo de manutenção por faturamento; • Taxa de falhas; • Taxa de utilização.
(SILVA <i>et al.</i> , 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de corretiva; • Eficiência execução de preventiva; • <i>Backlog</i>; • Apropriação de horas; • Inspeção de rotas; • Inspeção de vazamentos; • Monitoramento de vazamentos; • Custo de manutenção.
(HÜNEMEYER, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Backlog</i>; • MTBF; • MTTR; • Disponibilidade; • Indicadores financeiros.
(FARAH, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • MTBF; • MTTR; • Custo de manutenção; • Tempo planejado preventiva; • Volume por tipo de manutenção.
(NUNES NETO; CASTRO; ALMEIDA, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • MTBF; • MTTR; • Disponibilidade.
(SOUZA <i>et al.</i> , 2020)	<ul style="list-style-type: none"> • MTBF; • MTTR; • Disponibilidade.
(DE SOUZA; DE ALMEIDA FILHO, 2020;	<ul style="list-style-type: none"> • MTBF.

NGUYEN; DO; GRALL, 2014)	
-----------------------------	--

Fonte: Autor (2022).

Diante do exposto, verifica-se que para algumas aplicações as empresas constroem indicadores próprios que vão se adequar a sua realidade (BUTARELLI, 2011; FARAH, 2017; SILVA *et al.*, 2016). Já no que diz respeito aos chamados Índices de Classe Mundial, os mais utilizados são MTBF, MTTR, disponibilidade e custos de manutenção (FARAH, 2017; GARCIA; NUNES, 2014; HÜNEMEYER, 2017; NUNES NETO; CASTRO; ALMEIDA, 2018; QUEIROZ, 2015; SILVA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2020).

Por outro lado, os estudos de De Souza e De Almeida Filho (2020) e Nguyen, Do e Grall (2014) se utilizam do indicador MTBF para a formulação de modelos matemáticos, a fim de melhorar o planejamento da manutenção. Assim, no primeiro estudo, o MTBF compõe uma modelagem de *Delay Time Modeling* (DTM), já no segundo, é utilizado para encontrar o coeficiente de similaridade na filosofia *Group Technology* (GT) para melhorar as manutenções preventivas.

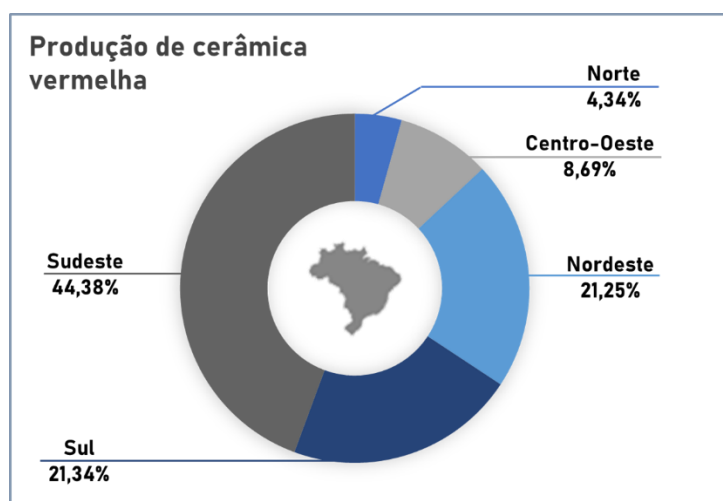
2.6 Setor de cerâmica vermelha

De acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM, 2021), no Brasil a grande quantidade de matéria-prima natural, juntamente com tecnologias práticas presentes nos equipamentos e a grande disponibilidade de fontes de energia alternativa. Fizeram com que o setor cerâmico evoluísse de forma rápida e grande parte dos produtos atingissem qualidade mundial.

Dentre a variedade de produtos cerâmicos está o setor de cerâmica vermelha que segundo o SEBRAE (2015), possui esse nome por causa da composição da argila que contém compostos ferrosos e atribuem essa coloração avermelhada. Esse setor, abrange materiais comumente usados na construção civil como: telhas, blocos, tijolos maciços, elementos de lajes, tubos de saneamento, elementos vazados e argila expandida.

A ABRACERAM, aponta que a maior concentração de indústrias do setor cerâmico está no Sudeste e no Sul, isso se dá devido a maior densidade demográfica, maior distribuição de renda, facilidade de matéria-prima entre outros. No entanto, nos últimos anos houve um crescimento da demanda por materiais cerâmicos para a construção civil no Nordeste e acarretou na implantação de fábricas cerâmicas. Desse modo, Gráfico 1 mostra o percentual de produção de cerâmica vermelha por região.

Gráfico 1 – Produção nacional de cerâmica vermelha por região



Fonte: Adaptado de SEBRAE (2015).

Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica – ANICER (2014) o setor de cerâmica vermelha, é formado por aproximadamente 6900 empresas, que faturam anualmente cerca de R\$18 bilhões. Esse segmento, constitui 4,8% da indústria de construção civil, além de gerar uma alta empregabilidade, proporcionando 400 mil postos de trabalhos diretos e 1,25 milhões indiretos.

De acordo com um estudo do Sindicato da Indústria e Olaria de Produtos Cerâmicos do Estado do Ceará (Sindcerâmica/CE) em parceria com o Instituto Euvaldo Lodi - Núcleo do Ceará (IEL/CE) apoiado pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), o Ceará conta com 412 empresas ceramistas e cerca de 90,5% delas são instaladas nas zonas rurais das cidades. Ainda de acordo com essa pesquisa, o setor de cerâmica vermelha gera no estado 12 mil empregos diretos e 40 mil indiretos.

2.7 A manutenção e sua importância em cerâmicas vermelha

A busca por melhoria nos processos produtivos é uma prática crescente nas mais diversas empresas, pois a competitividade do mercado é cada vez mais acentuada. Visto isso, as ações de manutenção voltadas para evitar ao máximo falhas e paradas no processo, ganharam grande relevância e torna-se fundamental para a sobrevivência das organizações.

Corroborando com esse pensamento, Kardec e Nascif (2009) apontam que a manutenção deve ser um agente proativo, pois esses novos desafios como a globalização, competitividade e maior velocidade de mudanças, não permitem mais improvisos. Desse

modo, elementos como: trabalho em equipe, competência, flexibilidade, criatividade, velocidade e cultura de mudança são, segundo os autores, características básicas das organizações competitivas.

De acordo com Cardoso Moreira (2021) a gestão da manutenção é necessária em empresas tradicionais, tanto quanto nos outros setores industriais. Assim, a manutenção na indústria cerâmica é indispensável a fim de melhorar seus processos e garantir a qualidade ao produto final.

A chegada de equipamentos tecnológicos que garantem uma maior produtividade fez com que se elevassem, de forma muito significativa, os custos de inatividade e subatividade, o que acarretou em um aumento de exigência por disponibilidade (VIANA, 2002). Desse modo, pode-se inferir que a gestão da manutenção é presente de maneira mais enfática, em processos mais automatizados, para garantir o funcionamento contínuo e diminuição dos custos.

Na literatura, há diversos trabalhos envolvendo a temática manutenção, assim de modo a ter informações mais direcionadas sobre o setor estudado, buscou-se trabalhos desse tipo atrelados às práticas em indústrias cerâmicas. Nestes, é possível atestar a importância e contribuição da manutenção nas cerâmicas, por meio dos resultados operacionais. Desse modo, o Quadro 7 reúne alguns desses trabalhos e busca sintetizar algumas informações quanto aos principais métodos/procedimentos utilizados e os benefícios obtidos.

Quadro 7 – Contribuição da manutenção em empresas de cerâmicas vermelhas

Autor(es)	Métodos/Procedimentos	Benefícios
(BRISTOT <i>et al.</i> , 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de questionários sobre os tipos de manutenção; • Avaliação dos equipamentos/ linha de produção; • Listagem de equipamentos para monitoramento; • Adoção do acompanhamento preditivo (manutenção preditiva). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a disponibilidade dos equipamentos; • Redução de custos (diretos e indiretos) de manutenção; • Aumento de tempo produtivo pela redução de paradas de manutenção; • Criação de banco de dados.
(BRISTOT, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento sobre os tipos de manutenção utilizados em empresas semelhantes; • Cadastro dos equipamentos; • Elaboração de documentos para auxiliar as manutenções (ordens de serviços, ordens de compra etc.); • Adoção de uma estratégia de gestão de manutenção (envolvendo a manutenção preditiva e corretiva). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da disponibilidade; • Aumento do volume de produção; • Redução do custo total de manutenção sobre o faturamento; • Disponibilidade de informações sobre as manutenções (banco de dados); • Maior qualidade da execução das manutenções e redução das horas extras; • Otimização das inspeções.
(PAES <i>et al.</i> , 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de entrevistas e aplicação de questionários com proprietários ou gerentes; • Acompanhamento do processo produtivo; • Comparação entre 8 empresas semelhantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação do problema comum entre as empresas, em um determinado equipamento; • Construção e sintetização de informações sobre o equipamento; • Estratégia para minimizar os impactos gerados; • Maximização da manutenção preventiva para evitar falhas e desgastes no material.
(MEDEIROS <i>et al.</i> , 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento do processo produtivo; • Listagem e descrição dos equipamentos; • Elaboração de documentos (ordens de serviço, registro de paradas etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização e organização dos procedimentos; • Auxilia na redução de custos; • Proporciona aumento da capacidade produtiva; • Proporciona maior disponibilidade.
(CUSTÓDIO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de questionários e realização de entrevistas para verificar os tipos de manutenção utilizados; • Observação dos processos das empresas; • Comparação de 4 empresas; • Utilização de indicador de ociosidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da produtividade e competitividade; • Diminuição dos custos; • Padronização dos procedimentos operacionais; • Aumento da vida útil de equipamentos e instalações; • Aumento da confiabilidade.
(OLIVEIRA, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento do processo produtivo; • Realização de entrevistas; • Levantamento das paradas de manutenção; • Diagrama de Pareto; • Aplicação do FMEA; • Utilização das premissas do MCC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da produtividade; • Redução do número de paradas não programadas; • Redução dos custos de manutenção; • Aumento da disponibilidade;
(CARDOSO MOREIRA, 2021)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de questionário e realização de entrevistas; • Acompanhamento do processo produtivo; • Levantamento dos maquinários, 	<ul style="list-style-type: none"> • Otimizar o processo produtivo; • Padronização da manutenção e produção; • Resposta rápida; • Redução dos custos;

	equipamentos e tipos de manutenção; <ul style="list-style-type: none"> • Classificação ABC; • Plano de manutenção (codificação, ordens de serviço, grau de criticidade, organograma etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de um banco de dados.
--	--	---

Fonte: Autor (2022).

Ao analisar o quadro é possível perceber que os estudos presentes na literatura, possuem divergência quanto aos métodos aplicados. De modo que, o estudo Paes *et al.* (2014) e Custódio (2016) apresentam comparações entre empresas cerâmicas, entretendo o primeiro está focado em um equipamento e o segundo aborda a empresa como um todo, além de utilizarem métodos de observação e técnicas diferentes. Por outro lado, os demais estudos (BRISTOT, 2012; BRISTOT *et al.*, 2012; CARDOSO MOREIRA, 2021; MEDEIROS *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2018) propõem estratégias de gestão de manutenção, mas seguindo metodologias e análises distintas.

Além disso, pode-se observar que os benefícios encontrados tendem a convergir no que diz respeito à produtividade das organizações de maneira direta ou indireta. Assim, os principais benefícios citados são a redução de custos e o aumento da disponibilidade que implica em uma maior produtividade (BRISTOT, 2012; BRISTOT *et al.*, 2012; CARDOSO MOREIRA, 2021; CUSTÓDIO, 2016; MEDEIROS *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2018). Por se tratar de um estudo de um equipamento específico, Paes *et al.* (2014) traz benefícios mais individuais, mas indiretamente também proporciona diminuição dos custos e maior disponibilidade.

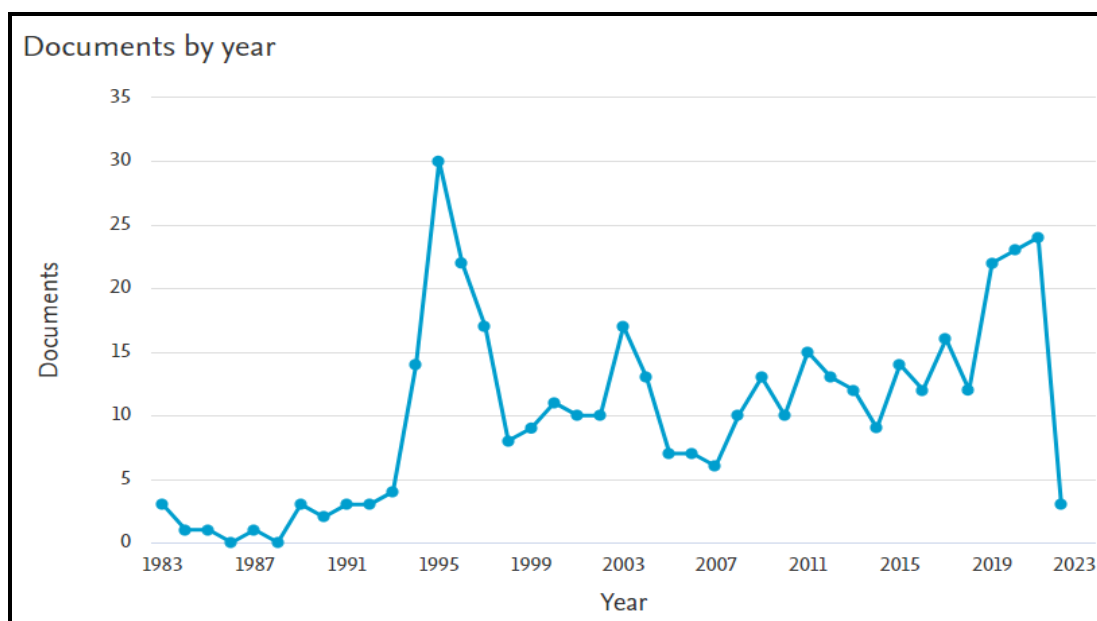
2.8 Bibliometria

2.8.1 Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção

Para a análise bibliométrica realizada neste estudo, foram utilizados inicialmente dois construtos: gestão da manutenção; Planejamento e Controle da Manutenção. A gestão da manutenção compreende a um conjunto de métodos que o setor responsável pela manutenção de uma empresa se utiliza para atingir seus objetivos. Dessa forma, o Planejamento e Controle da Manutenção corresponde a um dos métodos utilizados pela gestão da manutenção, pois com ele são especificadas as ações que norteiam definições de planos, programação e políticas de manutenção, além do acompanhamento para garantir o alinhamento do que foi idealizado.

Diante disso, foi utilizado o banco de dados *Scopus*, para confirmar a relação entre os construtos no cenário acadêmico. A Figura 6, retrata o os documentos encontrados ao logo dos anos.

Figura 6 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, documentos por ano

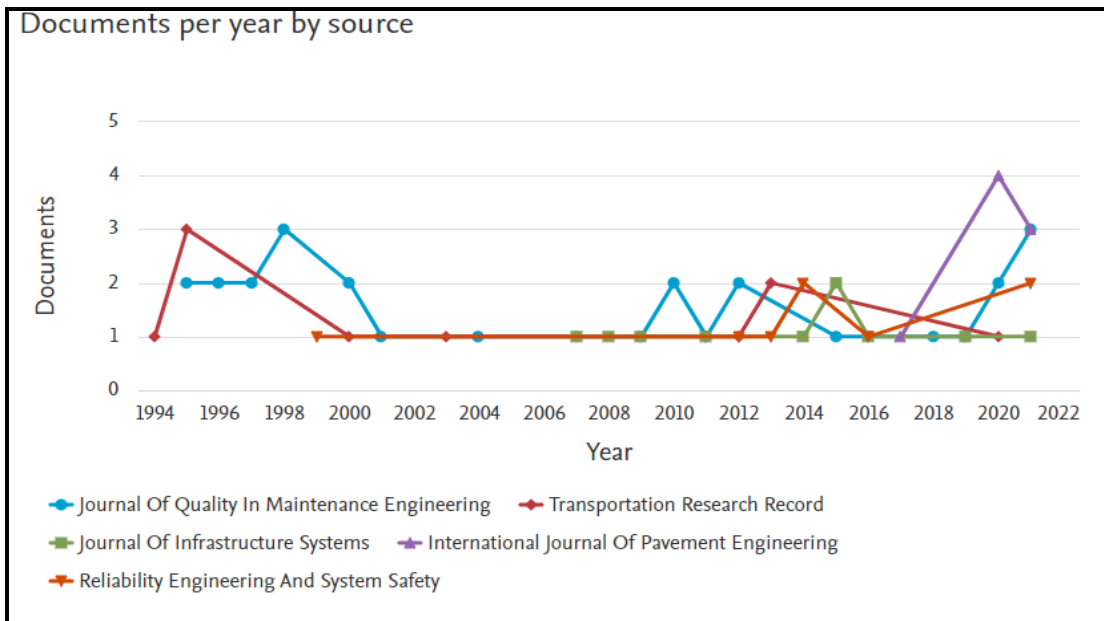


Fonte: *Scopus* (2022).

Com base no gráfico mostrado na figura acima, pode-se identificar que os estudos que relacionam esses construtos começaram a surgir em 1983, no entanto, o maior pico de publicações registrado, ocorreu com mais de 10 anos, sendo 30 documentos no ano de 1995. Ademais, em 1998 houve uma grande queda, reduzindo significativamente o número de documentos, seguido por um longo período de oscilação, onde voltou a apresentar crescimento mais recentemente, a partir de 2019.

Dando sequência as análises, a Figura 7, mostra um gráfico que retrata os documentos por fontes de publicações ao longo dos anos.

Figura 7 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, documentos por fonte e por ano

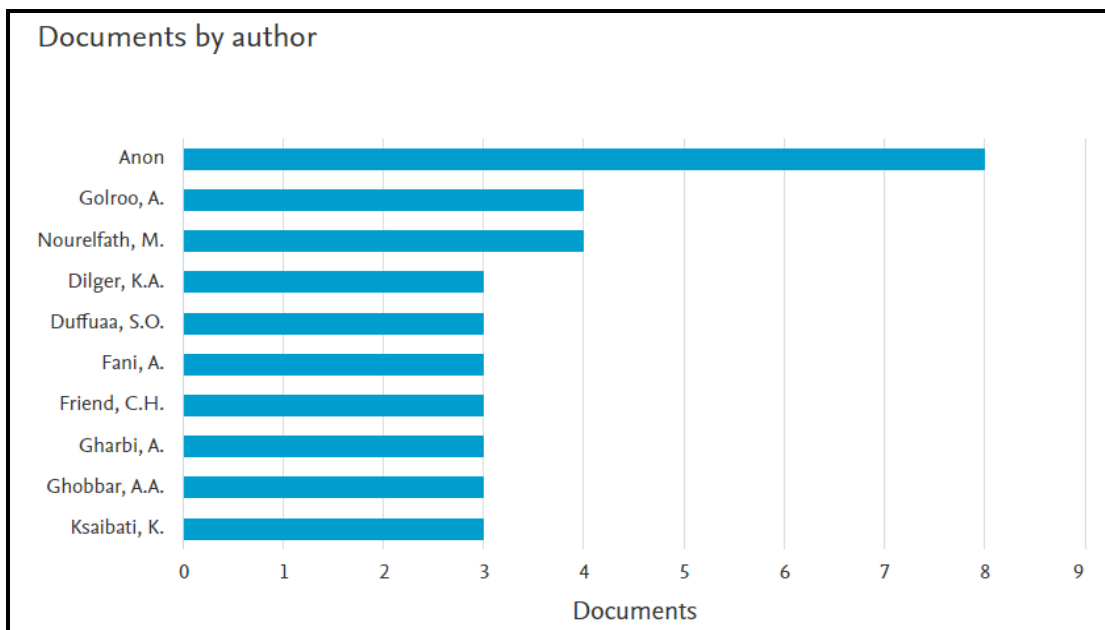


Fonte: Scopus (2022).

De acordo com o exposto no gráfico acima, a primeira fonte a publicar um trabalho relacionando os construtos, gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, foi *Transportation Research Record*. Contudo, quem apresenta o maior número de publicações ao longo dos anos é o *Journal Of Quality In Maintenance Engineering*. Já em um mesmo ano o maior número de trabalhos é do *International Journal Of Pavement Engineering*, com 4 publicações em 2019.

Outra análise que foi realizada, é com relação aos autores que mais publicaram acerca dos temas. A Figura 8, aponta a relação de autores com o número de trabalhos publicados.

Figura 8 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, autores por número de publicações

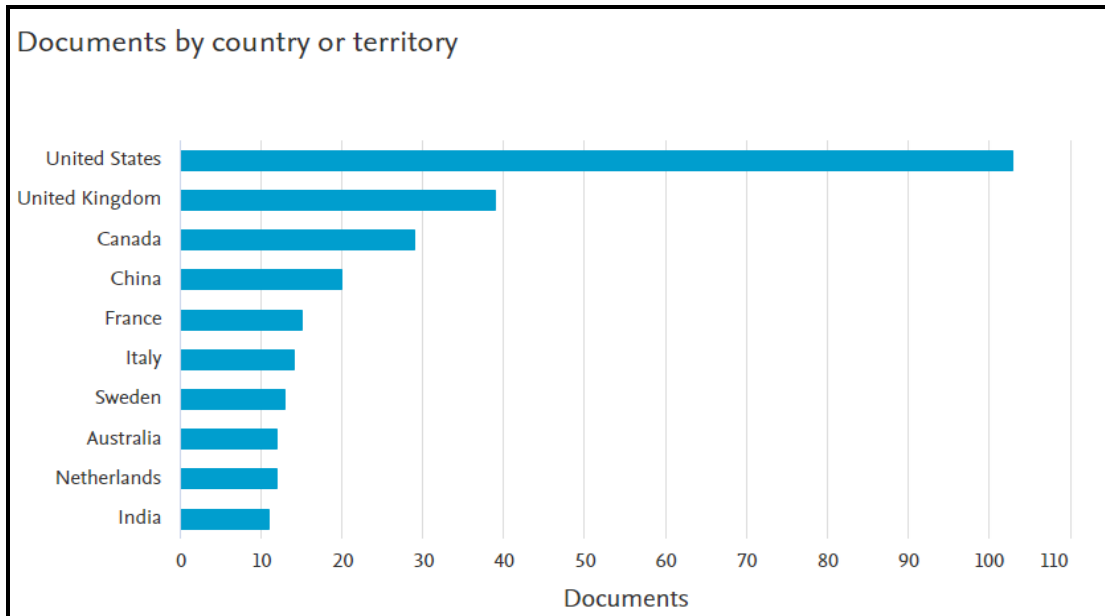


Fonte: *Scopus* (2022).

De acordo com a figura acima, entre trabalhos individuais e compartilhados, os autores Anon, Golroo e Nourelfath são os que mais se destacam na área em termo de números de trabalhos publicados, sendo o Anon com 8 publicações e Golroo e Nourelfaath, ambos, com 4 trabalhos.

Por último, foi realizada a análise, de cunho mais geográfico, acerca das publicações por territórios. A Figura 9, retrata esse cenário, da quantidade de trabalhos publicados por país.

Figura 9 – Gestão da manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção, publicações por território



Fonte: *Scopus* (2022).

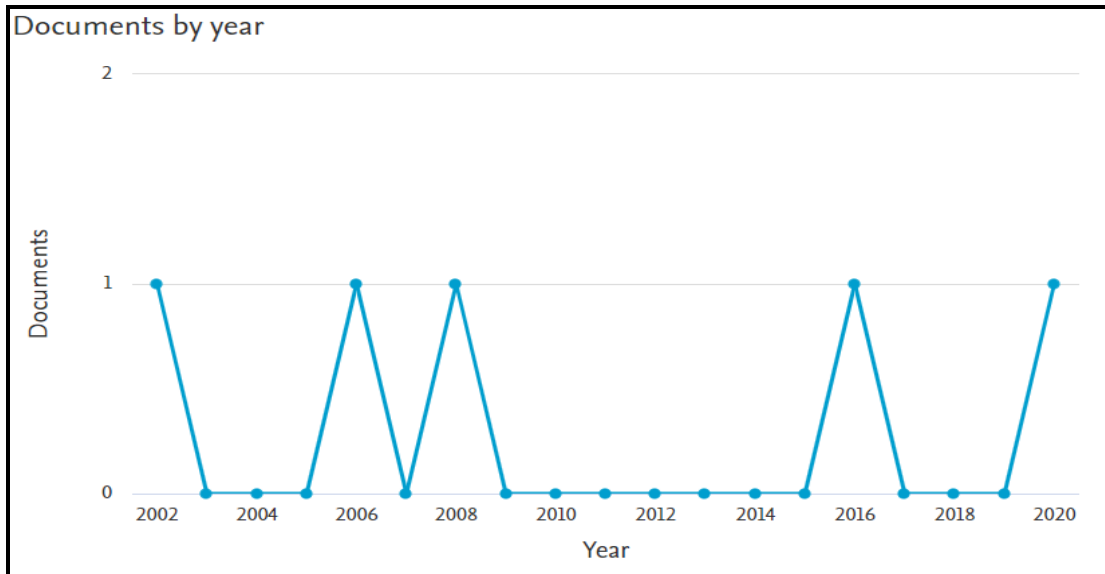
Com base, no gráfico mostrado na figura acima, os Estados Unidos é o país que mais tem publicações que relacionam esses construtos, com mais de 100 trabalhos. Outros países que também possuem um número significativo de publicações sobre essa temática são Reino Unido, Canada e China.

2.8.2 Gestão da manutenção e indústria de cerâmica

Outra análise realizada nessa bibliometria, foi com relação aos construtos, gestão da manutenção e indústria de cerâmica. Com isso, buscou-se verificar como se dá o desenvolvimento de trabalhos envolvendo gestão da manutenção no setor cerâmico, visto que este engloba, entre outros, o setor de cerâmica vermelha. Dessa forma, através do *Scopus*, averiguou-se em números a relação entre esses construtos.

Assim, a Figura 10 aponta os trabalhos encontrados, a cerca da gestão da manutenção e indústria de cerâmica, ao longo dos anos.

Figura 10 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, documentos por ano

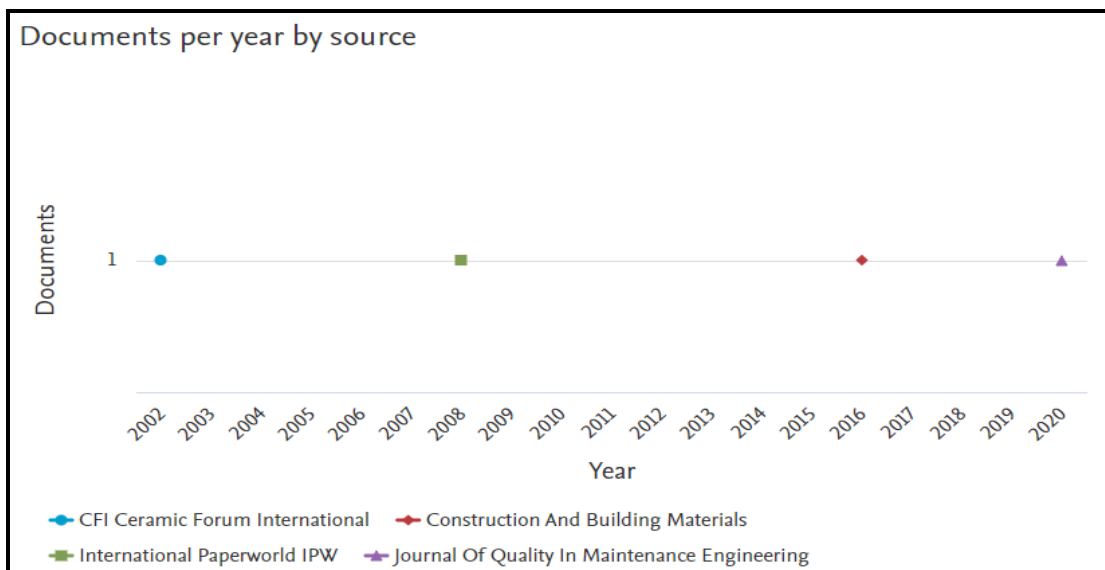


Fonte: *Scopus* (2022).

Diante do exposto na figura acima, verifica-se que o banco de dados do Scopus identificou apenas 5 trabalhos que relacionam esses construtos. Sendo, o primeiro estudo detectado no ano de 2002 e o mais recente em 2020.

Ademais, foi feita uma busca relacionada as fontes que publicaram trabalhos relacionando os construtos. A Figura 11 aponta documentos por fontes de publicações ao longo dos anos.

Figura 11 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, documentos por fonte e por ano

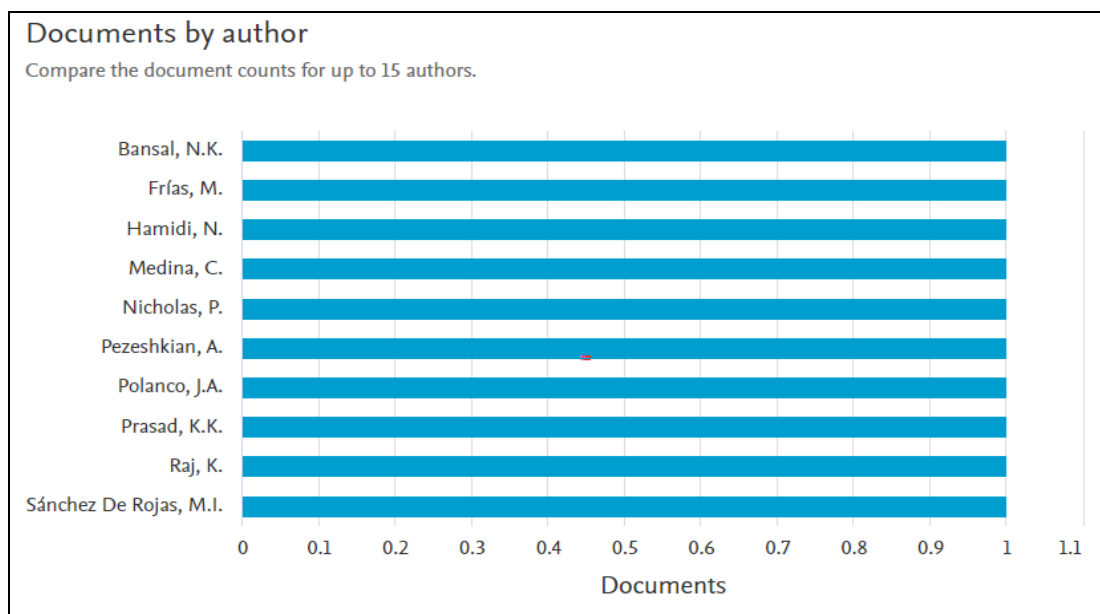


Fonte: *Scopus* (2022).

Conforme mostrado na figura acima, os artigos que relacionam esses construtos, foram publicados por: *Ceramic Frum International (CFI)*, *International Paperworld (IPW)*, *Construction And Building Materials* e *Journal Of Quality In Maintenace Engineering*. Esse último por sua vez, publicou o documento que mais se aproxima do objetivo desse estudo.

Além disso, foi realizada análise com relação aos autores que publicaram acerca dos temas. A Figura 12, aponta a relação de autores com o número de trabalhos publicados.

Figura 12 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, autores por número de publicações

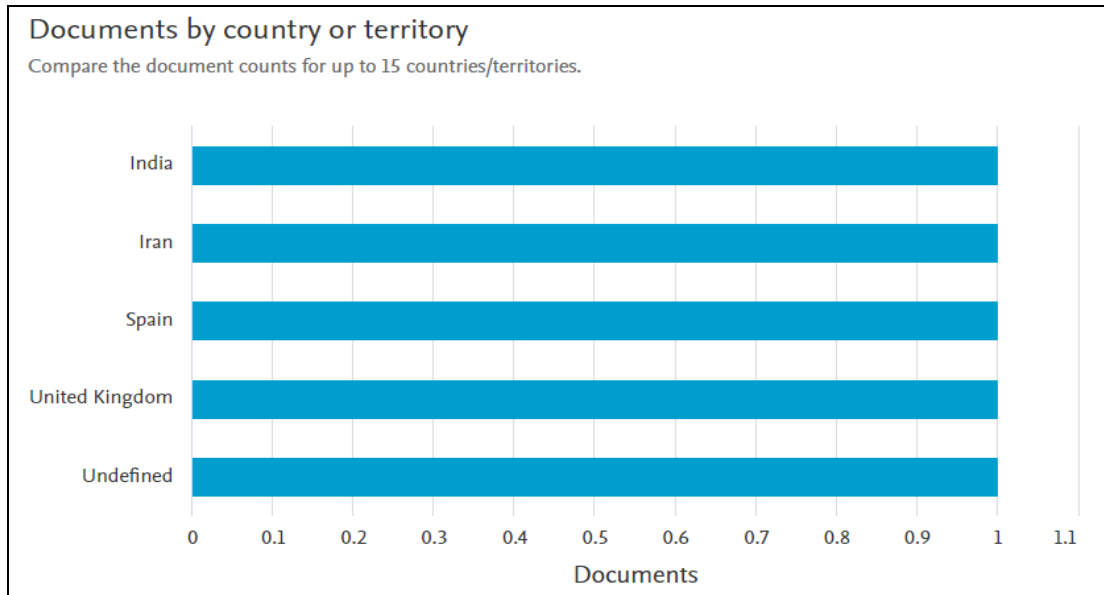


Fonte: *Scopus* (2022).

Na figura acima, pode-se perceber que 10 autores possuem artigos sobre esses construtos, e todos eles têm no máximo um documento publicado. Além disso, vale ressaltar que a busca inclui documentos de autoria individual e compartilhada, ou seja, dois ou mais autores podem estar ligados a um único trabalho, por esse motivo o número de autores é superior ao número de trabalhos encontrados.

Por fim, foi realizada uma busca sobre as publicações por territórios. A Figura 13, mostra a quantidade de trabalhos publicados por país.

Figura 13 – Gestão da manutenção e indústria de cerâmica, publicações por território



Fonte: *Scopus* (2022).

Com base na figura acima, identifica-se que os trabalhos que relacionam os construtos gestão da manutenção e indústria de cerâmica, são de países distintos: Índia, Irã, Espanha e Reino Unido. Além disso, um dos trabalhos publicados não teve a sua origem identificada no *Scopus*.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

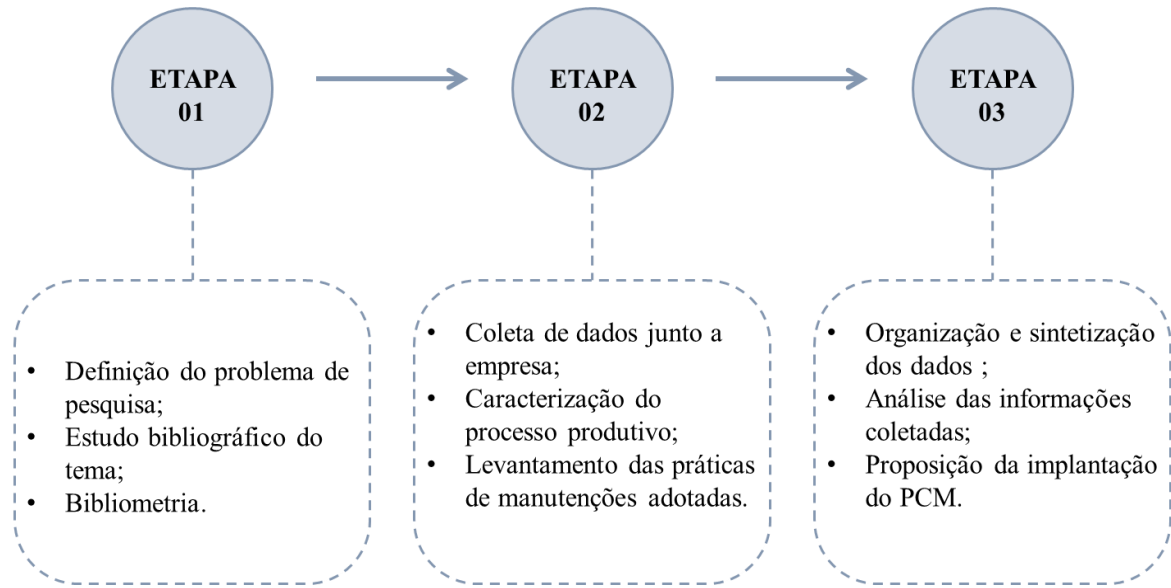
No que diz respeito à finalidade da pesquisa, o presente trabalho é de natureza aplicada, pois, segundo Gil (2008) a pesquisa aplicada está menos preocupada com o desenvolvimento de teorias, tendo como característica principal a utilização prática dos conhecimentos e aplicação imediata dentro de uma realidade contingencial. Já no que compreende os níveis, o objetivo da pesquisa enquadra-se com exploratória, uma vez que busca esclarecer conceitos e ideias sobre o tema, através de levantamentos bibliográficos e análise de dados e informações. Além disso, o trabalho busca entender a situação atual da empresa e quais os fatores que estão relacionados a essa circunstância, dessa forma, a pesquisa também é classificada como descritiva.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos adotados, classifica-se como um estudo de caso, que conforme Gil (2008), é definido com base em estudo aprofundado de um ou poucos objetos, fazendo com que seja possível adquirir um conhecimento detalhado e amplo sobre o que se deseja estudar. Segundo o autor, em estudos de caso, normalmente, a interpretação dos dados não pode ser traduzida numericamente, sendo realizada de forma subjetiva pelos pesquisadores. Desse modo, por se tratar de uma proposição de modelo de PCM, o procedimento analítico adotado neste estudo tem natureza qualitativa.

3.2 Etapas e procedimentos metodológicos

Para a realização da pesquisa, considerando as características do estudo de caso, o trabalho foi dividido em três macro etapas a fim de conduzir o estudo. Desse modo, a Figura 14 retrata esquematicamente, a abordagem de cada etapa.

Figura 14 – Etapas do trabalho



Fonte: Autor (2022).

a) Etapa 01:

A primeira etapa, consiste na definição do problema acerca da ausência de um sistema de gestão de manutenção bem estruturado, na empresa de cerâmica vermelha. Além disso, é também nessa etapa, que foi abordado o levantamento do estudo bibliográfico e realizada a bibliometria. O primeiro com o intuito de embasar o referencial teórico e discorrer sobre conceitos voltados para manutenção com auxílio de livros, artigos, periódicos, dissertações e teses.

Para a bibliometria, os dados para a amostra foram obtidos com base no *Scopus*. Essa base de dados foi escolhida devido ser considerada o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares e por oferecer um panorama abrangente da produção de pesquisas do mundo em diferentes áreas. Dessa forma, foram realizadas duas análises envolvendo os construtos: gestão da manutenção, planejamento e controle da manutenção e indústria de cerâmicas, tendo em vista analisar as principais publicações envolvendo as três temáticas.

O método escolhido para essa etapa, foi a bibliometria, esta abordagem possibilita uma análise da evolução do tema ao longo do tempo, de modo a identificar as principais publicações para melhor caracterizá-las e entendê-las. Sendo assim, foram analisadas as seguintes perspectivas: a distribuição de publicações por ano e a evolução desse quantitativo, pois permite verificar a evolução dos estudos relacionados à temática no decorrer do tempo; o quantitativo de artigos por autores, pois possibilita listar os principais autores, o quantitativo

de artigos por periódico, permitindo identificar os principais periódicos e os países que mais publicam sobre o tema.

A primeira análise envolveu a gestão da manutenção e o planejamento e controle da manutenção. Para tal, foram utilizadas como *strings* de buscas as palavras: *Maintenance Management AND Maintenance planning and control*, no título, resumo e palavras-chaves. Foram colocados como filtros: o tipo de documento como sendo artigos e idioma sendo o inglês. Ao final foram encontrados 410 resultados. Dessa amostra, foram considerados, somente artigos dos últimos 10 anos para análise de conteúdo e que se relacionasse diretamente com tema do trabalho em questão.

Já a segunda análise envolveu a gestão da manutenção e a indústria de cerâmicas. Para tal, foram utilizadas como *strings* de buscas as palavras: *Maintenance Management AND ceramics industry*, no título, resumo e palavras-chaves. Foram colocados como filtros: o tipo de documento como sendo artigos e idioma sendo o inglês. Ao final foram encontrados 5 resultados. Dessa amostra, somente 1 trabalho foi considerado para análise de conteúdo, os demais não tinham relação com o tema do presente trabalho.

b) Etapa 02

Na segunda etapa, foram realizadas visitas à empresa a fim de entender como se dá o processo produtivo e coletados os dados acerca do funcionamento, das máquinas estão presentes na linha de produção, dos produtos e das manutenções. Para o levantamento dessas informações, foi necessário o acompanhamento das atividades na planta durante 1 mês. Além da aplicação do questionário, apresentado no Apêndice A, juntamente com o gerente da planta, que é responsável pelas ações de manutenções, onde foram esclarecidas as noções, sobre:

- Fundação da empresa, como ela atua, o organograma de funcionários, produção média e o mix de produtos;
- O maquinário e as ações de manutenções, quem as executa, as práticas adotadas e como são realizadas;
- Documentações, procedimentos padrões, ordens de serviços, inspeções e treinamentos.

c) Etapa 03

A terceira a etapa se voltou para a sintetização e organização das informações levantadas anteriormente facilitando o processo de análise, de modo que, possibilitou a estruturação de uma proposta de implantação de um sistema de planejamento e controle de manutenção, que visa atender as necessidades da empresa, melhorando sua produtividade.

A partir das etapas descritas a cima, foi possível estabelecer o panorama atual da empresa, o processo produtivo, as estratégias de manutenção e identificar pontos de melhoria.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da empresa

A empresa, objeto de estudo deste trabalho, trata-se de uma cerâmica de pequeno porte, que atua no mercado desde 2007 possuindo apenas um sócio proprietário, ela está localizada na cidade de Tabuleiro do Norte – CE que fica a 211 km da capital Fortaleza. Além disso, o seu mercado consumidor, é em sua grande maioria, local e trata-se tanto de pessoas físicas como pessoas jurídicas, ou seja, atende a clientes finais, depósitos de construção, construtoras e afins.

No que diz respeito ao mix de produtos, a empresa trabalha exclusivamente com blocos cerâmicos de vedação, sendo produzidos na planta, o bloco de 19x19x9 e o bloco de 28x14x9, que são conhecidos por tijolo de 8 furos e tijolo de 6 furos, respectivamente, juntos eles somam uma produção total de aproximadamente 540000 peças por mês. Já com relação ao quadro de funcionários, são 20 pessoas, com as seguintes atribuições:

- a) 1 gerente da planta, responsável pela parte administrativa, a gestão de pessoas e vendas;
- b) 1 operador da enchedeira, que atua na preparação e transporte da argila dentro da empresa, além de atuar na extração;
- c) 1 funcionário responsável por abastecer a esteira de alimentação da linha de produção;
- d) 1 operador que aciona e controla todas as máquinas;
- e) 2 pegadores que interceptam o bloco cerâmico após o corte e abastecem os carrinhos;
- f) 4 embaladores que levam os tijolos para a secagem e retornam com os carrinhos vazios;
- g) 4 forneiros que abastecem e secam os fornos;
- h) 2 queimadores que monitoram a queima dos fornos;
- i) 4 pessoas que compõem a equipe de entrega.

Ademais, a cerâmica também participa de todas as etapas de produção, na extração da argila a empresa terceiriza alguns serviços, mas a operação realizada pela enchedeira é realizada pela própria empresa. Assim como também, as entregas são realizadas por caminhões e equipes da cerâmica o que garante que o produto chegue ao cliente com a

qualidade que a empresa se propõe, além de assegurar um bom acompanhamento de todo o processo.

4.2 Descrição do processo produtivo

Os processos realizados pela empresa, é um dos mais simples utilizados na fabricação de peças de cerâmica vermelha. Assim, as etapas são realizadas iniciando pela extração da argila e sua preparação, seguida pela produção e secagem dos blocos, por fim, é realizada a queima e a expedição.

A matéria-prima utilizada no processo de fabricação trata-se de uma composição de dois tipos de argilas, sendo uma mais arenosa e outra mais plástica. A empresa é proprietária de duas jazidas de argila, de onde são retirados os montantes para a fabricação dos tijolos, após a extração é realizado o transporte e o armazenamento, que fica localizado na cerâmica próximo a área de produção.

A preparação da massa de argila é realizada através da umidificação da composição de argilas com água enquanto a enchedeira movimentada essa mistura para torná-la mais homogênea. Em seguida, essa massa é transportada para a área de produção onde irá iniciar o processo passando pelo misturador e o laminador, fazendo com que os torrões de argila sejam quebrados, melhorando a consistência e definindo a espessura.

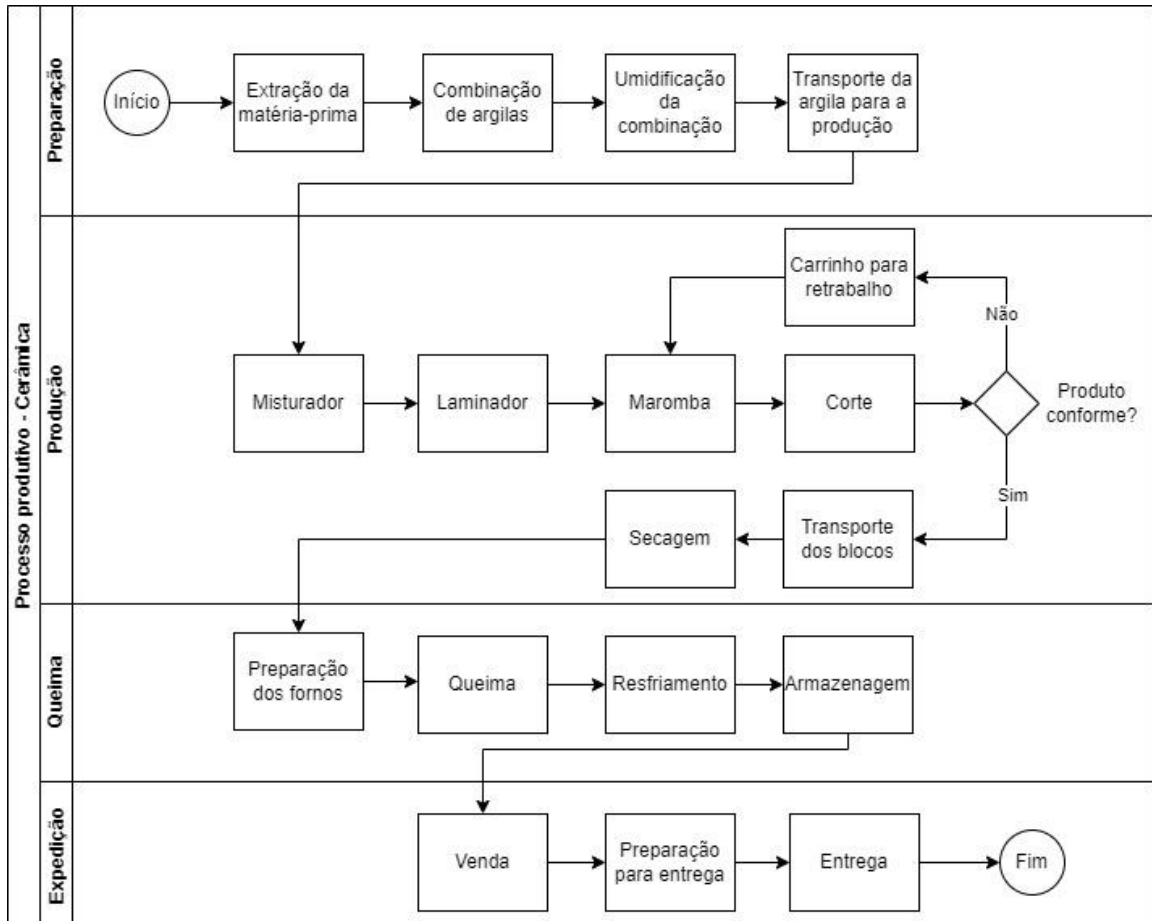
Na sequência, é realizado um processo de conformação mecânica, onde a maromba modelará os blocos através de um processo de extrusão, as boquilhas na saída da maromba irá definir se o bloco será de 8 ou 6 furos. Já o tamanho é estabelecido no cortador, onde as peças serão individualizadas e é possível identificar se a peça está de acordo com o especificado, caso não esteja deve ser retrabalhada na maromba, no contrário seguirá para a secagem.

A secagem é feita de forma natural, os tijolos são distribuídos nos galpões e espera-se até que a água que se utilizou na fabricação seja eliminada, essa etapa é necessária para que durante o tratamento térmico a peça não venha a rachar. Na sequência, é realizada a queima dos blocos em fornos abóboda, cada um com a capacidade de 24 milheiros de tijolos e que atuam com temperaturas acima de 800°C, esse processo dura em média 4 dias e é um dos principais responsáveis pela qualidade do produto acabado. Por fim, quando as peças são comercializadas, uma equipe da própria empresa realiza a expedição.

O gargalo do sistema produtivo é a capacidade dos fornos, isso faz com que a empresa trabalhe com o maquinário da linha quatro dias na semana e tenha dois dias de folga

na produção. O processo de fabricação da empresa pode ser sintetizado conforme a Figura 15, que representa o fluxograma da cerâmica.

Figura 15 – Fluxograma do processo produtivo

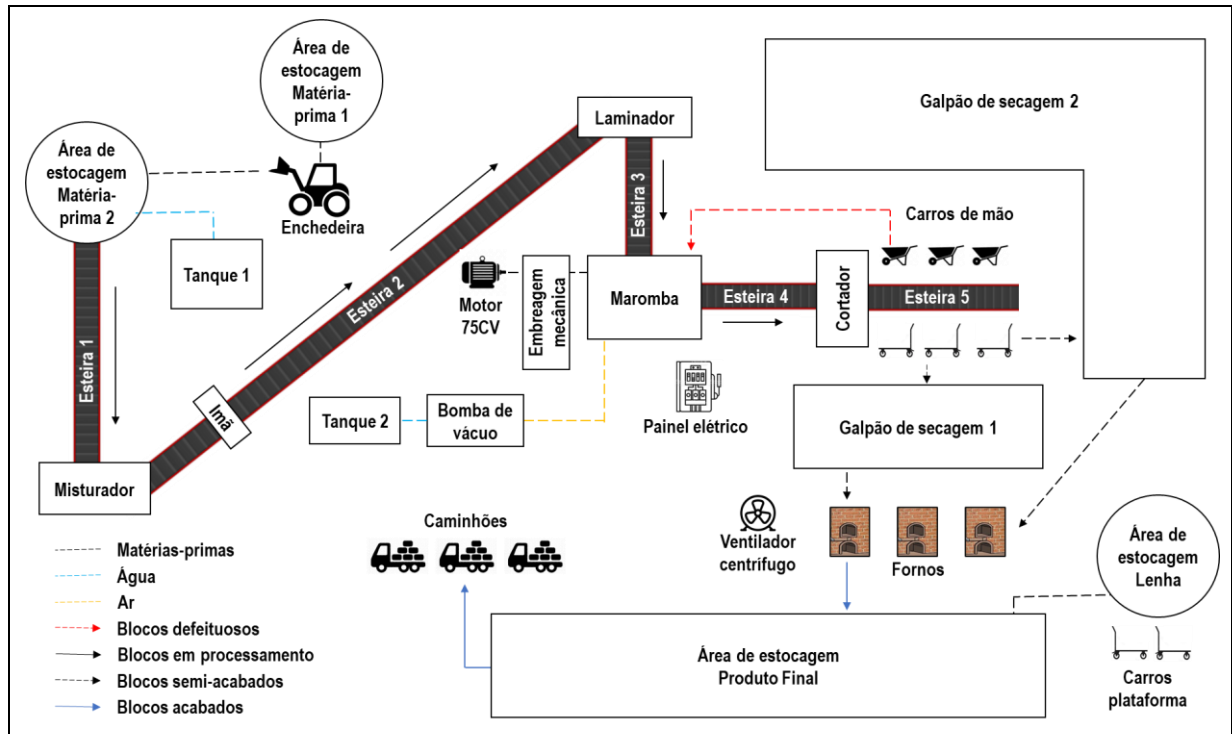


Fonte: Autor (2022).

4.3 Estrutura física e layout

A empresa não possui filiais, sendo que todo o processo descrito anteriormente acontece em uma única planta, onde as máquinas ficam interligadas por esteiras, compondo um arranjo físico por produto. Dessa forma, a Figura 16, mostra de forma simplificada a organização dos equipamentos no arranjo físico da planta produtiva.

Figura 16 – Layout da planta produtiva da cerâmica



Fonte: Autor (2022).

Na figura, estão destacadas as áreas de estocagem e os equipamentos do processo, assim, destaca-se que a diferença da matéria-prima 1 e 2, é que na primeira trata-se da argila antes de qualquer preparação, já a segunda é a massa de argila pronta para o início do processo. Além disso, tem-se que os tanques 1 e 2 são reservatórios de água, o ímã na esteira 2 atua como um dispositivo de segurança evitando que objetos metálicos danifiquem o laminador e o painel elétrico é onde todas as máquinas estão ligadas e de onde são controladas.

4.4 Panorama atual da manutenção

Para que fosse possível traçar o panorama atual da empresa, foram realizadas visitas e entrevistas com o gerente responsável pela planta. Assim, as visitas possibilitaram o entendimento do processo produtivo e as entrevistas auxiliaram na compreensão de como são realizadas as manutenções.

A empresa não possui um setor de manutenção bem classificado, sendo atribuídas as responsabilidades dessas ações ao gerente da planta, pois este, possui conhecimentos de mecânica, realiza montagem e desmontagem dos equipamentos, fazendo substituições de peças e pequenos reparos. Alguns serviços são terceirizados como trabalhos de usinagem,

perfuração e laminação de chapas de ferro, além de serviços mais complexos em equipamentos específicos como a bomba de vácuo, maromba e cortador.

De acordo com a aplicação do questionário (Apêndice A) a cerâmica não oferece treinamento aos funcionários, sendo dado a eles apenas algumas orientações de maneira verbal e sem nenhum registro ou documentação auxiliar. Além disso, as máquinas e equipamentos não possuem procedimentos padrões de operação, também, no que se refere a manuais e catálogos, a empresa não dispõe da posse desses documentos, dificultando as ações de manutenção.

A frequência de paradas é superior em algumas máquinas, como o cortador que pelo menos uma vez no dia precisa trocar o arame de corte por quebra. Ademais, o misturador apresenta desgastes nas pás e tem uma queda de rendimento sendo necessário reforçá-las mensalmente, assim também, o laminador que duas vezes por ano necessita de ações pois o desgaste faz com que os rolos laminadores apresentem desempenho reduzido e seja necessário usiná-los.

Foi possível observar que predomina na empresa a manutenção corretiva não planejada e que mesmo a empresa tendo uma folga de dois dias na semana, muitas vezes as paradas ocasionam perdas na produção, principalmente quando as falhas ocorrem em equipamentos que necessitam de serviços especializados, como a bomba de vácuo e a maromba. Desse modo, a empresa não possui planos de manutenções e as ações preventivas realizadas são mais simples como lubrificação, limpeza e substituição de itens de sacrifício, que de acordo com Viana (2002), são peças feitas com o intuito de desgastarem para que os demais componentes sejam preservados.

Diante do que foi observado, pode-se afirmar que a empresa possui muitos pontos de melhorias. Assim, o Quadro 8 aponta, de maneira resumida, os principais problemas encontrados na cerâmica e suas consequências.

Quadro 8 – Principais problemas identificados atualmente na empresa

Problemas Identificados	Consequências/ Perdas
Ausência de treinamento com os funcionários.	Má utilização dos equipamentos, baixa produtividade e falta de padronização nos procedimentos.
Predominância de manutenções corretivas não planejadas.	Perdas na produção, maiores custos indiretos de manutenção e maior probabilidade de efeito cascata.
Ausência de documentos padrões e documentos/ manuais para auxiliar as manutenções.	Aumento do tempo de parada, maior probabilidade de problemas ocasionados após manutenção e diminuição da vida útil dos equipamentos.
Inexistência de histórico/ registro das manutenções.	Impossibilidade de realizar o controle das manutenções e de fazer acompanhamento de indicadores.
Informalidade e falta de padronização do fluxo de manutenção.	As informações se perdem, ou são duplicadas, com mais facilidade, dificulta a organização.
Inexistência de planos e programação de manutenção.	Dificulta a identificação da falha, agravamento de problemas, perdas na produção, maior tempo de parada e maiores custos indiretos de manutenção.
Ausência de tagueamento e codificação.	Dificulta o processo de padronização.
Falta de estruturação do setor de manutenção.	Atraso na identificação das falhas, operadores não são estimulados a ter cuidados com equipamentos e sobrecarga de funções sobre o gerente.

Fonte: Autor (2022).

Conforme podemos observar no quadro acima, algumas dificuldades são muito nocivas a sobrevivência da empresa, como perdas na produção, altos custos, tempo de parada elevado, redução da vida útil dos equipamentos entre outros. Estas ocorrências, embora não sejam uma exclusividade da empresa, dificultam o desempenho da organização e interferem na capacidade competitiva, visto que o cenário atual do mercado.

Dessa forma, se acentua a necessidade de trabalhar pontos que contribuam para eliminar, ou diminuir os impactos, desses problemas. Para isso, propõe-se a implantação das funções do PCM em quatro macro etapas, de acordo com Viana (2002), sendo: a organização da manutenção; cadastros necessários; planos; programação das manutenções. Além disso, será sugerido um sistema de controle baseado em indicadores.

5 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PCM

O presente trabalho consiste em um estudo de caso, que busca propor um modelo de gestão da manutenção embasado pelas etapas de implantação do PCM, uma vez que, a empresa não possui um setor estruturado para administrar as atividades de manutenção. Assim, foi possível observar que a falta de padronização dos processos, a ausência de documentação auxiliar durante as intervenções e a inexistência de especificação quanto aos responsáveis, tornam as ações de manutenção mais difíceis, levando mais tempo para a sua execução e elevando o seu custo.

Dessa maneira, a partir das informações levantadas junto a empresa e da realização de estudos bibliográficos, foi possível estabelecer quais etapas seriam pertinentes a implantação das funções do PCM na cerâmica, seguindo a estrutura de organização, cadastros, planos e controle, proposta por Viana (2002). Com isso, o Quadro 9, apresenta as etapas detalhadas da construção desse estudo de caso, bem como a sua finalidade e indicação de trabalhos voltados para a área que também aplicaram a etapa.

Quadro 9 - Etapas da implementação do PCM no trabalho

	Etapas	Finalidade	Autores
Organização da manutenção	Identificação dos equipamentos e componentes.	Tomar conhecimento de todos os equipamentos utilizados no processo produtivo da empresa, bem como seus principais componentes, funcionalidades, ano de aquisição/fabricação e fabricante.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; FARAH, 2017; GOIS SENA, 2020; SOARES, 2019)
	Tagueamento e codificação	Elaborar uma estrutura de tag e código que facilite a identificação, localização dos equipamentos e o preenchimento de documentos.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; FARAH, 2017; HÜNEMEYER, 2017; SOARES, 2019; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
	Fluxo dos serviços de manutenção e organograma organizacional.	Definir como deve ocorrer o fluxo de informações dentro do setor e propor uma estrutura organizacional para o setor a fim de especificar as responsabilidades das funções e garantir uma melhor organização.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; FARAH, 2017; HÜNEMEYER, 2017; SOARES, 2019; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
	Criação de solicitações e ordens de serviço.	Elaboração de modelos de SS e OS, a fim de formalizar os pedidos de intervenção, auxiliar na realização das ações e servir de base para criação de um banco de dados, contendo o histórico dos serviços.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; FARAH, 2017; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017; SOARES, 2019; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
Cadastros necessários	Definição da criticidade e dos métodos de manutenção.	Definir através de alguns critérios, a criticidade dos equipamentos e com isso estabelecer qual método de manutenção deve ser realizado para garantir o melhor aproveitamento.	(CARDOSO MOREIRA, 2021; HÜNEMEYER, 2017; SOARES, 2019; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
	Características técnicas dos equipamentos	Elaborar um modelo de folha de especificação, que irá comportar as principais informações técnicas sobre cada equipamento para servir de consulta de forma organizada e rápida.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; GARCIA; NUNES, 2014; HÜNEMEYER, 2017; QUEIROZ, 2015; SOARES, 2019; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
	Levantamento de sobressalentes e ferramentas	Elaboração de um modelo para realizar a listagem das peças sobressalentes existentes na empresa e proposição de um modelo para organização das ferramentas utilizadas, a fim de diminuir o tempo de parada.	(BUTARELLI, 2011; GARCIA; NUNES, 2014)
	Registros do histórico e sistema de controle	Definir como serão armazenadas as informações pertinentes as manutenções de modo que a consulta seja de fácil acesso e que seja viável dentro da realidade da empresa.	(BUTARELLI, 2011; GARCIA; NUNES, 2014; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017; SOARES, 2019)
Planos/ Programação de manutenção	Definição de roteiros de inspeções visuais	Elaborar um modelo de folha de verificação para auxiliar o preenchimento durante o processo de identificação de falhas, para evitar o efeito cascata e diminuir os custos indiretos.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017)
	Definição de um roteiro de lubrificação	Definir os elementos que necessitam de lubrificação e montar um modelo que sintetize as informações necessárias para essas ações.	(BUTARELLI, 2011; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
	Criação do plano de manutenção preventivo	Elaboração de plano de atividades a serem desenvolvidas a fim de prevenir as falhas nos equipamentos, tendo a especificação do que deve ser realizado e a periodicidade que deve ocorrer.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; GARCIA; NUNES, 2014; GOIS SENA, 2020; HÜNEMEYER, 2017; QUEIROZ, 2015; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
Control e	Definição dos indicadores de desempenho	Definir quais os indicadores de desempenho vão medir os parâmetros mais relevantes para a empresa com base na aplicação e interpreta.	(BUTARELLI, 2011; CARDOSO MOREIRA, 2021; FARAH, 2017; GARCIA; NUNES, 2014; HÜNEMEYER, 2017; QUEIROZ, 2015; SOUZA <i>et al.</i> , 2020)

Fonte: Autor (2022).

5.1 Identificação dos equipamentos e componentes

Inicialmente, foi realizada a listagem de todos os equipamentos da envolvidos no processo produtivo da empresa, além disso, é fundamental entender a função desempenhada por cada um, para posteriormente, estabelecer as melhores estratégias de manutenção. Assim, o Quadro 10 apresenta os equipamentos, bem como o fabricante, ano de fabricação/ aquisição e a funcionalidade dentro do processo.

Quadro 10 – Listagem dos equipamentos

Equipamentos	Fabricante/ Modelo	Fabricação/ Aquisição	Funcionalidade no Processo
Enchedeira	Case/ 621D	2011/ 2012	Auxiliar na extração de matéria-prima, movimentar a argila do estoque para setor produtivo e mexer a massa de argila com água durante o início da umidificação.
Misturador	Itamaq	2012	Misturar a massa de argila, fragmentando os torrões e tornando a composição mais homogênea.
Laminador	Itamaq	2010	Refinar a composição da argila através da sua passagem entre os rolos de quebra, proporcionando a espessura desejada e complementando a homogeneização da massa.
Maromba a Vácuo	Itamaq/ ZR10H	2010	Responsável por realizar o processo de extrusão, compactando a argila através de vácuo e movendo-a em direção a boquilha onde os blocos são moldados.
Bomba de Vácuo	-	2010	Auxiliar o funcionamento da Maromba a Vácuo, sendo responsável por gerar vácuo, removendo os fluidos presentes na massa de argila fazendo com que os blocos ganhem consistência.
Embreagem Mecânica	Itamaq / ZREMB7E20	2011	Responsável por controlar a transmissão de energia do motor para a Maromba a Vácuo, reduzindo o número de partidas do motor, aumentando sua vida útil e reduzindo o gasto energético.
Cortador	MS Sousa	2011	Realizar o corte dos blocos nas dimensões especificadas de forma automática e padronizada, através do movimento de um arame tensionado
Esteiras	-	-	Realizar a movimentação automática da matéria-prima e também de do produto semiacabado, ao longo da linha de produção.
Painel Elétrico	-	-	Responsável pela distribuição de energia elétrica da linha de produção e também por controlar, através de acionadores, os equipamentos ligados ao painel.
Carros de Mão	-	-	Auxiliar o transporte de blocos defeituosos para serem retrabalhados.
Carrinhos Plataforma			Auxiliar o transporte de blocos semiacabados para a área de secagem e para os fornos, além de levar a lenha para queima.
Ventilador Centrífugo	-	-	Auxiliar o processo de resfriamento dos fornos, para a retirada do produto acabado.
Fornos Abóbada	-	-	Concentrar calor para realizar a queima dos tijolos em altas temperaturas.
Caminhões	Mercedes/ 1518	1989/ 2007	Realizar a entrega dos blocos diretamente com os clientes e auxiliar em transporte de outros materiais, quando necessário.

Fonte: Autor (2022).

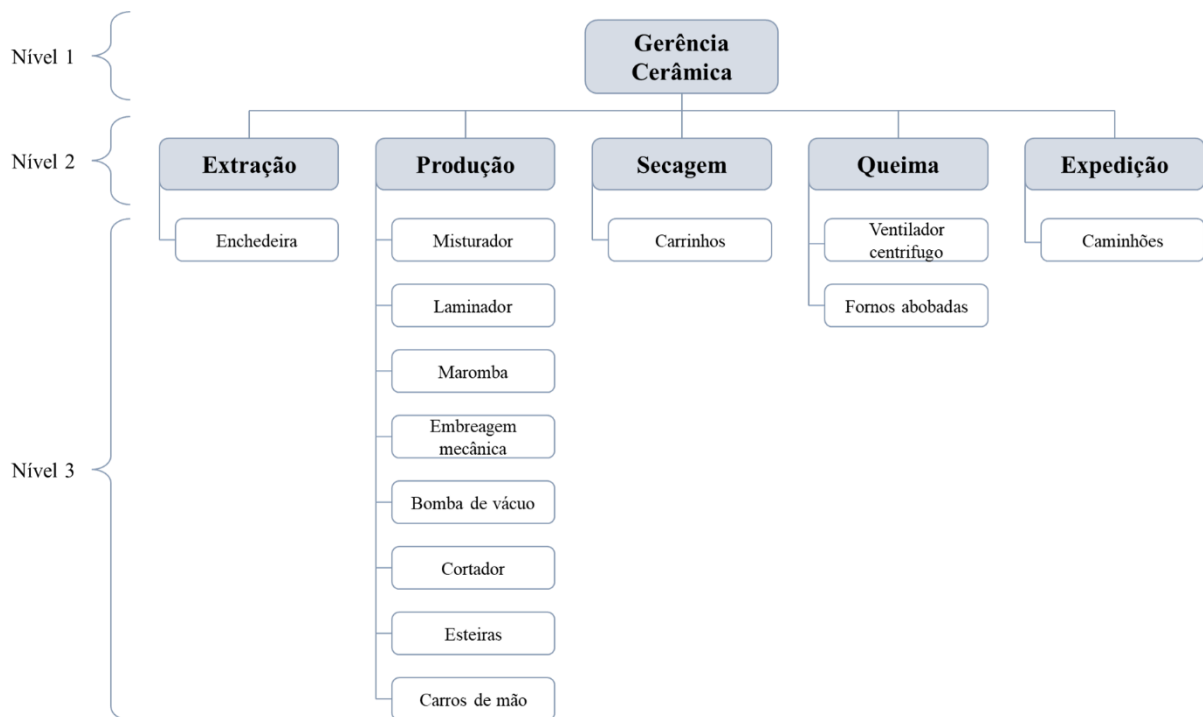
Alguns equipamentos foram comprados de outros donos e não tem registro exato do ano de aquisição. Além disso, devido ao tempo de utilização e já serem equipamentos antigos, a empresa não possui manuais e assim as informações como marca e modelo de algumas máquinas já não possuem identificação legível na sua estrutura.

5.2 Tagueamento e codificação

Após o processo de identificação, deve-se iniciar a etapa de organização da manutenção através da codificação dos componentes de cada equipamento. A finalidade dessa ação é auxiliar o planejamento e as execuções das manutenções, tornando-as mais ágeis, pois a Tag segue uma estrutura que busca indicar a localização do equipamento.

Viana (2002), propõe que a estruturação da Tag seja dada através de níveis, onde os níveis mais altos correspondem a gerência. Assim, dado que a empresa possui apenas uma planta produtiva, no primeiro nível não terá apenas um elemento identificado, já o segundo nível será dado pelos cinco processos observados no tópico 4.2: Extração, Produção, Secagem, Queima e Expedição. Por fim, o terceiro nível será dado pelos equipamentos e maquinário de cada setor, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 – Proposta de mapeamento da empresa para o tagueamento



Fonte: Autor (2022).

O primeiro nível, que está voltado para a quantidade da fábrica, será identificado como 001, uma vez que a empresa visa o crescimento a Tag deve ser expansiva, para caso filiais sejam abertas. Já os processos, no nível 2, serão identificados pelas três primeiras letras, conforme mostra o Quadro 11.

Quadro 11 – Tagueamento nível dois

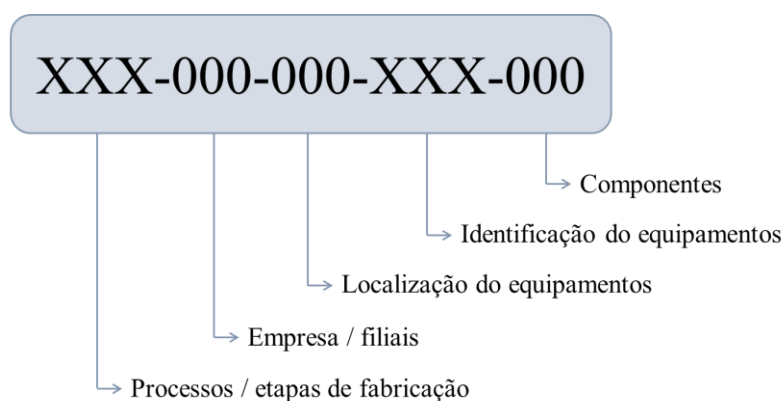
Processo	TAG	UP
Extração	EXT-001	1
Produção	PRO-001	2
Secagem	SEC-001	3
Queima	QUE-001	4
Expedição	EXP-001	5

Fonte: Autor (2022).

A escolha por utilizar a Tag através da distinção desses processos, se dá devido a empresa possuir uma linha de produção única, não havendo divisão no seu chão de fábrica. Dessa forma, a divisão por processos torna-se mais viável para diferir os equipamentos quanto a sua funcionalidade.

O modo de identificação de cada equipamento, seguirá a partir da especificação da Tag dos processos identificadas acima e terá a função de localizar o equipamento dentro do processo e especificá-lo, formando o terceiro nível. Dessa forma, os componentes principais de cada equipamento poderão ser codificados, conforme demonstrado na Figura 18.

Figura 18 – Proposta de padrão de codificação



Fonte: Autor (2022).

Com base na estrutura apresentada acima, o Quadro 12, mostra o código de cada equipamento e seus principais componentes, com a devida unicidade. Essa codificação é

essencial para que seja possível diferenciar cada peça e acompanhar sua vida útil, além de auxiliar no preenchimento de documentos que irão auxiliar as manutenções, como ordens de serviços e planos de inspeções.

Quadro 12 – Codificação dos equipamentos

Equipamento	Componente	TAG	UP
Enchedeira	Motor	EXT-001-001-ENC-001	1
	Concha	EXT-001-001-ENC-002	
	Cabine	EXT-001-001-ENC-003	
Misturador	2 - Eixo	PRO-001-001-MIS-001a	2
		PRO-001-001-MIS-001b	
	Motor 10CV	PRO-001-001-MIS-002	
	Pás	PRO-001-001-MIS-003	
	Polias	PRO-001-001-MIS-004	
	Correias	PRO-001-001-MIS-005	
Laminador	2 - Motor 10CV	PRO-001-002-LAM-001a	2
		PRO-001-002-LAM-001b	
	2 - Rolo de quebra	PRO-001-002-LAM-002a	
		PRO-001-002-LAM-002b	
	Camisa	PRO-001-002-LAM-003	
	Rolamentos	PRO-001-002-LAM-004	
	Mancais	PRO-001-002-LAM-005	
	Polias	PRO-001-002-LAM-006	
Correias	PRO-001-002-LAM-007		
Maromba a Vácuo	Motor 75CV	PRO-001-003-MAR-001	2
	Eixo helicóide	PRO-001-003-MAR-002	
	2 - Eixos	PRO-001-003-MAR-003a	
		PRO-001-003-MAR-003b	
	Calcadores	PRO-001-003-MAR-004	
	Camisa	PRO-001-003-MAR-005	
	Rolamentos	PRO-001-003-MAR-006	
	Engrenagens	PRO-001-003-MAR-007	
	Boquilha 8 furos	PRO-001-003-MAR-008	
Boquilha 6 furos	PRO-001-003-MAR-009		
Bomba de Vácuo	Camisa	PRO-001-004-BOM-001	2
	Motor 10CV	PRO-001-004-BOM-002	
	Rotores	PRO-001-004-BOM-003	
	Selo mecânico	PRO-001-004-BOM-004	
	Eixo	PRO-001-004-BOM-005	
Embreagem	Colar	PRO-001-005-EMB-001	2
	Disco	PRO-001-005-EMB-002	
	Plator	PRO-001-005-EMB-003	
	Polias	PRO-001-005-EMB-004	
	Correias	PRO-001-005-EMB-005	

	Rolamentos	PRO-001-005-EMB-006		
Cortador	Motor 2CV	PRO-001-006-COR-001	2	
	Correntes	PRO-001-006-COR-002		
	Engrenagens	PRO-001-006-COR-003		
	Embreagem	PRO-001-006-COR-004		
	Esteira	PRO-001-006-COR-005		
	Arame de corte	PRO-001-006-COR-006		
	Esteiras	Esteira 1 - Alimentação		Motor
Rolos			PRO-001-007-EST-002	
Lona			PRO-001-007-EST-003	
Esteira 2 - Misturador		Motor	PRO-001-008-EST-001	
		Rolos	PRO-001-008-EST-002	
		Lona	PRO-001-008-EST-003	
Esteira 3 - Laminador		Motor	PRO-001-009-EST-001	
		Rolos	PRO-001-009-EST-002	
		Lona	PRO-001-009-EST-003	
Esteira 4 - Maromba		Motor	PRO-001-010-EST-001	
		Rolos	PRO-001-010-EST-002	
		Lona	PRO-001-010-EST-003	
Esteira 5 - Blocos acabados		Motor	PRO-001-011-EST-001	
		Rolos	PRO-001-011-EST-002	
		Lona	PRO-001-011-EST-003	
Painel Elétrico	Fusíveis	PRO-001-012-PAI-001	2	
	Disjuntores	PRO-001-012-PAI-002		
	Relés	PRO-001-012-PAI-003		
	Capacitores	PRO-001-012-PAI-004		
	Chaves magnéticas	PRO-001-012-PAI-005		
Carros de Mão	-	PRO-001-013-CAR-000	2	
	-	PRO-001-014-CAR-000		
	-	PRO-001-015-CAR-000		
Carrinhos	-	SEC-001-001-CAR-000	3	
	-	SEC-001-002-CAR-000		
	-	SEC-001-003-CAR-000		
	-	SEC-001-004-CAR-000		
	-	SEC-001-005-CAR-000		
	-	SEC-001-006-CAR-000		
	-	SEC-001-007-CAR-000		
	-	SEC-001-008-CAR-000		
Fornos Abóboda	-	QUE-001-001-FOR-000	4	
	-	QUE-001-002-FOR-000		
	-	QUE-001-003-FOR-000		
Ventilador Centrífugo	Motor 10CV	QUE-001-004-VEM-001	4	
	Camisa	QUE-001-004-VEM-002		
	Pás	QUE-001-004-VEM-003		
Caminhões	-	EXP-001-001-CAM-000	5	
	-	EXP-001-002-CAM-000		

		EXP-001-003-CAM-000	
--	--	---------------------	--

Fonte: Autor (2022).

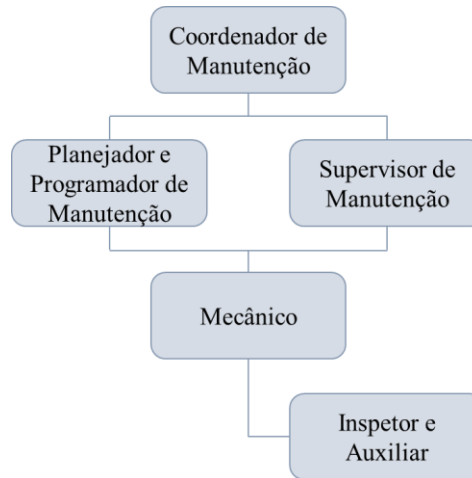
No quadro acima, se apresentam alguns equipamentos em que os componentes não estão identificados, ficando a última parte do código com 000, isso acontece pois nem sempre é interessante fazer esse detalhamento, pois as peças que normalmente são substituídas não foram identificadas, caso necessário, posteriormente, pode-se fazer uma atualização e incluir esses componentes. Além disso, alguns equipamentos possuem equipamentos idênticos em alguns casos é melhor agrupá-los e tratá-los de forma unificada e em alguns casos que são componentes mais significativos, foi realizada uma distinção com uma letra minúscula ao final do código.

5.3 Fluxo dos serviços de manutenção e organograma organizacional

Durante a coleta de dados, foi possível perceber que as atividades de manutenção ficam com a responsabilidade centralizada, sendo o gerente da planta responsável por identificar e realizar todas as atividades de manutenção, com exceção casos mais complexos, que são terceirizados. Os demais funcionários não estão diretamente envolvidos com essas práticas, realizam apenas pequenas atividades de auxílio quando solicitados pelo gerente e informam quando percebem alguma falha.

Dessa forma, as ações são realizadas sem a devida instrução e de maneira informal. Assim, para alcançar melhores resultados e obter um bom funcionamento do sistema de planejamento e controle da manutenção, é fundamental que sejam praticadas mudanças na cultura organizacional. Para isso, foi proposto na Figura 19, um organograma para formalizar o setor de manutenção da empresa.

Figura 19 – Organograma proposto para o setor de manutenção

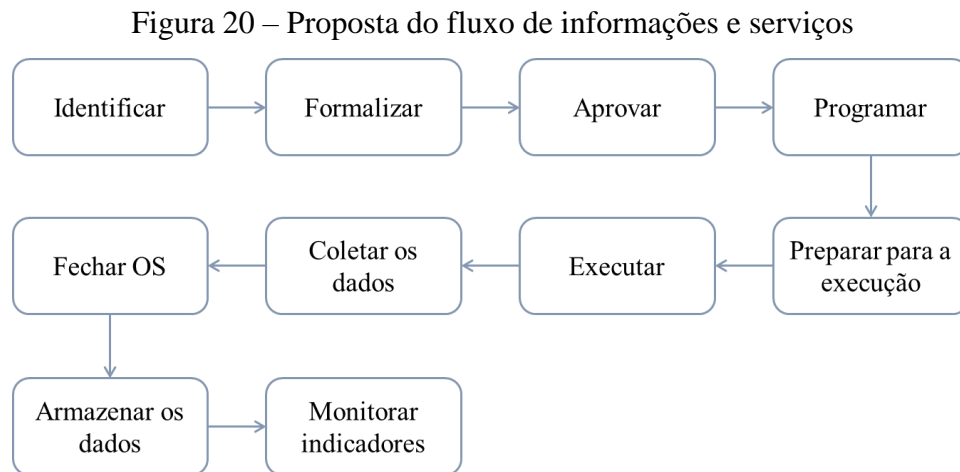


Fonte: Autor (2022).

Para que o PCM atue de melhor forma, a capacitação através de treinamentos, apresentação dos documentos e de como preenchê-los, é de suma importância. Além disso, alguns cargos podem ser atribuídos de forma a complementar a carga horária de funcionários já contratados, porém, é fundamental que seja avaliada a mão-de-obra e a possibilidade de contratação para funções especializadas. Os cargos atribuídos possuem as seguintes atribuições:

- a) Coordenador de manutenção: tem a função de monitorar o processo, gerir o setor, acompanhar e controlar os resultados, com o objetivo de minimizar as divergências e auxiliar a tomada de decisão;
- b) Planejador e programador de manutenção: atua no controle e atualização dos planos de manutenção, realiza a programação das paradas de forma a otimizar a produtividade e analisa as falhas;
- c) Supervisor de manutenção: autoriza as SS, realiza o acompanhamento das OSs para que sejam efetuadas sem atrasos, organiza o material necessário para as ações e solicita compra de peças de reposição;
- d) Mecânico: tem como função, realizar ações de montagem e desmontagem de equipamentos para identificação das causas da falha, efetuar reparo e substituição de peças;
- e) Inspetor e auxiliar: deve cumprir as rotas de inspeção, identificar as falhas nos equipamentos, realizar atividades de manutenção simples como limpeza e lubrificação, além de auxiliar o mecânico quando necessário.

Atribuídas as responsabilidades do setor, é importante mapear como irá se comportar o fluxo de informações, nesse novo modelo de gestão da manutenção, desde a identificação até o monitoramento dos indicadores. A Figura 20 apresenta a proposta de fluxograma para a empresa.



Fonte: Autor (2022).

As identificações das falhas devem ser originadas principalmente das rotinas de inspeção, mas também podem ocorrer de operadores durante o uso dos equipamentos, em seguida para ter uma organização do setor e as informações não se perderem, deve-se formalizar a identificação da falha através de SS que será aprovada pelo supervisor e passará para o planejador uma OS a fim de programar as ações para a execução. Após a realização da tarefa deve-se concluir o preenchimento da OS, armazenar essas informações em um banco de dados, para posteriormente fazer o monitoramento dos resultados do setor através de indicadores.

5.4 Criação de solicitações e ordens de serviços

Outro ponto fundamental na organização da manutenção, é a elaboração de documentos padrões para o tráfego de informações, como as solicitações e ordens de serviços. Esses documentos são essenciais para manter um registro histórico sobre as intervenções nos equipamentos, além de contribuir para mudanças na cultura organizacional e organizar o fluxo de informações.

A solicitação de serviço surge com a necessidade de formalizar as requisições de manutenção, de maneira simples para que os funcionários de diversos níveis possam

preenchê-lo sem dificuldades. Assim, o supervisor de manutenção deve a partir da SS verificar os problemas e então aprovar a SS, enviando uma OS para o planejador e programador, ou descartá-la, com isso não haverá uma demanda superestimada para as ações, pois garante que as SS desnecessárias ou duplicadas serão rejeitadas.

Dessa forma, foi elaborado um modelo de solicitação de serviço que busca obter as informações básicas, deixando a possibilidade, também, de acrescentar mais informações se considerado necessário. É importante que a empresa oriente todos os funcionários sobre o preenchimento das SS para garantir os melhores resultados. A Figura 21 retrata o modelo de SS proposto para a cerâmica.

Figura 21- Modelo de SS proposto

Solicitação de Serviço (SS)	
Setor:	Status: <input type="checkbox"/> Não avaliada <input type="checkbox"/> Reprovado <input type="checkbox"/> Aprovado Nº: _____
Equipamento / Componente:	Classificação: <input type="checkbox"/> Não Urgente <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Muito Urgente
TAG:	
Trabalho solicitado: <input type="checkbox"/> Reparo <input type="checkbox"/> Modificação <input type="checkbox"/> Compra <input type="checkbox"/> Manutenção	
Descrição da falha:	
_____ Assinatura do Solicitante	Data solicitação: ____/____/____
Observações:	
_____ Assinatura do Supervisor	Data : ____/____/____

Fonte: Autor (2022).

O modelo busca de forma simples obter as informações básicas referentes a detecção da falha ou observações referentes a parte de manutenção. Assim, as orientações de preenchimento se dão de forma intuitiva, sendo os campos de setor, equipamento /

componente, tag, trabalho solicitado, descrição da falha, assinatura e data de solicitação, voltados para o solicitante, e os demais correspondem a avaliação supervisor.

No que diz respeito a ordem de serviço, diferentemente da SS, se trata de um documento um pouco mais elaborado e vai auxiliar o mecânico na hora da execução da atividade, ela será precedida das SS ou dos planos de manutenção, parte deve ser preenchida pelo solicitante, supervisor ou planejador, e o restante deve ser informado pelo mecânico após a execução da ação. Ao final, as OS devem ser armazenadas e compor um banco de dados, para que o histórico de intervenções nos equipamentos seja registrado, além de possibilitar análises posteriores, garantindo um maior controle sobre as manutenções e uma melhor eficiência nas atualizações dos planejamentos.

Para estabelecer um modelo de OS, foi utilizada a ferramenta 5W2H (HÜNEMEYER, 2017) ela orienta que todas as informações pertinentes sejam incluídas na OS através da resposta de sete perguntas sobre a realização da atividade: o que fazer, por que, onde será feito, quando, quem é o responsável, como será feito e quanto irá custar. Assim, a Figura 22 apresenta o modelo de OS proposto.

Figura 22 - Modelo de OS proposto

Ordem de Serviço (OS)	
Setor:	Classificação: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nº: _____
Equipamento:	Não urgente Urgente Muito urgente
TAG:	Status: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Origem: <input type="checkbox"/> Planos <input type="checkbox"/> SS (Nº: __) <input type="checkbox"/> Outros: _____	Aguardando Iniciada Concluída Cancelada
Tipo: <input type="checkbox"/> Corretiva <input type="checkbox"/> Preventiva <input type="checkbox"/> Outra: _____	Data: __/__/__ : __:__
Assinatura do Solicitante	
Why – Por que realizar o serviço	
Descrição:	
Informações importantes referentes ao histórico:	
What – O que fazer	
Orientações para execução:	
When - Quando	
Data prevista: __/__/__ : __:__ Data inicio: __/__/__ : __:__ Data fim: __/__/__ : __:__	
Duração:	Observações:
How - Como	
Materiais necessários:	
Descrição do que foi realizado:	
Who - Quem	How much - Quanto
Assinatura do Executante	Custo da execução:

Fonte: Autor (2022).

O modelo de OS inicia com o cabeçalho onde possui informações voltadas para o Where que significa o onde, do 5w2h, seguido pelo motivo da realização do serviço com algumas informações importantes sobre o histórico do equipamento e após orientações sobre o que deve ser realizado. O quando deve conter a data prevista, no caso de atrasos ou imprevistos deve ser explicado nas observações, a data de início da tarefa, final e duração. Na

parte do como, irá conter os materiais e a descrição da execução da tarefa, por fim, a assinatura do executante e o custo daquele serviço.

5.5 Definição da criticidade e dos métodos de manutenção

Para que fosse possível identificar a importância dos equipamentos dentro da organização, é necessário estabelecer a criticidade dos equipamentos, para isso, foram utilizados os questionamentos, proposto no tópico 2.3.2.2, junto ao gerente da planta por possuir um maior conhecimento do maquinário e do processo. Desse modo, foram estabelecidas as pontuações para segurança no trabalho e meio ambiente, qualidade e operacionalidade, segundo o modelo proposto por Viana (2002) e o resultado dessa análise de criticidade está apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Classificação da criticidade dos equipamentos

	Pontuação 1	Pontuação 2	Pontuação 3	Pontuação Final	Criticidade
Enchedeira	2	0	2	1,33	Z
Misturador	0	2	12	4,67	X
Laminador	1	2	12	5	X
Maromba a Vácuo	1	5	12	6	X
Bomba de Vácuo	0	16	12	9,33	X
Embreagem Mecânica	0	0	1	0,33	Z
Cortador	0	16	12	9,33	X
Esteiras	0	0	12	4	Y
Painel Elétrico	2	3	1	2	Y
Carros de Mão	0	0	1	0,33	Z
Carrinhos Plataforma	0	0	1	0,33	Z
Ventilador Centrifugo	0	0	1	0,33	Z
Fornos Abóbada	2	2	3	2,33	Y
Caminhões	2	2	0	1,33	Z

Fonte: Autor (2022).

De acordo com o quadro acima, temos que os equipamentos de maior criticidade são os classificados com a letra X, como misturador, laminador, maromba a vácuo, bomba de vácuo e cortador, isso pode ser explicado pelo fato de serem equipamentos em linha onde não há redundância, ou seja, a falha deles implica na parada da produção. Já os de criticidade média são classificados em Y, esteiras, painel elétrico e fornos, e por fim, os Z que possuem uma menor criticidade, enchedeira, embreagem, carrinhos, ventilador e caminhões.

A definição da criticidade além de auxiliar na priorização das OS, também auxiliam na escolha de qual método de manutenção é o mais indicado. Dessa forma, para a definição do tipo de manutenção foram utilizados como critérios alguns pontos propostos por Hünemeyer (2017), onde para cada um é estabelecido um peso variando de 0 a 10, que contabiliza a importância do equipamento dentro do processo. O Quadro 14 aponta os critérios e o seus respectivos pesos.

Quadro 14 – Critérios da seleção do método de manutenção

Critérios de Hünemeyer (2017)		Peso
1 – Criticidade do equipamento		1,5
2 – Complexidade de manutenção		1
3 – Tempo para reparo		1,5
4 – Frequência de quebras		1
5 – Recomendações do fabricante		0,5
6 – Riscos à segurança		1,5
7 – Fatores econômicos	a) Perda de faturamento	1
	b) Efeito cascata	1
	c) Custo máximo de uma quebra	1
8 – Frequência de uso do equipamento		0

Fonte: Adaptado de Hünemeyer (2017).

Os critérios apresentados acima foram mostrados ao responsável pelas manutenções da cerâmica, que fez a confirmação de que os pesos estão de acordo com o que é mais importante para a cerâmica. Assim, para a definição dos métodos de manutenção foram estabelecidos parâmetros, presentes no Quadro 15, que respondem aos critérios estando ligados aos tipos de manutenções.

Quadro 15 – Parâmetros para a seleção do método de manutenção

	Corretiva	Preventiva	Preditiva
Parâmetros	Baixa	Média/Alta	Alta
	Sem especificação	Especificada em manual	Especificada em manual

Fonte: Adaptado de Hünemeyer (2017).

Com base nos parâmetros acima, foram respondidos como se davam os critérios para cada equipamento envolvido no processo. Dessa forma, a Figura 23, mostra o exemplo para a enchedeira, de como foi estabelecida pontuação relativa a cada critério, indicando o método de manutenção mais adequado, de acordo com as condições da cerâmica.

Figura 23 – Definição do método de manutenção para a enchedeira

Equipamento: Enchedeira		Peso	Parâmetro
1 – Criticidade do equipamento		1,5	Z
2 – Complexidade de manutenção		1	Alto
3 – Tempo para reparo		1,5	Médio
4 – Frequência de quebras		1	Baixo
5 – Recomendações do fabricante		0,5	Sem especificação
6 – Riscos à segurança		1,5	Baixo
7 – Fatores econômicos	a) Perda de faturamento	1	Alto
	b) Efeito cascata	1	Baixo
	c) Custo máximo de uma quebra	1	Alto
8 – Frequência de uso do equipamento		0	-
Método de manutenção	Pontuação	Percentual	<p> ■ Corretiva ■ Preventiva ■ Preditiva </p>
Corretiva	5,5	42,3%	
Preventiva	4,5	34,6%	
Preditiva	3	23,1%	
Soma	13	100,0%	

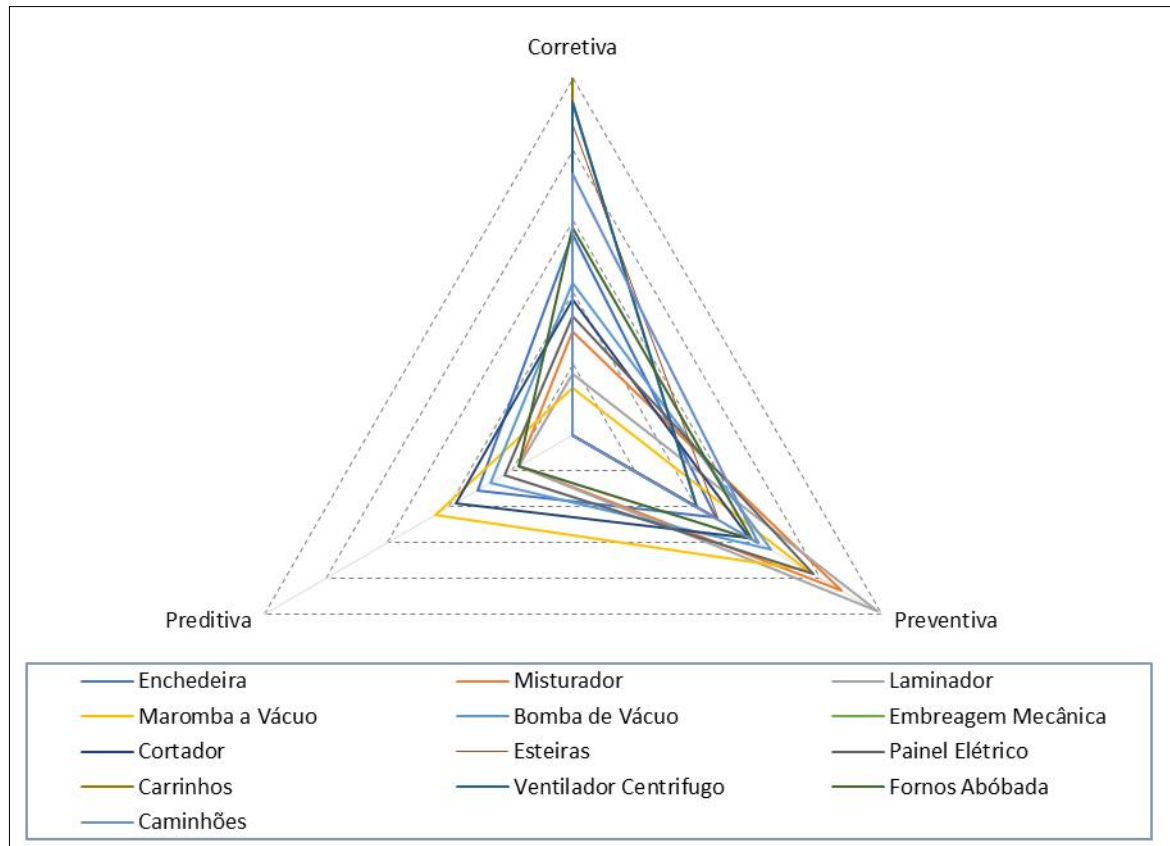
Fonte: Autor (2022).

A metodologia aplicada para a escolha do tipo de manutenção está abrangendo o equipamento de forma geral, no entanto, algumas vezes é necessário fazer considerações para alguns componentes. Por exemplo, o caso acima indica que a enchedeira deve seguir com ações corretivas, pois trata-se de um equipamento com baixa criticidade e baixa frequência de quebras, contudo, alguns de seus componentes, como o motor, deve seguir com ações preventivas básicas, como a troca periódica do óleo. Assim, é necessário avaliar como se comportam os componentes principais dos equipamentos para montar o plano de manutenção.

Com a finalidade de sintetizar as informações relativas ao preenchimento dos parâmetros dos métodos de manutenção, para cada equipamento, foram plotados os dados

obtidos em um gráfico. O Gráfico 2, apresenta a tendência dos equipamentos para cada método de manutenção, dispostos em um gráfico de radar.

Gráfico 2 – Tendência para os métodos de manutenção



Fonte: Autor (2022).

Analisando de forma simplificada, é possível identificar que os itens seguem uma tendência para a estratégia preventiva e levemente para corretiva, isso se justifica, principalmente, pelos fatores econômicos onde os custos de manter uma estratégia preditiva não condizem com a realidade da cerâmica. Além disso, os maquinários não apresentam riscos à segurança e possuem uma certa folga, diminuindo as perdas por paradas.

Ademais, o Quadro 16 aponta o percentual exato do maquinário para os métodos. Assim, os carros de mão e os carrinhos plataforma, foram agrupados, por possuírem as mesmas características. Já os fornos, possuem a mesma tendência tanto para a estratégia corretiva como para preventiva, com isso, foi estabelecido que o método escolhido seria o corretivo, por ser economicamente mais viável para a empresa.

Quadro 16 – Tendência dos equipamentos para as estratégias de manutenção

	Corretiva	Preventiva	Preditiva
Enchedeira	42,3%	34,6%	23,1%
Misturador	21,7%	65,2%	13,0%
Laminador	13,0%	73,9%	13,0%
Maromba a Vácuo	10,0%	56,7%	33,3%
Bomba de Vácuo	32,0%	48,0%	20,0%
Embreagem Mecânica	70,0%	30,0%	0,0%
Cortador	28,6%	42,9%	28,6%
Esteiras	65,0%	35,0%	0,0%
Painel Elétrico	25,0%	58,3%	16,7%
Carrinhos	100,0%	0,0%	0,0%
Ventilador Centrifugo	70,0%	30,0%	0,0%
Fornos Abóbada	43,5%	43,5%	13,0%
Caminhões	55,0%	45,0%	0,0%


Fonte: Autor (2022).

5.6 Características técnicas dos equipamentos

Após codificar e definir a criticidade dos equipamentos, é fundamental agrupar as informações referentes às características técnicas dos equipamentos como fonte de pesquisa. Com isso, será mais fácil e rápido, realizar consultas sobre a máquina e identificar os possíveis pontos que originam a falha e corrigi-las.

Para padronizar a coleta das informações pertinentes a cada equipamento, será proposto um documento chamado Folha de Especificações (FE), esse documento requer uma revisão para que esteja sempre atualizado, além de requerer tempo até reunir as informações. Desse modo, a Figura 24, expressa o um modelo de FE para a cerâmica, exemplificando com algumas informações levantadas sobre a maromba a vácuo.

Figura 24 – Modelo de FE com as características técnicas da maromba a vácuo

Folha de especificação		Nº: 01
Equipamento: Maromba a Vácuo		Emissão: 10/12/2021
Fabricante: Itamaq LTDA		
Modelo: Maromba ZR-10H		Revisão: __/__/__
Tag: PRO-001-003-MAR-000		
Descrição:		
Maromba ou extrusora a vácuo de monoblocos com boquilhas ajustáveis		
Aplicação:		
Compactação da argila e modulação de blocos de construção cerâmicos de diversas dimensões		
Especificações técnicas		
Potência: 75cv de potência instalada Tensão: 220V/ 380V trifásica Frequência: 60 Hz Corrente: 176A/ 102A Rotação: 1185 rpm Peso: 2.500Kg Cubagem: 5,00m ³ Dimensões: 2275 x 1155 x 1260 mm Capacidade: 5 a 8 t/h Pressão: 7 a 10 kg/cm ³ Diâmetro helicóide: 300mm Composição: Aço inoxidável, aço carbono, material nitretado, polietileno e ligas metálicas		Ilustração: 
Peças de reposição		
Código	Item	Fabricante

Fonte: Autor (2022).

O modelo acima deve ser seguido para todos os equipamentos, destacando as especificações técnicas pertinentes a cada equipamento. Além disso, sempre que peças de reposição forem adquiridas devem ser acrescentadas na FE, para que seja um documento confiável e condizente com a realidade da empresa.

5.7 Levantamento de sobressalentes e ferramentas

O levantamento de sobressalentes é muito importante para as fases posteriores, como o planejamento e o controle. Desse modo, ao identificar que a empresa não faz o devido controle dos itens de reposição em estoque, evidenciou-se necessidade de trabalhar esse aspecto, pois, em situações de quebra há um grande gasto de tempo para verificar se as peças já estão disponíveis na cerâmica ou se é preciso comprar o item.

Para garantir uma maior eficiência na gestão e no planejamento da manutenção, é de suma importância realizar o levantamento de dados acerca das peças sobressalentes. Para isso é necessário que seja realizado um trabalho de campo, que demanda tempo e maior conhecimento sobre as instalações da empresa.

Com isso, será colocado um modelo que além de auxiliar no controle do estoque, vai indicar peças que devem ser compradas, para garantir que as ações corretivas planejadas sejam executadas de forma ágil. Assim, o modelo de ficha para o levantamento de sobressalentes, está disposto na Figura 25, logo abaixo.

Figura 25 – Folhas de listagem de sobressalentes

Listagem de sobressalentes			Emissão: __/__/__
			Revisão: __/__/__
Código	Descrição/ Especificação	Localização	Equipamentos

Fonte: Autor (2022).

Conforme a figura, a listagem deve ser feita de modo que as peças sejam codificadas bem como descritas e especificadas, por exemplo por tamanho e modelo, por fim deve-se indicar a localização e para quais equipamentos essa peça pode ser utilizada. Ademais, essa listagem deve ser revisada a cada nova compra ou utilização, sendo acrescentados itens ou retirados, sempre que necessário.

Com relação às ferramentas utilizadas na empresa para as manutenções, há uma certa organização, estando todas visualmente dispostas para facilitar a utilização e concentradas em um lugar destinado para esse objetivo. Assim, entre os materiais disponíveis estão: máquina de solda; retífica; esmerilhadeira; lixadeira; parafusadeira; furadeira; marretas; chaves allen 1,5/2/2,5/3/4/5/6/8/10 mm; jogo de chave combinada; chaves de fenda 3/4/5,5/6,5mm; alicate de bico; alicate de corte; alicate de pressão; multi testes; entre outros.

5.8 Registros do histórico e sistema de controle

Na última etapa referente aos cadastros, tem-se a criação de registros históricos, que irão auxiliar no sistema de controle e embasar a tomada de decisão. No entanto, a empresa em estudo, não possui sistemas informatizados e suas ações de manutenção são manuais, não havendo registro das ações armazenadas. Já na parte administrativa, há computadores onde são emitidas as notas fiscais e realizadas algumas atividades de informática, essas máquinas possuem o pacote *Office* instalado, contendo programas como *Excel* e *Word*.

O *Excel* permite a criação de bancos de dados com inserção e tabulação de dados, além da criação de relatórios, consultas, aplicação de gráficos e indicadores. Assim, a curto prazo, uma solução para o problema, voltado ao registro das informações, é investir na capacitação de funcionários para trabalhar na criação de um banco de dados no *Excel*, já que a compra de um sistema informatizado, como um sistema integrado de gestão ou ERP (*Enterprise Resource Planning*), não está nas prioridades econômicas da empresa.

As informações a serem introduzidas no banco de dados, são dados coletados dos documentos que seguem os modelos propostos neste estudo, como as ordens de serviço, assim o sistema de controle da empresa, a princípio será semi-informatizado. Com isso, a coleta de dados advém de documentos que devem ser armazenados na empresa em pastas identificadas e servir para alimentar essa base de dados no *Excel* que irá proporcionar, de forma mais fácil, a utilização de ferramentas de controle.

5.9 Definição de roteiros de inspeções visuais

Dentre os planos de manutenção, os roteiros de inspeções visuais são os mais simples, apresentando o princípio dos planos preventivos de forma mais elementar. Desse modo, com o auxílio dele, é possível identificar falhas previamente através da observação do comportamento de características visuais, auditivas, entre outros.

Como já mencionado no tópico 2.3.3.1, é a constância e familiaridade do executante com os padrões do equipamento, que fará com que ele perceba as mudanças e falhas. Com isso, é interessante fazer um *checklist* diariamente nos equipamentos antes de iniciar as operações, assim, a Figura 26, aponta um modelo de documento que indica os pontos de observação, através de um preenchimento rápido.

Figura 26 – Roteiro diário de inspeções

Checklist Diário de Inspeções Visuais										
Setor:									Folha: ___ / ___	
Executante:									Data: ___ / ___ / ___	
Equipamento	TAG	Características observadas							Observações	
		Estado de conservação	Limpeza	Instalação	Ruído	Vibração	Temperatura	Vazamentos		Lubrificação
Legenda de preenchimento para as condições de operação: OK - Operando P - Parado F - Falha identificada										
Observações gerais:										
Supervisionado por:									Em: ___ / ___ / ___	

Fonte: Autor (2022).

Como indicado no modelo, as observações devem ser simples, rápidas e embora devam ser realizadas com a devida atenção, não necessitam de muito detalhamento. Além disso, é indispensável a realização de supervisões para garantir a efetividade e realizar os devidos ajustes quando necessário.

Por ser um roteiro puramente sensorial, o *checklist* diário acaba não sendo suficiente na prevenção das falhas. Assim, é necessário numa periodicidade um pouco maior, realizar inspeções um pouco mais detalhadas com auxílio de alguns instrumentos de medição a fim de identificar parâmetros menos intuitivos.

A Figura 27, exibe um modelo de inspeções buscando o maior detalhamento nas verificações e gerando *feedbacks* para a melhoria do planejamento, com um maior intervalo de consulta, a sugestão inicial é realizá-lo mensalmente, mas após adquirir uma maior familiaridade com os equipamentos pode-se aumentar ou diminuir essa periodicidade, conforme as necessidades específicas. Ele deve ser aplicado a todos os equipamentos, além de ser atualizado quando houver necessidade e sua programação deve estar de acordo com o setor de produção, pois são ações que demandam mais tempo que as inspeções diárias, por fazer algumas ações mais simples, pequenas correções e substituições, durante a própria checagem, quando identificada a falha, já as mais complexas devem gerar solicitações de serviços.

Figura 27 – Roteiro de inspeções detalhadas

Checklist Detalhado de Inspeções Periódicas							
Nº: ____	Equipamento:			TAG:		Folha: ____ / ____	
	Setor:			Periodicidade:			
Parâmetros	Critérios das inspeções/ medições				Ação em casos de anomalias/ falhas	Informações adicionais	
	Critérios de avaliação	Instrumento	Método	Registro do resultado			
Vedação	Gaxetas	Sem vazamentos	-	Visual		Substituição	
	Conexões	Sem vazamentos	-	Visual		Substituição	
	Retentores	Sem vazamentos	-	Visual		Substituição	
Fixação	Parafusos	Apertado	Chave de boca	Manual		Correção (reapertar)	
	Porcas	Apertado	Chave de boca	Manual		Correção (reapertar)	
	Chavetas	Apertado	Chave de boca	Manual		Correção (reapertar)	
Condições de trabalho	Pressão	Especificada: ____	Manômetro	Visual		Gerar SS	
	Vazão	Especificada: ____	Med. de vazão	Visual		Gerar SS	
Vibração	Motor	Especificada: ____	Med. de vibração	Ponto indicado		Diminuir periodicidade	
	Base	Especificada: ____	Med. de vibração	Ponto indicado		Diminuir periodicidade	
Temperatura	Motor	Especificada: ____	Termômetro	Ponto indicado		Gerar SS	
	Engrenagens	Especificada: ____	Termômetro	Ponto indicado		Substituição	
	Base	Especificada: ____	Termômetro	Ponto indicado		Diminuir periodicidade	
Lubrificação	Rolamentos	Nível de óleo/graxa	Medidor	Ponto indicado		Correção (ajustar nível)	
	Engrenagens	Nível de óleo/graxa	Medidor	Ponto indicado		Correção (ajustar nível)	
	Eixos	Nível de óleo/graxa	Medidor	Ponto indicado		Correção (ajustar nível)	
Condutores elétricos	Tensão elétrica	Especificada: ____	Multímetro	Ponto indicado		Gerar SS	
	Corrente	Especificada: ____	Multímetro	Ponto indicado		Gerar SS	
	Frequência	Especificada: ____	Multímetro	Ponto indicado		Gerar SS	
	Resistência	Especificada: ____	Multímetro	Ponto indicado		Gerar SS	
Conservação	Pintura	Realizada	-	Visual		Substituição	
	Desgaste	Espessura especificada	Paquímetro	Manual		Gerar SS	
	Corrosão	Sem oxidação	-	Visual		Gerar SS	
	Cabos	Não descascados	-	Visual		Substituição	
Características individuais							
Executante:						Data: ____ / ____ / ____	

Fonte: Autor (2022).

5.10 Definição de um roteiro de lubrificação

A lubrificação é uma das ações preventivas mais corriqueiras das linhas de produção. Na cerâmica em estudo, todas as máquinas exigem lubrificação em seus componentes, pois tratam-se de equipamentos mecânicos com muito atrito.

Desse modo, um roteiro de lubrificação pode auxiliar na realização dessas ações garantindo que sejam feitas com rapidez e assertividade. Assim, a Figura 28, aponta um roteiro de lubrificação contendo que deve ser preenchido conforme a especificidade de cada máquina, referentes ao lubrificante, periodicidade, quantidade, entre outros.

Figura 28 – Roteiro de lubrificação

Plano de Lubrificação		
Setor:		Folha: ___/___
Executante:		
Equipamento:	Tipo de aplicação:	Nº:
Tag:	Lubrificante(s):	Periodicidade:
Pontos de lubrificação:	Quantidade(s):	Data: ___/___/___
Equipamento:	Tipo de aplicação:	Nº:
Tag:	Lubrificante(s):	Periodicidade:
Pontos de lubrificação:	Quantidade(s):	Data: ___/___/___
Equipamento:	Tipo de aplicação:	Nº:
Tag:	Lubrificante(s):	Periodicidade:
Pontos de lubrificação:	Quantidade(s):	Data: ___/___/___
Equipamento:	Tipo de aplicação:	Nº:
Tag:	Lubrificante(s):	Periodicidade:
Pontos de lubrificação:	Quantidade(s):	Data: ___/___/___
Observações:		

Fonte: Autor (2022).

5.11 Criação do plano de manutenção preventivo

Dado que já foram definidas as ações de inspeções, o próximo passo é a montagem do plano preventivo. Ele irá nortear no longo prazo as atividades a serem realizadas nos equipamentos e seus componentes, seguindo orientações de manuais ou da própria experiência prática com os equipamentos.

Ademais, a programação desse da periodicidade desse plano deve estar interligada ao planejamento da produção, de modo que, as paradas para as atividades preventivas impactem minimamente a produtividade. Por esse motivo, mesmo o planejamento sendo feito para longo prazo, deve-se ajustá-lo e revisá-lo sempre que houverem mudanças no calendário da empresa e também de acordo com as ações de manutenção através do histórico, das rotinas de inspeções, ordens de serviço e solicitações de serviço.

A Figura 29, mostra a elaboração de um plano de manutenção preventivo para um horizonte de dois anos. Nele, o apontamento das atividades a serem realizadas estão dispostas em forma de figuras geométricas, a fim de torná-lo mais visual, de modo que a legenda explica a seu significado e tem também a indicação para a falha que também devem ser registradas abaixo da figura que indica o que foi planejado.

Figura 29 – Plano de manutenções preventivas

Plano Preventivo																												
Planejador:																		Registros		Tipos de manutenção								
Programador:																		Planejado	Realizado	Inspeção	Reforma	Troca	Falha					
Folha: ____/____		Versão: _____		Emissão: ____/____/____				Revisão: ____/____/____				Realizado		●	■	▲	×											
Equipamento	Componente	TAG	Periodicidade	Ano 1												Ano 2												Descrição
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Enchedeira	Motor	EXT-001-001-ENC-001	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação				
	Concha	EXT-001-001-ENC-002	Semestral					□						□					□				□	Corrigir o desgaste				
	Cabine	EXT-001-001-ENC-003	Trimestral			○		○			○		○			○			○			○		Inspeção detalhada de rotina				
Misturador	Eixos	PRO-001-001-MIS-001	Bimestral		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina				
	Motor 10CV	PRO-001-001-MIS-002	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação				
	Pás	PRO-001-001-MIS-003	Trimestral			□		□		□		□		□		□		□		□		□		Corrigir o desgaste				
	Polias	PRO-001-001-MIS-004	Anual							△											△			Substituição por desgaste e ineficiência				
	Correias	PRO-001-001-MIS-005	Trimestral	△			△		△		△		△		△		△		△		△		△	Substituição por desgaste e ineficiência				
	Motores	PRO-001-002-LAM-001	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação				
	Rolos de quebra	PRO-001-002-LAM-002	Semestral	□					□					□					□					Corrigir o desgaste				
	Camisa	PRO-001-002-LAM-003	Bimestral		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina				

Laminador	Rolamentos	PRO-001-002-LAM-004	Mensal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção com foco na lubrificação
	Mancais	PRO-001-002-LAM-005	Mensal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção com foco na lubrificação
	Polias	PRO-001-002-LAM-006	Anual					<input type="checkbox"/>										<input type="checkbox"/>						Substituição por desgaste e ineficiência
	Correias	PRO-001-002-LAM-007	Trimestral			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Substituição por desgaste e ineficiência
Maromba a Vácuo	Motor 75CV	PRO-001-003-MAR-001	Mensal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção com foco na lubrificação
	Eixo helicóide	PRO-001-003-MAR-002	Bimestral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção detalhada de rotina
	Eixos	PRO-001-003-MAR-003	Bimestral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção detalhada de rotina
	Calçadores	PRO-001-003-MAR-004	Trimestral			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Corrigir o desgaste
	Camisa	PRO-001-003-MAR-005	Bimestral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção detalhada de rotina
	Rolamentos	PRO-001-003-MAR-006	Mensal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção com foco na lubrificação
	Engrenagens	PRO-001-003-MAR-007	Mensal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção com foco na lubrificação
	Boquilhas	PRO-001-003-MAR-008	Trimestral			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Corrigir o desgaste
Bomba de Vácuo	Camisa	PRO-001-004-BOM-001	Bimestral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção detalhada de rotina
	Motor 10CV	PRO-001-004-BOM-002	Mensal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inspeção com foco na lubrificação
	Rotores	PRO-001-004-BOM-003	Semestral	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>						Corrigir o desgaste
	Selo mecânico	PRO-001-004-BOM-004	Anual					<input type="checkbox"/>										<input type="checkbox"/>						Substituição por desgaste e ineficiência

	Eixo	PRO-001-004-BCM-005	Bimestral		○		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina
Embreagem	Colar	PRO-001-005-EMB-001	Bimestral	○		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina	
	Disco	PRO-001-005-EMB-002	Bimestral	○		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina	
	Plator	PRO-001-005-EMB-003	Bimestral	○		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina	
	Polias	PRO-001-005-EMB-004	Anual								△								△		Substituição por desgaste e ineficiência	
	Correias	PRO-001-005-EMB-005	Trimestral	△			△			△			△			△			△		Substituição por desgaste e ineficiência	
	Rolamentos	PRO-001-005-EMB-006	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação
Cortador	Motor 2CV	PRO-001-006-COR-001	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação	
	Correntes	PRO-001-006-COR-002	Semestral	△						△								△		Substituição por desgaste e ineficiência		
	Engrenagens	PRO-001-006-COR-003	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação	
	Embreagem	PRO-001-006-COR-004	Bimestral		○		○		○		○		○		○		○		○	Inspeção detalhada de rotina		
	Esteira	PRO-001-006-COR-005	Anual								△								△		Substituição por desgaste e ineficiência	
	Arame de corte	PRO-001-006-COR-006	Diário	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	Substituição por quebra	
Esteiras	Motores	PRO-001-007-EST-001	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação	
	Rolos	PRO-001-007-EST-002	Trimestral			□			□			□			□			□		Corrigir o desgaste		
	Lonas	PRO-001-007-EST-003	Anual	△																Substituição por desgaste e ineficiência		

Painel Elétrico	Fusíveis	PRO-001-012-PAI-001	Trimestral			○			○			○			○			○			○	Inspeção detalhada de rotina	
	Disjuntores	PRO-001-012-PAI-002	Trimestral			○			○			○			○			○			○	Inspeção detalhada de rotina	
	Relés	PRO-001-012-PAI-003	Trimestral			○			○			○			○			○			○	Inspeção detalhada de rotina	
	Capacitores	PRO-001-012-PAI-004	Trimestral			○			○			○			○			○			○	Inspeção detalhada de rotina	
	Chaves magnéticas	PRO-001-012-PAI-005	Trimestral			○			○			○			○			○			○	Inspeção detalhada de rotina	
Caminhos	-	SEC-001-001-CAR-000	Trimestral		○			○			○			○			○			○		Inspeção detalhada de rotina	
Fornos	-	QUE-001-001-FOR-000	Anual						□											□		Corrigir o desgaste	
Ventilador Centrifugo	Motor 10CV	QUE-001-004-VEM-001	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção com foco na lubrificação
	Camisa	QUE-001-004-VEM-002	Bimestral		○			○			○			○			○			○		Inspeção detalhada de rotina	
	Pás	QUE-001-004-VEM-003	Anual	△																△			Substituição por desgaste e ineficiência
Caminhões	-	EXP-001-001-CAM-000	Mensal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Inspeção detalhada de rotina

Fonte: Autor (2022).

No tópico 5.5, alguns equipamentos, como: enchedeira, embreagem, esteiras, carrinhos, ventilador, fornos e caminhões, tiveram em sua análise uma tendência maior para as estratégias corretivas. No entanto, algumas atividades preventivas básicas devem ser realizadas a fim de prolongar a vida útil de seus componentes, conforme apresentado na figura acima. Além disso, deve-se evitar ao máximo as corretivas não planejadas, por isso é importante realizar as inspeções e planejar os procedimentos para diminuir o tempo da ação corretiva.

5.12 Definição dos indicadores de desempenho

Essa é a etapa que corresponde ao controle da manutenção, ela é fundamental para a continuidade do PCM. Como foi mostrado no tópico 2.5, os indicadores de desempenho, que tornam mensuráveis os resultados das estratégias de manutenção. Com isso, é possível ajustar da melhor maneira o planejamento e dispor de mais embasamento para auxiliar na tomada de decisão.

Diante do plano de manutenção estabelecido, é interessante que a princípio, sejam adotados os indicadores: MTBF, MTTR, disponibilidade física, custo de manutenção por faturamento e *backlog*. Assim, o Quadro 17, indica quais parâmetros necessários, a importância para a manutenção do PCM e como devem ser interpretados os resultados.

Quadro 17 – Indicadores de desempenho selecionados para a proposta de PCM

Indicador	Parâmetros necessários	Importância	Interpretação
MTBF	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo total da máquina em operação; • Quantidade de falhas. 	Responsável por medir a confiabilidade e a disponibilidade do sistema.	O aumento do tempo médio entre as falhas é algo positivo, logo com a introdução de políticas de manutenções preventivas, esperasse que esse índice aumente.
MTTR	<ul style="list-style-type: none"> • Somatório dos tempos de reparo; • Quantidade de falhas. 	Indica a eficácia das ações de manutenção e ajuda a prever quanto tempo será gasto na correção de uma falha.	A empresa deve se esforçar para reduzir ao máximo esse índice. Um menor o tempo médio de reparo, indica uma maior capacidade de resposta aos problemas.
Disponibilidade física	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo total da máquina em operação; • Tempo total do período (incluindo o tempo de reparo). 	Representa a porcentagem de tempo que um equipamento está apto para operação, sendo essencial para o planejamento da manutenção.	O aumento desse índice, representa um bom resultado para a manutenção e significa uma maior produtividade.
Custo de manutenção por faturamento	<ul style="list-style-type: none"> • Custo total das ações de manutenção; • Faturamento bruto. 	Indica o percentual do faturamento bruto da empresa que será destinado a cobrir os custos de manutenção, incluindo ações corretivas e preventivas.	A redução desse índice indica uma boa eficiência do setor de manutenção.
<i>Backlog</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Total de homens horas (HH) locados; • Total de homens horas (HH) disponível. 	Aponta a capacidade de execução dos serviços de manutenção pendentes pela força de trabalho da empresa	O ideal seria um <i>backlog</i> igual a 1 pois não haveria ociosidade nem atraso na execução das OS. Um número superior a 1 indica mão de obra insuficiente e inferior a 1 sinaliza mão de obra ociosa.

Fonte: Autor (2022).

Os indicadores acima, foram escolhidos com base na literatura e também de acordo com a empresa. Com isso, acredita-se que, através do acompanhamento desses índices, seja possível realizar o controle da manutenção, ajustando o planejamento quando necessário, além de identificar problemas com a utilização dos recursos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da proposta dessa metodologia de gestão da manutenção, a empresa passará a ter uma ferramenta para apoiar todas as etapas da estruturação do setor, bem como organizar e cadastrar seus recursos e atividades, para facilitar as intervenções. Ademais, o sistema de PCM também irá trazer meios que possibilitam o acompanhamento do desempenho do setor e das ações, incentivando a melhoria contínua e o aprimoramento do planejamento e programação das manutenções.

A utilização das funções do PCM, irá proporcionar uma visão sistêmica acerca da manutenção. Além disso, as etapas listadas no capítulo 5, propõe uma reestruturação, para além do setor de manutenção, sendo abordado também a necessidade de um fortalecimento da cultura organizacional. Pois, acredita-se que através das capacitações, do incentivo a manutenção autônoma, a realização de inspeções padronizadas e a autonomia para notificar problemas, fazem com que os operadores passem a se sentirem parte da empresa e sejam motivados a cuidarem melhor dos instrumentos de trabalho.

Ao longo da coleta de dados, foi possível identificar uma série de problemas com causas que dificultam o andamento das manutenções e conseqüentemente interferem negativamente nos resultados da empresa, quanto a produtividade e custos. Assim, o estudo desenvolvido através da implementação do PCM, busca gerar melhorias, eliminando e minimizando os impactos desses problemas. O Quadro 18 aponta os problemas identificados e como o modelo proposto busca saná-lo.

Quadro 18 – Propostas de melhorias embasadas no PCM para os problemas identificados

Problemas Identificados	Prostas de melhorias através do modelo (PCM)
Ausência de treinamento com os funcionários.	<ul style="list-style-type: none"> • Sugere que os funcionários sejam capacitados para as suas funções, principalmente quanto as manutenções (TÓPICO 5.3).
Predominância de manutenções corretivas não planejadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração da estratégia com base nos métodos de manutenção mais adequado a cada equipamento, considerando a criticidade entre outros fatores (TÓPICO 5.5); • Sugere de <i>checklist</i> para as inspeções visuais com ações preventivas (TÓPICO 5.9); • Sugere um modelo para roteiro de lubrificação (TÓPICO 5.10).
Ausência de documentos padrões e documentos/ manuais para auxiliar as manutenções.	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de modelos de notificação padrão através de solicitações e ordens de serviço (TÓPICO 5.4); • Propõe um modelo folha de especificações com as características técnicas dos equipamentos para reunir informações sobre cada equipamento de maneira padronizada (TÓPICO 5.6); • Modelo de listagem de sobressalentes para identificar e localizar peças que já se encontram na cerâmica, agilizando a substituição (TÓPICO 5.7).
Inexistência de histórico/ registro das manutenções.	<ul style="list-style-type: none"> • Sugere um sistema de banco de dados com base nas prioridades econômicas da empresa (TÓPICO 5.8); • Dispõe modelos de documentos para registros das manutenções e que proporcionam reunir informações de forma manual e pode compor um banco de dados não informatizado (TÓPICO 5.4; 5.6; 5.7; 5.9; 5.10).
Informalidade e falta de padronização do fluxo de manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe um desenho de fluxo de informações desde a identificação da falha até o controle das manutenções através de indicadores de desempenho (TÓPICO 5.3); • Criação de modelos de notificação padrão através de SS e OS (TÓPICO 5.4).
Inexistência de planos e programação de manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispõe de modelos para auxiliar os planos mais simples, como inspeções e lubrificação (TÓPICO 5.9; 5.10); • Propõe um plano preventivo com as ações descritas e programadas para dois anos para os componentes principais de todos os equipamentos (TÓPICO 5.11).
Ausência de tagueamento e codificação.	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de níveis para elaboração das TAGs e um padrão de codificação, bem como, a listagem dos equipamentos e seus principais componentes e suas respectivas codificações (TÓPICO 5.2).
Falta de estruturação do setor de manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe uma estruturação para o setor com um modelo de organograma que melhor atenderá a cerâmica (TÓPICO 5.3).

Fonte: Autor (2022).

É importante ressaltar também a importância da adoção dos indicadores de desempenho, com eles, é possível mensurar numericamente o desempenho das atividades de manutenção, bem como da equipe. Desse modo, eles se tornam ferramentas essenciais para o controle da manutenção, por isso, no tópico 5.12 foram selecionados 5 indicadores que atendem as necessidades de controle da cerâmica.

Por se tratar de um estudo de caso, os benefícios para empresa só poderão ser medidos de maneira mais concreta após a implementação do modelo proposto. No entanto, como levantado no referencial teórico deste trabalho, tópico 2.6, os trabalhos com o tema

deste estudo, ou voltados para gestão de manutenção em indústrias de cerâmica vermelha, evidenciam benefícios e melhorias nas empresas. O Quadro 19, mostra algumas melhorias esperadas após a validação do modelo proposto e os respectivos autores.

Quadro 19 – Melhorias esperadas de acordo com trabalhos anteriores em cerâmicas

Melhorias esperadas	Autor(es)
• Aumento da disponibilidade dos equipamentos	(BRISTOT, 2012; BRISTOT <i>et al.</i> , 2012; MEDEIROS <i>et al.</i> , 2015; OLIVEIRA, 2018)
• Aumento da produtividade	(BRISTOT, 2012; BRISTOT <i>et al.</i> , 2012; CARDOSO MOREIRA, 2021; CUSTÓDIO, 2016; MEDEIROS <i>et al.</i> , 2015; OLIVEIRA, 2018)
• Redução do número de paradas não programadas	(BRISTOT <i>et al.</i> , 2012; OLIVEIRA, 2018)
• Redução de custos	(BRISTOT, 2012; BRISTOT <i>et al.</i> , 2012; CARDOSO MOREIRA, 2021; CUSTÓDIO, 2016; MEDEIROS <i>et al.</i> , 2015; OLIVEIRA, 2018)
• Maior qualidade nas execuções das manutenções	(BRISTOT, 2012; PAES <i>et al.</i> , 2014)
• Padronização dos procedimentos	(CARDOSO MOREIRA, 2021; CUSTÓDIO, 2016; MEDEIROS <i>et al.</i> , 2015)
• Prolongamento da vida útil dos equipamentos	(CUSTÓDIO, 2016)
• Aumento a capacidade de respostas aos problemas	(CARDOSO MOREIRA, 2021)

Fonte: Autor (2022).

Diante do exposto, pode-se afirmar que o a implementação do modelo é factível, uma vez que são evidenciadas melhorias. Além disso, a empresa se mostra preocupada com a atual situação e dá abertura para novas propostas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de caso, teve como finalidade propor a implantação de um modelo base para a estruturação do PCM e suas funções numa empresa de cerâmica vermelha. Com isso, busca-se melhorar a gestão da manutenção da organização, dando o devido suporte para que as atividades sejam executadas da forma mais fluida possível, objetivando o aumento da disponibilidade das máquinas e a redução de custos.

Diante do atual cenário, onde o mercado se mostra competitivo e volátil, foi identificada a necessidade de olhar para as organizações de forma mais estratégica. Assim, a importância de se ter um bom sistema de planejamento e controle da manutenção se tornou uma ideia mais difundida, pois as paradas não programadas, além de agregar altos custos para a empresa, podem influir negativamente na imagem da empresa junto ao cliente, por ocasionar atrasos na produção e conseqüentemente na entrega.

Com isso, foram estudados os principais conceitos acerca do tema englobando a gestão da manutenção, para tal, foram levantados trabalhos de autores que contribuíram para empresas de diversos ramos. Esse levantamento, serviu de base para o entendimento de como os modelos propostos na literatura poderiam se relacionar com a realidade da empresa em estudo.

Através do estudo de caso, foi possível conhecer a maneira como a empresa realiza suas atividades e descrever o processo produtivo, as máquinas utilizadas, bem como os seus componentes. Assim, foi constatada a necessidade de um sistema de planejamento e controle de manutenção, que estruturasse o setor, pois os problemas identificados correspondiam a falta de organização e de padronização, perda de informações e, principalmente, o número elevado de paradas não programadas. Na coleta de dados, além da identificação dos problemas, foram levantadas informações que delimitaram como é estruturada a gestão.

As etapas desenvolvidas no trabalho para a estruturar as funções do PCM, foram compostas de definições de padrões para a organização das informações, formulação de documentos e de planos de atividade de manutenção preventiva, a fim de guiar os funcionários na execução das tarefas. Com estas, etapas pretende-se melhorar os processos e também a equipe para que a resposta aos problemas seja mais rápida e assertiva.

Entretanto, é importante salientar que o condicionamento do modelo quanto a implementação, as informações e ferramentas, segue o passo-a-passo descrito nas etapas propostas. Ademais, é imprescindível realizar as capacitações dos envolvidos nesse processo e

dos demais operadores para incentivo da manutenção autônoma, assim, a empresa irá alcançar a padronização das suas ações e fortalecer a cultura organizacional.

Por fim, constata-se que o estudo possibilitou o mapeamento do processo e dos equipamentos bem como o entendimento do cenário da gestão de manutenção da empresa. Além disso, o modelo proposto, através do PCM, possibilita a organização das informações pertinentes ao setor, bem como sua estruturação, a padronização dos procedimentos e a construção de um registro histórico das manutenções. Assim, para comprovar a eficiência desse sistema de planejamento e controle, se faz necessário, além da implantação, a mensuração dos resultados alcançados, para tal, são propostos a utilização dos indicadores.

Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo para validar a proposta na empresa mencionada. Além disso, recomenda-se a replicação das etapas, desenvolvidas neste trabalho, em outras organizações do mesmo segmento, mediante a importância das funções do PCM para as empresas do setor cerâmico, e também, a realização de busca bibliométrica em outras plataformas.

REFERÊNCIAS

ABCERAM. Disponível em: <https://abceram.org.br/>. Acesso em: 15 set. 2021.

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

ANICER. Relatório Anual, 2014. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/relatorio-anual/>. Acesso em: 15 set. 2021

BRISTOT, V. M. *et al.* Manutenção preditiva em indústrias de revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 17, n.1, p. 29-35, jan./fev. 2012.

BRISTOT, V. M. **Estudo para implantação de sistema de gestão de manutenção em indústrias de conformação de revestimentos cerâmicos**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos de Fabricação) - Departamento de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BUTARELLI, F. P. **Estruturação do planejamento e controle da manutenção em uma fábrica de rações**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados, 2011.

CARDOSO MOREIRA, F. S. **Proposta de um plano de manutenção em uma indústria de cerâmica vermelha: um estudo de caso**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Ceará, Russas, 2021.

CARVALHO, A. M. *et al.* **Implantação de sistema informatizado para planejamento e controle da manutenção - Empresa Vileflex**. 2009. Monografia (Tecnólogo em Manutenção Industrial) - Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares, 2009.

CUSTÓDIO, S. F. **Estudo comparativo entre quatro indústrias do ramo cerâmico sobre a influência da gestão da manutenção na produtividade das organizações**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2016.

DE OLIVEIRA, M. M. **Análise de métodos estatísticos em planejamento e controle de manutenção**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

DE PATER, Ingeborg; MITICI, Mihaela. Predictive maintenance for multi-component systems of repairables with Remaining-Useful-Life prognostics and a limited stock of spare components. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 214, p. 107761, 2021.

DE SOUZA, Naiara Meireles; DE ALMEIDA FILHO, Adiel Teixeira. A systematic airport runway maintenance and inspection policy based on a delay time modeling approach. **Automation in Construction**, v. 110, p. 103039, 2020.

FARAH, A. A. **Implantação de um sistema de planejamento e controle da manutenção**

em uma indústria de produtos químicos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial [recurso eletrônico].** Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

GARCIA, F. L.; NUNES, F. L. Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical: um estudo de caso. **Tecnologia e Tendências**, v. 9, n. 2, jul./dez. 2014.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

GOIS SENA, M. C. **Desenvolvimento e aplicação de um sistema para controle de manutenção em uma empresa de locação de máquinas de construção.** 2020. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

HÜNEMEYER, F. J. **Proposta de implantação das funções de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma linha de produção.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2017.

IEL/ CE. ESTUDO SOCIOECONÔMICO DO SETOR DA CERÂMICA VERMELHA. 2015. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/pda/capacitacao-sindical/catalogo-de-boas-praticas-sindicais/76/>. Acesso em: 15 set. 2021.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

LOTTERMANN, A. A. **Elaboração de um plano de manutenção para máquinas de usinagem de laboratório de estudos da FAHOR.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade Horizontina, Horizontina, 2014.

MEDEIROS, L. D. D. *et al.* Proposta de elaboração de um plano de manutenção em uma empresa cerâmica. *In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 35., 2015, Fortaleza, **Anais** [...]. Fortaleza: ABEPRO, 2015.

MONCHY, F. **A função manutenção - Formação para agência da manutenção industrial.** Tradução: Jacqueline C. Karsaklian. São Paulo: Editora Durban Ltda, 1989.

MORETTI, I. C.; CRUS, P. G.; GUIMARÃES T. C. Planejamento e controle da manutenção (PCM): um estudo de caso em uma empresa de confecção de bonés. *In: ConBRepro - Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*, 9., 2019, Ponta Grossa, **Anais** [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2019.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (Reliability Centered Maintenance–RCM).** Tradução: Kleber Siqueirar. São Paulo: Aladon, 2000.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva.** São Paulo: Blucher, 1989. v. 1.

NGUYEN, Kim-Anh; DO, Phuc; GRALL, Antoine. Condition-based maintenance for multi-component systems using importance measure and predictive information. **International Journal of Systems Science: Operations & Logistics**, v. 1, n. 4, p. 228-245, 2014.

NUNES NETO, K. F.; CASTRO, L. O.; ALMEIDA, T. S. Concepção de uma proposta de manutenção em uma empresa do ramo de ótica. *In*: SINEP - Simpósio Nacional de Engenharia de Produção, 2018, Dourados, **Anais [...]**. Dourados: AEEP, 2018.

OLIVEIRA, P. C. S. **Análise dos modos de falhas em decorrência da operação de uma indústria cerâmica**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018.

PAES, L. A. B. *et al.* Estudo sobre o processo corrosivo e a manutenção empregada no misturador da produção industrial de cerâmica vermelha em Campos dos Goytacazes. **Persp. online: exatas. & eng**, Campos os Goytacazes, v. 9, n. 4, p. 13-25, 2014.

PEZESHKIAN, A. AND HAMIDI, N. Presenting the model in improving maintenance and excellence in organizational culture and reliability in Iran tile and ceramic industries", **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, Vol. 26 No. 3, pp. 369-382. 2020.

QUEIROZ, L. M. D. A. Planejamento e controle da manutenção aplicados ao processo de manufatura no ramo alimentício. *In*: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza, **Anais [...]**. Fortaleza: ABEPRO, 2015.

RAMOS, O. R. *et al.* **Estudo de caso da implementação do PCM em uma empresa de prestação de serviços de instalação de linhas de transmissão e subestações de energia**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário Una, Sete Lagoas, 2021.

RAZA, Tahir; MUHAMMAD, Masdi Bin; MAJID, Mohd Amin Abd. A comprehensive framework and key performance indicators for maintenance performance measurement. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 11, n. 20, p. 12146-12152, 2016.

SANTOS, W. L. D.; MOURA, R. O. Implantação de planejamento de manutenção em indústria de tratamento de esgoto. *In*: SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 23., 2016. Bauru, **Anais [...]**. Bauru: Unesp, 2016.

SCOPUS. Disponível em: <https://www.scopus.com/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

SEBRAE. Cerâmica vermelha: panorama do mercado no Brasil. Boletim de inteligência, 2015. Disponível em: <http://www.bibliotecas.sebrae.com.br>. Acesso em: 15 set. 2021.

SILVA, R. N. D. *et al.* Análise e controle da manutenção numa indústria alimentícia de grande porte localizada na cidade de Mossoró/RN. *In*: SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 23., 2016, Bauru, **Anais [...]**. Bauru: Unesp, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução:

Maria Teresa Corrêa De Oliveira. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, V. M. S. **Proposta de implantação de PCM para uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica.** 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

SOEIRO, M. V. DE A.; OLIVIO, A.; LUCATO, A. V. R. **Gestão da manutenção.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

SOUZA, F. B. D. *et al.* Proposta de implantação das funções de planejamento e controle da manutenção (PCM) em uma panificadora. *In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 40., 2020, Foz do Iguaçu, **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2020.

TELES, J. **Planejamento e controle de manutenção descomplicado: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM.** Brasília: Engeteles Editora, 2019.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2002.

WYRELSKI, J. **Manutenção produtiva total - Um modelo adaptado.** 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/158161>. Acesso em: 09 set. 2021.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** 2. ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2014.

YANG, Li *et al.* A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. **European Journal of Operational Research**, v. 274, n. 3, p. 966-977, 2019.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA COLETA DE DADOS

- 1. Ano de fundação da empresa?**
- 2. Quantidade de funcionários por função?**
- 3. Produção média mensal com base no último ano?**
- 4. Qual o mix de produtos fabricados na planta?**
- 5. É realizado algum tipo de treinamento com os funcionários acerca das manutenções? Se sim, quais?**
- 6. Quando a manutenção do equipamento é realizada**
 - () Quando é detectada a perda de desempenho da máquina.
 - () Quando a máquina apresenta falha ou quebra inesperada.
 - () De forma periódica e programada, com os intervalos de tempo bem definidos.
 - () É realizado o acompanhamento da máquina por meio de *softwares* ou equipamentos e as ações são desenvolvidas de acordo com a identificação de modificações no funcionamento.
 - () De forma periódica e programada, com os intervalos de tempo bem definidos.
 - () São feitas investigações nas máquinas, com o objetivo de identificar falhas ocultas.
- 7. Por quem são realizadas as ações de manutenção?**
- 8. A empresa possui documentos para auxiliar as manutenções? Se sim, quais?**
- 9. São feitos registros de manutenção quando ocorrem intervenções, trocas de peças ou reparos?**
 - () Nunca
 - () Às vezes
 - () Sempre
- 10. A empresa conta com procedimentos padrões para utilização e/ou manutenção das máquinas?**
- 11. Frequência das paradas não programadas por problemas no maquinário:**
 - () Uma vez a cada mês.
 - () Uma vez a cada seis meses.
 - () Uma vez a cada três meses.
 - () Uma vez a cada ano.
- 12. Quais máquinas apresentam o maior índice de paradas? E quais apresentam o menor índice?**
- 13. São realizados registros de paradas?**
 - () Nunca
 - () Às vezes
 - () Sempre
- 14. Quando ocorrem paradas há perda na produção?**
 - () Nunca
 - () Às vezes
 - () Sempre

15. Qual o gargalo do sistema produtivo?
16. Existem atividades de manutenção realizadas por terceiros? Se sim, quais atividades são realizadas pela empresa e quais são realizadas por terceiros?
17. Quais os equipamentos requerem maior atenção e por que?
18. A empresa possui planos de manutenção? Se sim, ela segue esses planos?
19. Como ocorrem as lubrificações dos equipamentos?
20. Existem componentes mantidos na empresa, como peças sobressalentes? Se sim quais e de quais máquinas?
21. Quais ferramentas são normalmente utilizadas durante as atividades de manutenções?