



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

REISÂNIA DE JESUS SILVA

**ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PREDITIVA E PREVENTIVA NAS  
INDÚSTRIAS DO RECÔNCAVO DA BAHIA**

CRUZ DAS ALMAS - BA

2022

REISÂNIA DE JESUS SILVA

**ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PREDITIVA E PREVENTIVA NAS  
INDÚSTRIAS DO RECÔNCAVO DA BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Bacharela em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Vânio Vicente S. de  
Souza

CRUZ DAS ALMAS - BA

2022

REISÂNIA DE JESUS SILVA

**ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PREDITIVA E PREVENTIVA NAS  
INDÚSTRIAS DO RECÔNCAVO DA BAHIA**

Parte manuscrita do Projeto de Graduação da discente **REISÂNIA DE JESUS SILVA**,  
apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial  
para obtenção do grau de Bacharela em Engenharia Mecânica.

Aprovada em, 25 de julho de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA:

  
**Vânio Vicente S. Souza**  
Professor Assistente - UFRB  
SIAPE 150370-1

---

**Profº Me. Vânio Vicente Santos de Souza**  
Orientador

*Carlos Alberto Tosta Machado*

---

**Profº Esp. Carlos Alberto Tosta Machado**  
Examinador 01



---

**Profº Esp. Edilberto Andrade Silva**  
Examinador 02

"Deus não escolhe os capacitados,  
mas capacita os escolhidos. Fazer  
ou não fazer algo só depende de  
nossa vontade e perseverança"  
(Albert Einstein)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre iluminar meus caminhos, renovar minhas esperanças e jamais me deixar desistir. Por ter me concedido força, saúde, sabedoria e coragem. Por toda proteção e cuidado a mim oferecidos e me fazer seguir em frente na minha trajetória acadêmica.

Aos meus amados pais, Carlos Antônio e Nivalda, por todo apoio, incentivo e amor incondicional, pela paciência nas horas mais difíceis e de desânimo, por sempre me encherem de esperança e nunca me deixarem perder a fé e pela capacidade de acreditarem e investirem em mim, apesar das dificuldades que temos enfrentado. Vocês são meus maiores exemplos de vida, perseverança e confiança.

Às minhas irmãs e amigas, Cristiane e Renata, às minhas queridas avós Maria da Conceição (em memória) e Madalena Carolina, e à toda minha família pelo carinho, amor e força.

Considero-me abençoada por ter conhecido pessoas boas ao longo deste meu tempo de Recôncavo. Gratidão especial a todos que fizeram parte desta jornada de adaptação, maturidade e conhecimento.

Enfim a todos que fizeram parte direta ou indiretamente da minha formação, fica o meu imenso agradecimento.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo fazer a prospecção das atividades de manutenção preditiva no setor de engenharia mecânica do Recôncavo da Bahia através de um checklist preenchido por 31 indústrias que utilizam a engenharia mecânica em suas atividades. Para tanto, foi realizado inicialmente um levantamento bibliográfico do conceito de manutenção, seguido de pesquisa realizada em empresas de engenharia mecânica com mais de 07 funcionários, utilizando os dados da FIEB (Federação das Indústrias do Estado da Bahia), posteriormente foi preenchido um checklist, por parte das empresas. Os itens considerados na avaliação se limitaram a técnicas preventivas e preditivas, a saber: medição de espessura, análise de vibração, análise de óleo, medição de temperatura, plano de manutenção, ultrassom de chapas, balanceamento, calibração e ultrassom de rolamentos. Com base nos resultados coletados, a distribuição geográfica das empresas em diferentes cidades do Recôncavo da Bahia pôde ser representada através do mapa de distribuição dos serviços de manutenção preditiva no cenário da indústria mecânica e os resultados mostram a presença de manutenção preditiva. As empresas envolvidas foram desagregadas por classes quanto a quantidade de funcionários, (55%) das pequenas empresas (Classe B – De 20 a 99 funcionários), têm uma taxa de manutenção preditiva maior do que a Classe A (microempresas – Até 19 funcionários). As empresas avaliadas estavam concentradas principalmente em Santo Antônio de Jesus (38%) e Cruz das Almas (16%). Trabalhos futuros podem aumentar o número de empresas respondentes, e melhorar a análise dos resultados.

***Palavras-chave:*** engenharia; estudo de caso; tecnologia; prospecção de atividades de manutenção; região do Recôncavo da Bahia.

## ABSTRACT

This work aims to prospect predictive maintenance activities in the mechanical engineering sector of the Recôncavo da Bahia through a checklist filled in by 31 industries that use mechanical engineering in their activities. To this end, a bibliographic survey of the maintenance concept was initially carried out, followed by research carried out in mechanical engineering companies with more than 07 employees, using data from FIEB (Federation of Industries of the State of Bahia), later a checklist was completed, by the companies. The items considered in the evaluation were limited to preventive and predictive techniques, namely: thickness measurement, vibration analysis, oil analysis, temperature measurement, maintenance plan, sheet ultrasound, balancing, calibration and bearing ultrasound. Based on the results collected, the geographic distribution of companies in different cities of the Recôncavo da Bahia could be represented through the distribution map of predictive maintenance services in the mechanical industry scenario and the results show the presence of predictive maintenance. The companies involved were disaggregated by classes in terms of the number of employees, (55%) of small companies (Class B – From 20 to 99 employees), have a higher predictive maintenance rate than Class A (micro companies – Up to 19 employees). The companies evaluated were mainly concentrated in Santo Antônio de Jesus (38%) and Cruz das Almas (16%). Future work may increase the number of responding companies, and improve the analysis of results.

**Keywords:** engineering; case study; technology; prospecting for maintenance activities; region of the Recôncavo of Bahia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do Tempo - Gerações da Manutenção .....	18
Figura 2 - Diagrama de Custos da Manutenção .....	22
Figura 3 - Balanço das manutenções .....	22
Figura 4 – Análise e Espectro de Vibrações.....	30
Figura 5 - Termografia aplicada à um motor elétrico com uma câmera térmica	32
Figura 6 - Análise de óleo e Contador de Partículas .....	35
Figura 7 - Medidor de espessura ultrassônico.....	36
Figura 8 - Fluxograma da metodologia aplicada .....	38
Figura 9 - Classificação de Porte de estabelecimentos segundo número de empregados .....	41
Figura 10 - Porcentagem do Plano de Manutenção .....	42
Figura 11 - Distribuição espacial dos municípios envolvidos na pesquisa .....	44
Figura 12 - Porcentagem do número de empresas subdividido por classes .....	45
Figura 13 - Porcentual dos tipos de manutenção total FIEB e Egressos.....	46
Figura 14 - Porcentagem global das manutenções obtidas do Checklist .....	47



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Código dos Municípios da Região Nordeste - Recôncavo .....	40
Quadro 2 - Empresas que participaram da pesquisa e o total de respostas obtidas.	43
Quadro 3 - Tipos de Manutenções analisadas no Checklist .....	45
Quadro 4 - Análises feitas após pesquisas realizadas através do checklist.....	46
Quadro 5 - Classificação de porte em classes .....	82

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
FIEB	Federação das Indústrias do Estado da Bahia
NBR	Norma Brasileira
FFT	Transformada rápida de Fourier
END	Ensaio Não Destrutivo
SIT	Sistema de Informações Territoriais
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
MEI	Microempresas
EPP	Empresas de Pequeno Porte
MP	Médio Porte
GE	Grandes Empresas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema da pesquisa</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>1.5</b>	<b>Estrutura da monografia</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>A história da manutenção</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Conceitos em Manutenção</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Principais tipos de Manutenção</b> .....	<b>21</b>
2.3.1	Manutenção Corretiva.....	23
2.3.2	Manutenção Preventiva .....	25
2.3.3	Manutenção Preditiva .....	26
<b>2.4</b>	<b>Principais técnicas de Manutenção Preditiva</b> .....	<b>29</b>
2.4.1	Análise de Vibrações .....	29
2.4.2	Termografia.....	32
2.4.3	Análise de Óleo.....	34
2.4.4	Ultrassom.....	36
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1</b>	<b>Fluxograma da Metodologia</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS DE DISCUSSÕES</b> .....	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>

<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>
ANEXO A - Empresas do Recôncavo da Bahia, segundo FIEB ( <a href="https://www.fieb.org.br/guia-industrial/consulta-basica/">https://www.fieb.org.br/guia-industrial/consulta-basica/</a> ).....	55
ANEXO B - Lista de Egressos UFRB 2012 – 2022 ( <a href="https://www.ufrb.edu.br/engenhariamecanica/lista-egressos">https://www.ufrb.edu.br/engenhariamecanica/lista-egressos</a> ) .....	63
ANEXO C - Checklist Tipos de Manutenção.....	66
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A - Município 02.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE B - Município 04.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE C - Município 05.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE D - Município 06.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE E - Município 12.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE F - Município 13.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE G - Município 16.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE H - Egressos .....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto de globalização e intensa competição, a manutenção como questão estratégica de uma organização torna - se cada vez mais importante. Sua principal função é garantir a disponibilidade de equipamentos e instalações. Segundo Monchy (1987, p. 5), a produção é um objetivo óbvio da empresa, e a manutenção é “o auxílio da produção”.

Nesse caso, a manutenção tem que ser competitiva porque a organização também precisa ser competitiva para sobreviver. Segundo Pereira (2010, p. 31), a manutenção deve funcionar de forma integrada com outros domínios para que uma organização possa manter seus processos alinhados e tornar-se competitiva.

As atividades de manutenção são projetadas para evitar que equipamentos e instalações se deteriorem devido ao uso indevido e desgaste natural. A degradação pode se manifestar como perda de desempenho, paralisação da produção, fabricação de produtos inferiores, poluição ambiental, etc. Esses desempenhos têm um grande impacto negativo na qualidade e na produtividade, colocando em risco a própria existência da empresa. Isso sugere que a gestão da manutenção é importante para aumentar a produtividade e gerar potenciais benefícios (XENOS, 1998).

Para Xenos (1998), o objetivo da manutenção não é apenas manter ou restaurar o estado físico de um dispositivo, mas também manter sua capacidade funcional. Na verdade, a manutenção do estado físico de um dispositivo é projetada para preservar sua capacidade funcional, bem como a qualidade do produto, integridade ambiental e segurança.

Muitas empresas estão cientes dos desafios da função de manutenção e implementam políticas ou estratégias para torná-la uma função de igual importância para outras funções na organização. Manutenção é a parte integrante da estratégia que a organização deve implementar para torne-se melhor. É míope tratar a manutenção apenas como uma função tática e operacional (TSANG, 1998). Também possui uma dimensão estratégica, focando nos seguintes aspectos: definir conceitos de aperfeiçoamento, gerenciar os recursos disponíveis para as funções, desenvolver planos de manutenção, melhorar a capacidade dos funcionários, melhorar o desempenho dos equipamentos e adquirir as tecnologias necessárias para manter os ativos durante sua vida útil.

Em suma, a gestão da manutenção está se tornando cada vez mais importante como um tema de pesquisa que precisa ser realmente aprofundado para que essa função seja um verdadeiro suporte na prática, e não apenas um campo onde são propostos modelos matemáticos de difícil aplicação (RAUSAND, 1998). Assim, a finalidade deste trabalho se centrará na prospecção das atividades da Engenharia Mecânica referentes à manutenção preditiva no estado da Bahia que apoie a estruturação de um modelo de gestão, com diretrizes para selecionar a melhor concepção de acordo com a realidade atual de uma empresa e sua projeção no futuro.

A manutenção preditiva é uma tecnologia para melhorar os resultados, por meio dos quais é possível monitorar e acompanhar a evolução das falhas de acordo com os parâmetros do projeto, conforme elas se desenvolvem ao longo do tempo (CYRINO, 2017).

Utilizando instrumentação, sensores e armazenamento em nuvem, a manutenção preditiva pode monitorar as condições dos equipamentos online ou offline, identificando mudanças na vibração, temperatura, consumo de combustível e analisando-as com partículas magnéticas (PITTOL, 2020).

A partir desta nova visão, a manutenção torna-se uma função estratégica dada a sua importância dentro da empresa. Portanto, a tecnologia de previsão conhecida internacionalmente como "*condition monitoring*" (monitoramento de condição) tem evoluído gradualmente em sua aplicação. Com essas informações, ações podem ser tomadas para prever possíveis falhas mais graves, minimizar o tempo de inatividade de equipamentos ou plantas e reduzir os custos de reparo (NEPOMUCENO, 2012).

Os métodos utilizados para a realização deste trabalho incluíram: levantamento bibliográfico sobre o conceito de manutenção e os três tipos de destaque, sendo elas, a corretiva, a preventiva e a preditiva, seguido da pesquisa realizada em empresas de engenharia mecânica por meio de checklist, e avaliação das principais tecnologias para manutenção preventiva e preditiva, por meio da distribuição das empresas de diferentes cidades do Recôncavo que realizam atividades de manutenção preditiva em cenários da indústria de máquinas.

## **1.1 Justificativa**

A escassez de pesquisas acadêmicas a respeito da utilização da Atividade de Manutenção Preditiva no ramo da Engenharia Mecânica no Recôncavo da Bahia, motivou a elaboração de um estudo de pesquisa no tema. No campo da manutenção, a disseminação do conhecimento geralmente é limitada ao campo técnico de cada especialidade, utilizando principalmente a experiência empírica dos engenheiros responsáveis pela aplicação das diversas técnicas de manutenção nos históricos de produção.

O presente trabalho mapeou atividades de manutenção preditiva em empresas do Recôncavo Baiano através de um Checklist com o intuito de identificar quais as que utilizam esse tipo de serviço. Este trabalho pode ser elemento motivador para que pesquisadores inclusive de outras regiões do estado possam realizar outras prospecções, proporcionando um mapeamento mais completo das técnicas de manutenção utilizadas e outros fatores que influenciam a aplicação da manutenção preditiva como a demografia, economia regional, etc. Gerando desta forma, um mapa mais específico da diversidade do nosso estado.

## **1.2 Problema da pesquisa**

Como as empresas do Recôncavo da Bahia aplicam as boas práticas de manutenção?

## **1.3 Objetivo Geral**

Realizar uma prospecção da atividade de manutenção preditiva no ramo da Engenharia Mecânica através de Checklist no Recôncavo da Bahia.

## **1.4 Objetivos específicos**

- Abordar o conceito de manutenção a partir de uma revisão bibliográfica;
- Categorizar os tipos mais proeminentes de manutenção nesta região;
- Fazer um levantamento das empresas do ramo da engenharia mecânica com mais de 07 funcionários, através dos dados da FIEB;
- Propor um modelo de Checklist para avaliar com a coleta de dados as empresas que implementam a manutenção preditiva, classificar e analisar os resultados obtidos;
- Criar, a partir dos dados coletados, um mapa da distribuição de serviços de manutenção preditiva provável no cenário da indústria mecânica da Bahia.

## 1.5 Estrutura da monografia

O presente trabalho encontra-se dividido em cinco partes: introdução, metodologia, resultados e discussões, conclusão e referências bibliográficas. No capítulo de introdução e revisão bibliográfica, é mostrado o estado da arte referente aos tipos de técnicas de manutenção existentes com vistas a dirigir o leitor as atividades de manutenção preventiva e preditiva, item chave na construção da metodologia do trabalho.

Na metodologia, foi apresentada a construção de um checklist com o objetivo de fazer a prospecção das empresas no Recôncavo da Bahia que realizam a manutenção preditiva. Para tal pesquisa foi utilizado o site da FIEB (<https://www.fieb.org.br/guia-industrial/consulta-basica/>), com o qual foi obtida uma lista das empresas de todos os municípios do Recôncavo, para obtenção do preenchimento dos dados apresentados no checklist.

Nos resultados e discussões, são apresentadas as porcentagens das empresas que exercem a manutenção preditiva, com posterior análise dos dados e construção do quadro da distribuição desse tipo de manutenção no Recôncavo da Bahia.

Na conclusão são apresentadas as considerações do estudo desenvolvido e sugeridas propostas de estudos futuros.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste estudo se sustentou na literatura especializada sobre o tema abordado, com vistas a explanação e detalhamento de cada tipo de atividade de manutenção contextualizando sua utilização na indústria mecânica.

### 2.1 A história da manutenção

A manutenção mecânica é atividade básica para conservação dos sistemas mecânicos, sendo executada em muitas abordagens distintas (ABRAMAN, 2005).

Segundo Trojan (2013), em um determinado período da história, quando a indústria começou a se desenvolver, passa a existir a necessidade de começar a criar processos e métodos sistêmicos para cuidar das “coisas”, podendo ser chamada de sistemas de gestão e processos de manutenção. Com a mecanização das indústrias, no final do século XIX, foram necessários os primeiros reparos emergenciais para evitar o fechamento das fábricas e de suas linhas de produção. Nesse período, essas atividades foram marginalizadas pelas equipes de operação e produção, não existindo normas específicas ou atividades especializadas.

Nos últimos anos, devido à competição acirrada, o prazo de entrega do produto passa a ser relevante para todas as empresas, seguido pela motivação para prevenir falhas de máquinas e equipamentos. Além do mais, outra motivação para o avanço da manutenção foi a cobrança pela qualidade. Tais motivações levam à manutenção mais planejada (MORO, 2007).

Se escuta falar de uma nova ciência no Brasil chamada “Engenharia de Manutenção”, através da criação e consolidação da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN, 2005).

Conforme descrito por Moubray (2000), a história da manutenção está dividida em três gerações (Figura 1), este desenvolvimento mostra como o conceito central dos tipos de manutenção emergiu em combinação com as necessidades industriais de cada período e como eles podem ser classificados no futuro.



Como a manutenção evoluiu ao longo das gerações, o conceito do tipo de manutenção mais eficaz aplicado em ambientes de sustentação industrial também está evoluindo.

Dando suporte a evolução da definição de manutenção corretiva, a primeira geração, é definida por ser a “reparação após avaria”, sendo planejada, não planejada, curativa, paliativa ou restauradora. Por sua vez, a segunda geração acarretou elementos conceituais para o nascimento da manutenção preventiva, a qual ainda é baseada no desenvolvimento de sistemas de manutenção regular, planejamento de trabalho e controle e aplicação de tecnologia da informação. Na terceira geração, o desenvolvimento da tecnologia de monitoramento de condição, análise de falha e pesquisa de risco trouxe a visão de conceituar manutenção preditiva. A evolução desses conceitos se deve a expectativas cada vez maiores de manutenção que obrigam a ampliação de novas tecnologias que auxiliem a área de produção a garantir a segurança, qualidade, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, mantendo a segurança durante o processo produtivo (TROJAN, 2013).

Tendo em vista o aumento da tecnologia no processo produtivo e a precisão de otimizar continuamente a produção, lembrando que a manutenção tem um papel estratégico no processo produtivo, e sua missão é continuar a trabalhar e melhorar a infraestrutura produtiva da organização, ou seja, a entrega de produtos ou serviços prestados em horário determinado, têm a qualidade necessária e a quantidade esperada. Em outras palavras, fala sobre a confiabilidade do sistema de produção, a disponibilidade de equipamentos, a alta manutenibilidade e segurança do pessoal e do meio ambiente. (NASCIF e DORIGO, 2010).

A mecanização e automação das indústrias criaram um cenário onde as máquinas se tornaram um dos principais recursos produtivos. Porém, o gerenciamento dessas máquinas, muitas vezes é tratado apenas com ações corretivas o que diminui a eficiência da produção. Com a incidência constante de avarias os recursos ficam imobilizados por mais tempo prejudicando a produtividade (SOUZA, 2008).

Para Fuentes (2006), no Brasil, muitas equipes de conservação ainda associam a manutenção à ocorrência de falhas, por isso acreditam que ações devem ser tomadas apenas quando houver perda de funções do equipamento, o que permite que a equipe atue imediatamente, aumentando o tempo de inatividade dos equipamentos e o custo total das atividades de manutenção. Com isso, algumas empresas ainda veem a manutenção como um “mal necessário”, sendo que se fossem bem administradas poderiam gerar enormes reduções de despesas e, conseqüentemente, a ampliação da produtividade.

Algumas pessoas podem pensar: Se não importa se os componentes precisam ser substituídos, faça isso agora ou posteriormente a falha. A resposta a esta pergunta é simples. A partir de medidas preventivas, as intervenções de forma planejada serão realizadas fora do horário de produção, e serão fornecidas peças de reposição e ferramentas necessárias, além de um grupo com os conhecimentos técnicos necessários à execução. Já nas intervenções imediatas, as falhas seriam dadas durante a produção, ou seja, não haveria peças para reposição no local, sem falar da perda de tempo para separar as ferramentas necessárias e a dificuldade em encontrar pessoas disponíveis no momento para efetuar a operação (FUENTES, 2006).

Além de obter maior lucratividade com a diminuição dos custos do processo, sobreviver e aumentar sua influência no mercado são os desafios que qualquer empresa enfrenta hoje. As organizações devem sempre explorar novos cenários, novos concorrentes, mudanças constantes nos requisitos e intenções de negócios, tecnologias inovadoras, aumento da complexidade do sistema, requisitos ambientais mais rígidos, entre outros. Todos esses desafios devem ser enfrentados por todas as entidades e com todos os recursos que possui, ou seja, ninguém, nenhum departamento administrativo e de função de produção pode ficar parado ou indiferente (FUENTES, 2006).

Conforme Nascif e Dorigo (2010), para garantir um bom desempenho operacional, é necessário haver um gerenciamento adequado do processo de

manutenção, atendendo os clientes tanto internos quanto externos por meio de metas específicas de eficácia. Portanto, é necessário desenvolver estratégias, procedimentos e rotinas para atingir a qualidade exigida com o menor custo possível.

TEIXEIRA (2001) e KARDEC (2003) concordam que a manutenção desempenha um papel importante no apoio à logística das empresas, estando diretamente relacionado à competitividade dos sistemas industriais. O princípio da coordenação da manutenção deve tornar-se um suporte efetivo para alcançar a excelência empresarial, e contribuir com criatividade, flexibilidade, velocidade, mudança de cultura e trabalho em equipe, ou seja, a função de manutenção não pode ser isolada das demais funções da organização.

Esse tema reflete a importância da manutenção na estrutura estratégica da empresa, recentemente diversos pesquisadores têm levantado essa questão, todos concordando sobre a importância das funções de manutenção para obter um posicionamento adequado nas empresas concorrentes. Swanson (2001) apontou que para atingir o chamado "desempenho de classe mundial", cada vez mais empresas precisam fazer grandes esforços para melhorar a qualidade e produtividade, e reduzir custos.

## **2.2 Conceitos em Manutenção**

Em 1975, a ABNT aprovou o termo manutenção, através da norma TB-116, sendo definido como a coleção de todas as operações necessárias para salvar ou restaurar um item para mantê-lo no estado desejado. Muitos anos depois, em 1994, a NBR-5462 revisou o termo para combinar todas as ações técnicas e administrativas (inclusive fiscalização) para manter ou substituir um planejamento para que ele possa desempenhar as funções requeridas (ABNT, 1994).

Para Moro (2007), a manutenção atua no sistema (geralmente) para evitar interrupções na produção e/ou tempo de inatividade, o que garante a qualidade planejada do produto.

Monchy (1987) diz que, "A palavra manutenção originou-se no vocábulo militar, e sua finalidade é manter o pessoal e materiais das tropas de combate em um nível de aceitação constante." Kardec e Nascif (2009), define o ato de conservar a manutenção industrial como "garantir a disponibilidade de equipamentos e

dispositivos de funções para atender o processo produtivo e proteção ambiental, com confiabilidade, segurança e custo suficiente”.

Existem várias definições e conceitos para manutenção, grande parte estão relacionados com foco nos aspectos preventivos, conservadores e corretivos das atividades; mas é interessante observar as mudanças recentes, incluindo os aspectos de mão de obra, custo e confiabilidade da função de manutenção na definição, que são o resultado da crescente importância e responsabilidades de departamentos dentro da organização (DE SOUZA, 2007).

Conforme ABNT (1994), é possível definir manutenção sendo um conjunto de artifícios realizados periodicamente em máquinas e equipamentos, para que sejam mantidos em absoluto funcionamento, garantindo que suas funções sejam exercidas de forma diligente.

### **2.3 Principais tipos de Manutenção**

Segundo Viana (2002), o tipo de manutenção é a forma de direcionar as intervenções nas ferramentas de produção, ou seja, nos equipamentos que compõem uma planta. Nesse sentido, ao considerar como critério a "forma de intervenção da ferramenta", observa-se que, além de algumas mudanças não relacionadas, há um consenso sobre o tipo de manutenção.

Sendo uma grande variedade de associações na forma de ação, manter isso muitas vezes causa alguma confusão, devido à variedade de nomes associados as classes de atividade, o que acaba afetando a conceituação de cada tipo de atividade (KARDEC e NASCIF, 2013).

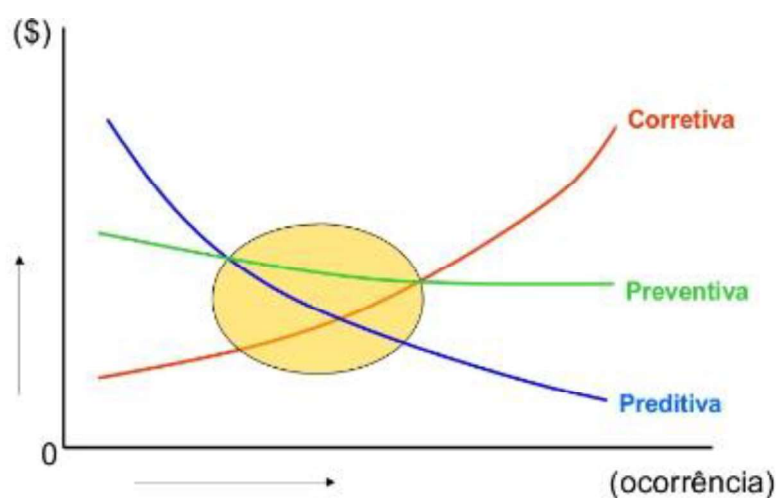
Segundo Martins e Laugeni (2015), a manutenção é conhecida por sua classificação, corretiva e preventiva, mas existem dois tipos básicos, planejada e não planejada. A manutenção não planejada ocorre quando não há manutenção planejada data e hora, ou seja, acontece a qualquer hora. Por isso é conhecido como método de correção, pois segundo Souza (2008) visa corrigir a falha.

Por outro lado, a manutenção planejada envolve planejamento e programação e são classificados como preventivos e preditivos. Para Souza (2008), a manutenção preventiva consiste em uma série de procedimentos e ações que visam prevenir as consequências das falhas, enquanto as ações preditivas são ações preventivas que

utilizam parâmetros que podem indicar a evolução da falha, com base nas condições de cada componente, máquinas e equipamentos.

Como pode ser visto na Figura 2, observa – se que quanto maior a ocorrência da ação corretiva, maior será o custo (relação proporcional). Por outro lado, quanto maior a ocorrência de medidas preventivas até a fase de estabilização (estoque, parada etc.), menor é o custo. Por fim, as ações preditivas são inicialmente onerosas por motivos de investimento, mas tendem a diminuir o custo à medida que ocorrem (CARNEIRO, 2015).

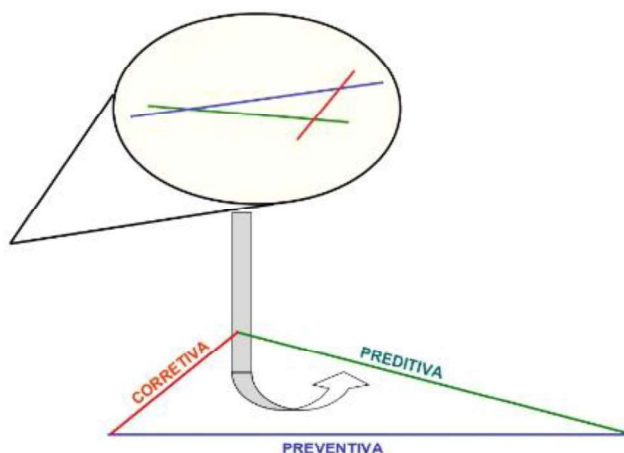
**Figura 2 - Diagrama de Custos da Manutenção**



**Fonte – Adaptado de Carneiro, 2015.**

No entanto, de acordo com Carneiro (2015), com o balanço de manutenção, através da Figura 3, pode-se observar que a manutenção funciona na área ótima, que está no círculo amarelo. Na área ótima, como pode ser visto pelo triângulo, no lado maior, o inferior, há uma escala maior de manutenção preventiva, cuja aplicação é abrangente. Em segundo lugar, a manutenção preditiva é a mais granular e deve visar principalmente os equipamentos críticos da planta. A manutenção corretiva, por outro lado, é de pequena escala e tem sua aplicabilidade em circunstâncias especiais.

**Figura 3 - Balanço das manutenções**



**Fonte – Adaptado de Carneiro, 2015.**

Considerando as principais atividades ou metodologias de atuação de manutenção, explicitadas na NBR 5462, pode-se detalhar a manutenção corretiva, preventiva e preditiva nos itens 2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3, respectivamente.

### **2.3.1 Manutenção Corretiva**

Manutenções Corretivas têm como objetivo realizar reparos, corrigir falhas de uma determinada máquina ou equipamento, de forma não planejada (VIANA, 2002).

A corretiva não planejada ocorre depois que o equipamento falha ou perde desempenho. Ainda que haja inconvenientes como o alto custo do serviço e indeterminação de escopo do serviço, esse modelo de manutenção ainda é amplamente utilizado nos dias de hoje. Segundo Pinto e Xavier (1999), é descrita como “manutenção realizada em caso de evento já sucedido, seja uma falha ou uma execução abaixo do esperado”.

A manutenção corretiva planejada, por outro lado, corrige o desempenho ou falha abaixo do esperado por meio de decisões gerenciais, ou seja, como um acompanhamento preditivo ou pela decisão de executar até a falha (PINTO e XAVIER, 2007).

Em conformidade com Moro (2007), a manutenção corretiva corresponde ao primeiro estágio da manutenção mecânica. Entretanto, como é praticamente impossível acabar totalmente com as falhas, a correção ainda existe, e é definida

como um conjunto de procedimentos que são aplicados a um equipamento fora de ação ou parcialmente danificado, com o objetivo de o fazer voltar ao trabalho, no menor espaço de tempo e custo possível.

É, portanto, uma manutenção não planejada, de reação, no qual a correção de falha ou de baixo desempenho se dá de maneira aleatória, isto é, sem que a ocorrência fosse esperada. Implica em altos custos, porque causa perdas na produção e geralmente a extensão dos danos aos equipamentos é maior. É importante observar que pode englobar desde a troca de um simples parafuso de fixação quebrado como substituir todo um sistema elétrico em pane (MORO, 2007).

Lembrando que uma máquina parada afeta toda a produção, e a manutenção corretiva é o primeiro passo para que a produção volte ao normal. Ou seja, é uma técnica de gerenciamento reativo que aguarda a falha de um aparelho ou equipamento antes de realizar qualquer ação de manutenção.

A manutenção corretiva é um dos métodos de gerenciamento de manutenção mais caros. Os maiores valores de caixa associados a esse tipo de gestão de manutenção são: altos custos de estoque de peças de reposição, altos custos adicionais de mão de obra, longo tempo de máquina parada e baixa disponibilidade de produção (PEREIRA, 2011).

Também reduz a vida útil de máquinas e instalações, além de serem necessárias paradas para manutenção em horários aleatórios, e muitas vezes intempestivos porque estão no pico de produção, arriscando ter que parar em períodos apertados, mesmo em tempos de crise geral (SANTOS, 2018).

A Manutenção Corretiva é citada no item 2.8.8 da NBR 5462 como: “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.”

Normalmente, esse tipo de manutenção não é muito bem-visto, pois geralmente é realizado após a indisponibilidade de algumas máquinas, resultando em interrupções na produção, perda de desempenho e altos custos de manutenção, muitas vezes de caráter emergencial (VIANA, 2002).

O problema dessa política não é fazer intervenções corretivas, mas sim que sua aplicação isolada requer um grande acervo de peças para sustentar falhas contínuas, fazendo funcionar de forma inesperada, não havendo um planejamento para mensurar o custo. No entanto, considerando a gravidade do equipamento no processo, seu custo e as consequências da falha, pode-se concluir que qualquer



opção que não seja a corretiva pode significar custos excessivos (MARCORIN e LIMA, 2003). Ou seja, na manutenção corretiva, a ação é tomada após a ocorrência de um problema, só funciona após uma pausa.

Com isso, a opção de incluir manutenção corretiva como política de manutenção da empresa pode ser caro. Substituir peças somente se estiverem quebradas pode causar danos em outros itens, aumentando o tempo de inatividade dos equipamentos (SOUZA, 2008).

### **2.3.2 Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva é a fase inicial da manutenção planejada, e segue um padrão esquematizado, o qual estabelece paradas periódicas para permitir manutenção regular garantindo um funcionamento perfeito da máquina por um tempo predeterminado (MORO, 2007).

Caracterizada por programar as atividades de manutenção (inspeção, ajustes, limpeza, lubrificação, desmontagem e reparo de elementos) em intervalos pré-determinados, e realizar reparo ou substituição de componentes, com base no tempo de operação do equipamento, antes que ocorra a falha do equipamento (SCHEFFER e GIRDHAR, 2004).

A manutenção preventiva é qualificada pelo trabalho sistemático para prevenir a ocorrência de falhas e manter o controle contínuo das falhas do equipamento. Considerada a espinha dorsal das atividades empresariais nas atividades de manutenção, envolve tarefas sistemáticas como: inspeção, substituição de peças e reforma (SANTOS, 2018).

É realizada de forma periódica e é projetada para restaurar o equipamento à sua condição original. Citada na NBR 5462 página 7, item 2.8.7, a manutenção preventiva é definida como: “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou

de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falhas ou a degradação do funcionamento de um item.”

Segundo Trojan (2013), a manutenção preventiva, adverso da corretiva, visa evitar falhas nos aparelhos. Este tipo de manutenção é realizado em equipamentos que não apresentam defeitos, ou seja, que ainda estejam operando em condições mínimas. Contudo, existem duas situações bastante diferentes, ou seja, quando o equipamento é desativado bem antes do necessário para fazer a revisão, ou quando ocorre a falha do equipamento, por estimar o período de reparo de maneira incorreta.

A manutenção preventiva é baseada em intervenções periódicas, geralmente programadas conforme com uma frequência definida pelo fabricante do equipamento. Essa política gera desperdício em muitos casos porque não leva em consideração a condição real do equipamento. O simples fato de que a manutenção preventiva reduz o risco de paradas não planejadas por falha de equipamentos já a torna uma opção melhor do que a manutenção corretiva para máquinas diretamente relacionadas ao processo (MARCORIN e LIMA, 2003).

Visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falha devido à manutenção (limpeza, lubrificação, substituição de peças) conforme um cronograma pré-estabelecido. Normalmente, essa programação é fornecida pelos manuais de instalação e operação fornecidos com o equipamento, fornecendo instruções de precaução (SLACK et al., 2009).

A manutenção preventiva exige muita disciplina. Suas consequências em falhas de serviço são consideradas as mais graves. Grandes empresas costumam ter equipes próprias ou terceirizadas para serviços de manutenção preventiva. Os benefícios da conservação preventiva são inúmeros, incluindo maior vida útil do equipamento, redução de custos, programação conveniente e melhoria da qualidade do produto (MARTINS e LAUGEMI, 2015).

### **2.3.3 Manutenção Preditiva**

Em um cenário de gerenciamento de manutenção, a ação preditiva é uma forma de determinar intervenções do dispositivo com mais precisão. Inclui monitoramento, definindo a performance da máquina, avaliando alguns indicadores do momento certo para a intervenção de manutenção (SOUZA, 2008).

A manutenção preditiva é uma filosofia que explora as condições operacionais atuais do equipamento ou sistema, para identificar o estado atual do equipamento e programar atividades de manutenção necessárias. Programa de gestão de manutenção preditiva, usa uma combinação de análise de vibração, imagem térmica, ultrassom, entre outras, para determinar o estado atual do equipamento (SMITH e MOBLEY, 2011).

A manutenção preditiva é um estágio muito avançado de um plano de manutenção, o qual tem referência com o processo de intervenção sobre um equipamento ou sistema, somente quando apresenta alterações nas suas condições de operação, ou seja, a condição de funcionamento do equipamento permite sua operação contínua por mais tempo possível. Todo o controle é feito observando (monitorando) essas condições, por exemplo, notando um nível de ruído de um determinado mancal de rolamento (MORO, 2007).

Segundo Campos (2010), manutenção preditiva, também conhecida como monitoramento da condição ou manutenção com base nas condições, que avalia o verdadeiro estado do equipamento, tendo como objetivo, ajustar o cronograma de manutenção preventiva, detectar possíveis falhas antecipadamente, evitar problemas complexos e fornecer decisões baseadas em dados reais.

Mobley (2002) define a manutenção preditiva como o monitoramento periódico das condições mecânicas, eficiência operacional e outros indicadores, fornecendo dados para garantir intervalos máximos e mínimos entre reparos, o número e o custo de paradas não planejadas.

Em suma, a manutenção preditiva ou monitoramento de condição pode ser definido como um conjunto de tarefas de manutenção realizadas com equipamentos de medição, em que é possível ser medido por componentes, equipamentos e/ou sistemas. Os dados obtidos são usados para avaliar o dispositivo em análise e apoiar a decisão de tomar ações corretivas se necessário (CAMPOS, 2010).

Manutenção preditiva, com base na análise do estado de desgaste ou degradação do dispositivo, determina suas condições reais de uso. Este processo implica no tempo de vida útil de elementos de máquinas e equipamentos e as condições sob as quais essa vida útil é totalmente utilizada. As ações são, portanto, baseadas em modificações no estado do equipamento ou nos parâmetros de desempenho, cujo monitoramento segue uma abordagem sistemática, ou seja, pode

ser comparada às inspeções sistemáticas que monitoram a condição dos equipamentos (SANTOS, 2018).

A manutenção preditiva refere-se a supervisão regular de equipamentos e máquinas, coletando dados por meio de vigilância e inspeções para reduzir as manutenções corretivas e preventivas.

O item 2.8.9 da página 7 da NBR 5462, destaca a manutenção preditiva como:

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção e diminuir a manutenção corretiva.

Caracterizada pela medição e análise de variáveis da máquina que podem prever possíveis falhas, permite que as equipes de manutenção planejem intervenções e aquisição de peças (custos de reparo), reduzindo custos de estoque e evitando paradas desnecessárias de linha (custos de indisponibilidade). Como manutenção de acompanhamento, a manutenção preditiva requer pessoal mais qualificado e alguns equipamentos de medição ou instrumentação. O custo ostensivamente alto é bem recompensado, mais próximo do ponto ideal da relação custo-benefício do equipamento, a paralisação causa muitos danos ao processo e o custo do estoque de equipamentos/peças é alto (MARCORIN e LIMA, 2003).

Para Toazza e Sellitto (2015), a manutenção preditiva inclui atividades que usam tecnologia para monitorar variáveis-chave em equipamentos.

No que diz respeito à gestão da manutenção, a ação preditiva parece ser uma forma de programar a intervenção nos equipamentos. Isso é feito monitorando o desempenho da máquina, usando algumas métricas como parâmetros para decidir o momento certo para a intervenção de manutenção (SOUZA, 2008).

Por Almeida (2015), "Para implementar a manutenção preditiva, requer instrumentos e equipamentos específicos para detectar e analisar fenômenos dados pelo equipamento". Dentre as soluções, o autor apresenta a análise de vibração, análise de óleo, análise de temperatura, ultrassonografia, radiografia gama entre outras ferramentas necessárias para tirar o máximo proveito da máquina e seus componentes.

## **2.4 Principais técnicas de Manutenção Preditiva**

Vários métodos de levantamento são geralmente utilizados para intervir em máquinas e equipamentos, dentre os vários métodos, destacam-se: Ultrassom; Termografia; Análise de óleo; Monitoramento de ruídos; Alinhamento a laser de eixos; Monitoramento de condição de máquinas (por medições na planta com visitas programadas e/ou on-line); Endoscopia industrial (PRADO FILHO, 2013).

Existem diversas técnicas e métodos de manutenção preditiva no mercado. Neste trabalho, o foco será nas quatro tecnologias mais utilizadas nas empresas:

- 1) Análise de Vibrações;
- 2) Termografia;
- 3) Análise de Óleo;
- 4) Ultrassom.

### **2.4.1 Análise de Vibrações**

A análise de vibração é uma das técnicas de manutenção preditiva mais completas para detectar defeitos mecânicos. É uma parte obrigatória de qualquer programa de manutenção preditiva de equipamentos rotativos. Além de detectar defeitos que existem nas máquinas, a tecnologia também pode abordar as causas-raiz de outros defeitos que podem ocorrer e interromper a produção (NEPOMUCENO, 2014).

Todas as máquinas em produção geram vibrações que as degradam pouco a pouco. Caracteriza-se por uma alteração na distribuição de energia vibracional de um grupo de elementos que compõem a máquina. Conforme Figura 4, observando a evolução dos níveis de vibração, pode-se obter informações sobre o estado da máquina. O princípio da análise de vibração baseia-se na ideia de que a estrutura de uma máquina alterada pela dinâmica (ação da força) fornece um sinal de vibração cuja frequência é igual à frequência do excitador (PRADO FILHO, 2013).

**Figura 4 – Análise e Espectro de Vibrações**

Fonte - Vikon, 2022.

A vibração é o movimento oscilante das máquinas em resposta à potência que as excita, em torno da posição de referência, causando desgaste e fadiga de seus componentes, resultando em possível falha do equipamento. Os sinais de vibração fornecem informações sobre a operação e desempenho da máquina para orientar as decisões sobre intervenções de manutenção (GUILHERME, 2016).

No entanto, o uso de técnicas de análise de vibração não se limita ao monitoramento das condições. Também pode ser usado para fins de diagnóstico. De fato, pode ser considerada a principal ferramenta de diagnóstico para a maioria dos sistemas utilizados na fabricação ou montagem de produtos (PINTO, 2010).

A análise de vibração mecânica é um método essencial para a detecção precoce de anomalias em máquinas e equipamentos. É uma técnica que permite detectar falhas em componentes de equipamentos rotativos. Além disso, verifica a taxa de variação da energia gerada. Desta forma, é possível determinar a origem e o ponto crítico da vibração do equipamento, causada por desbalanceamento, desalinhamento, folga, rigidez mecânica insuficiente, falha de rolamento, falha de engrenagem, e erros em ajustes mecânicos (NEPOMUCENO, 2014).

Os níveis de vibração podem ser exibidos de várias maneiras, com espectro ou frequência em função do tempo, para análise de defeitos, onde a amplitude de vibração é baseada com a frequência com que a máquina é excitada dinamicamente, através da ocorrência de defeitos ou mudanças nas frequências naturais de seus componentes (PIRES, 2020).

Um sinal de frequência em função do tempo pode ser convertido em um espectro, sendo o domínio do tempo para o domínio da frequência, resultando em uma FFT (Transformada rápida de Fourier), para facilitar a interpretação do

processamento do sinal digital no qual os sintomas e tendências de falhas possam ser analisados com base em características espectrais (MARÇAL, 2013).

A FFT é um método usado para decompor a vibração de um dispositivo nas frequências de vários componentes de uma magnitude específica (deslocamento, velocidade, aceleração). Com a aplicação da FFT, as vibrações são apresentadas na forma de um espectro, chamado de espectro de frequências. A partir do espectro, a localização do problema pode ser identificada e sua causa determinada (MAIS e BRADY, 2002).

Através dos sensores magnéticos chamados acelerômetros<sup>1</sup>, as vibrações são capturadas pelo instrumento chamado de coletor de sinais de vibração, os quais são colocados na máquina para obter informações no estado de seus componentes. Ou seja, as informações coletadas são transferidas para um Software específico, se houver uma frequência de defeitos determinística, analise-a e com base no histórico de medições anteriores, se há evolução em nível de magnitude dado um componente, frequências determinísticas serão associadas a certos defeitos, são recomendados a substituição das peças defeituosas ou inspeção das máquinas (CYRINO, 2017).

Encontrar novas e novas tecnologias que possam ajudar a reduzir custos é um grande desafio para a indústria. Uma das melhores metodologias e alternativas é a manutenção preditiva através da análise de vibração. O monitoramento por meio de métodos de análise vibracional é uma das mais eficazes do mundo. Utiliza parâmetros de medição como: velocidade, deslocamento, aceleração, envelope de aceleração, frequência e fase. Por isso, fornece muita segurança e os problemas potenciais surgem de maneira previsível (GUILHERME, 2016).

Usando a análise de vibração, você pode prever com mais confiança quando a manutenção é necessária e quais serviços devem ser executados. Como resultado, é possível prolongar a existência dos componentes da máquina e substituí-los apenas quando realmente forem necessários. Além de poder identificar antecipadamente os fatores de falha e avaliar os resultados das intervenções, e reduzir os custos de produção (PIRES, 2020).

---

<sup>1</sup> Um acelerômetro é um instrumento capaz de medir a aceleração de um objeto. Em vez de colocar vários dinamômetros (instrumentos que medem forças) em diferentes locais de um objeto, um único acelerômetro é capaz de calcular qualquer força aplicada a ele. Atualmente, os acelerômetros são os sensores mais usados para medir a vibração mecânica. Eles são caracterizados por boa linearidade e grande largura de banda dinâmica (PINTO, 2010).

Ademais, a condição de uma máquina ou equipamento pode ser monitorada continuamente e uma análise detalhada pode ser realizada para determinar a integridade do ativo e identificar quaisquer falhas que possam surgir ou já existir. Com isso, é possível prever e programar a manutenção adequada no momento certo, evitando assim o custo de paradas não planejadas, ou os custos de substituir peças e componentes desnecessariamente (CYRINO, 2017).

#### 2.4.2 Termografia

A imagem térmica oferece vantagens entre as alternativas de medição sem contato, por ser um método visual capaz de inspecionar grandes superfícies em um curto período, com alto desempenho, ideal para locais com muitos dispositivos a realizar inspeções, como uma subestação (SOUZA, 2008).

É uma ferramenta para identificar falhas elétricas e mecânicas por medição da temperatura com um termovisor<sup>2</sup>, observando o padrão de distribuição de calor da radiação infravermelha. Como a luz infravermelha é invisível a olho nu, como mostra a Figura 5, o resultado é apresentado em cores, em uma espécie de mapa de calor (ARAÚJO, 2014).

**Figura 5 - Termografia aplicada à um motor elétrico com uma câmera térmica**



**Fonte - Vibmaster, 2022.**

A termografia permite identificar, monitorar e registrar mudanças nos níveis de temperatura dos componentes e gerar imagens térmicas ou mapas de calor. A análise desse termograma é realizada por profissionais especializados na técnica, que poderão identificar possíveis irregularidades com base nas mudanças de temperatura dos componentes (NEPOMUCENO, 2014).

---

<sup>2</sup> Termovisores, também conhecidos como câmeras térmicas, capturam imagens e mostram áreas quentes e frias (SALCAS, 2022).



De fato, isso é feito com uma câmera especial cujo elemento sensor eletrônico é sensível a uma certa faixa de radiação infravermelha. Além de registrar a radiação emitida pelo alvo, a câmera a converte em uma imagem visível ao olho humano. Assim, é possível obter uma "imagem térmica" de tudo dentro do alcance da câmera (VIBMASTER, 2022).

É importante notar que as câmeras térmicas não medem a temperatura diretamente, pois o que elas fazem é detectar a radiação térmica emitida pelos objetos. Verificado por um detector que produz um sinal de saída. O valor da intensidade deste sinal de saída, mais alguns parâmetros fornecidos pelo operador da câmera, como emissividade, distância do objeto até a câmera e outros parâmetros relacionados ao ambiente, são utilizados para calcular a temperatura. Portanto, a precisão das medições de temperatura depende da calibração da câmera e da precisão dos parâmetros informados pelo operador, o que demonstrou que a interpolação de tais parâmetros requer conhecimento mínimo (CARNEIRO, 2015).

Portanto, o uso de imagens térmicas pode ser muito vantajoso, mas tem limitações da tecnologia e do ambiente de aplicação (SOUZA, 2008).

É utilizada a inspeção de imagem térmica para sistemas elétricos, como média de tensões, motores, linhas de alta tensão, subestações, fontes de alimentação ininterruptas, instalações elétricas, entre outros. Os defeitos que podem ser encontrados por imagens térmicas são: conexões elétricas soltas, oxidação de componentes eletrônicos, sobrecarga, falha de rolamento, falta Isolamento térmico e alta resistência. As inspeções de imagem térmica também são usadas para componentes mecânicos, identificando os seguintes defeitos: aquecimento do acoplamento, desalinhamento entre eixos, fricção das peças, lubrificação deficiente etc. (PIRES, 2020).

Os sensores precisam ser resfriados para garantir uma espécie de "caixa escura", permitindo que a temperatura medida seja confiável. Recentemente, foram introduzidos no mercado sensores (bolômetros<sup>3</sup>) que funcionam de forma confiável à temperatura ambiente, mas, por enquanto, são muito caros (CARNEIRO, 2015).

Equipamentos eletrônicos e mecânicos têm a temperatura de operação correta. Quando um componente ou dispositivo está em alta temperatura ou menos do que o

---

<sup>3</sup> Um bolômetro é um dispositivo capaz de medir fótons irradiados através de um determinado meio e possui uma ampla gama de usos, desde astronomia e medicina até controle de incêndio (BLAIKIE, 2019).

especificado pelo fabricante, má conduta pode ocorrer ou parada total, a cada temperatura acima da recomendada, ocorre degradação dos componentes para vida útil reduzida (ARAÚJO, 2014).

A temperatura é um dos parâmetros mais fáceis de entender e monitorar suas mudanças nos permite verificar mudanças nas condições dos equipamentos, componentes e o próprio processo. Aumento de temperatura de rolamentos em máquinas rotativas, por exemplo, pode ser o resultado de problemas relacionados ao desgaste ou à lubrificação. Agora, para equipamentos fixos, como transformadores de potência, a altitude das temperaturas pode indicar isolamento danificado, vazamentos de óleo ou queda de refratário. Em outros casos, o problema pode estar simplesmente relacionado a um mau contato (CARNEIRO, 2015).

### **2.4.3 Análise de Óleo**

É uma tecnologia que monitora a condição do óleo e dos equipamentos por meio de análises de laboratório, para identificar falhas de óleo, contaminação e degradação. A lubrificação realizada corretamente contribui para a confiabilidade do equipamento e, portanto, exige medidas para prevenir e controlar a presença de contaminantes no óleo. Os principais atributos desta avaliação de monitoramento de lubrificação são: Índice de Viscosidade, Índice de Acidez, Ponto de Inflamação, Índice de Poluição, Presença de água, Volume de partículas e metais (SPAMER, 2009).

A análise de óleo é uma das técnicas preditivas mais usadas atualmente para prevenção de falhas. A análise de óleo nos diz muito sobre máquinas e equipamentos, as condições de uso e sua condição atual. Essa análise é recomendada para qualquer sistema mecânico com partes móveis, como motores de veículos, trens de acionamento, sistemas de engrenagens e sistemas hidráulicos. Este lubrificante refletirá o desgaste exato desses sistemas ao longo do tempo (CYRINO, 2018).

Seus objetivos são duplos: economizar lubrificantes e reparar defeitos. Equipamentos modernos permitem análises precisas e rápidas do óleo utilizado na máquina. Por meio de análises, os serviços de manutenção podem determinar o momento adequado para substituir ou atualizar seus componentes mecânicos e hidráulicos (PRADO FILHO, 2013).

A análise do óleo também pode identificar os primeiros sintomas de desgaste do componente. A identificação foi feita pelo estudo de partículas sólidas misturadas

com óleo. Tais partículas sólidas são criadas por atrito dinâmico entre as partes em contato (PRADO FILHO, 2013).

**Figura 6 - Análise de óleo e Contador de Partículas**



Fonte - Pires, 2020.

A análise de óleo é realizada durante as rotinas de manutenção preditiva e é projetada para fornecer informações úteis e precisas sobre a condição do lubrificante, especialmente a condição da máquina (NEPOMUCENO, 2014).

Para Cyrino (2018), as informações trazidas pela análise do óleo podem sugerir formas de reduzir o desgaste acelerado e a contaminação dos sistemas em que são utilizados. Portanto, existem basicamente dois tipos de problemas com os lubrificantes utilizados nestes sistemas:

1: Contaminação por partículas de desgaste ou contaminantes externos do próprio sistema. Nesse contexto, a água é um dos poluentes mais comuns em instalações industriais e um dos poluentes mais comuns em máquinas agrícolas.

2: O problema está relacionado à degradação das propriedades do óleo lubrificante com o tempo ou condições severas de serviço. Isso se deve a mudanças nas propriedades básicas de proteção e lubrificação desses sistemas.

O uso dessa prática pode reduzir os custos de manutenção. Ao comparar os resultados da análise de óleo novo e usado, os analistas poderão determinar quando trocar o óleo (NEPOMUCENO, 2014).

Como tecnologia preditiva, a análise de óleo é, sem dúvida, um dos métodos mais importantes e eficazes para prever falhas. No caso de sistemas hidráulicos, vários sistemas que utilizam óleo como lubrificante e movimento precisam estar livres de problemas. Ao mesmo tempo, pode ser criado um banco de dados desses sistemas, gerando um histórico e evolução de possíveis desgastes. Isso oferece a

possibilidade de intervenções corretivas planejadas para evitar doenças graves (CYRINO, 2018).

#### 2.4.4 Ultrassom

Esta técnica de inspeção pode detectar facilmente vazamentos em sistemas de transporte aéreo, compressão, vapor e outros gases até mesmo vazamento de corrente e defeitos mecânicos. Como resultado, as empresas muitas vezes podem economizar muita energia e evitar paralisações não planejadas (SMITH e MOBLEY, 2011).

Dentre as técnicas de ensaios não destrutivos (END), os ensaios ultrassônicos são projetados para detectar defeitos ou descontinuidades internas presentes em vários tipos ou formas de materiais ferrosos ou não ferrosos. A inspeção ultrassônica tem alta sensibilidade na detecção de pequenas descontinuidades internas (ANDREUCCI, 2011).

Muitas empresas estão tentando substituir o que é percebido como uma ferramenta cara, ou seja, a análise de vibração, pelo ultrassom. Como parte de um programa de manutenção preditiva abrangente, os ultrassônicos devem ser limitados à detecção de vazamentos e níveis de ruído ambiente anormalmente altos. Tentar substituir o monitoramento de vibração por ultrassom simplesmente não funciona (SMITH e MOBLEY, 2011).

Dispositivos ultrassônicos são usados para detectar objetos e medir distâncias. Na Figura 7, é possível conferir um medidor de espessura ultrassônico. Em testes não destrutivos de produtos e estruturas, o ultrassom é usado para detectar defeitos invisíveis (SEVERO, 2013).

**Figura 7 - Medidor de espessura ultrassônico**



Fonte - Carneiro, 2015.

Os instrumentos ultrassônicos são ideais para detecção de defeitos internos. Tais quais, rachaduras, revestimentos e poros podem ser detectados, sendo que as rachaduras e outras descontinuidades em materiais devem ser objeto de investigação rigorosa para constatar sua existência, de forma a analisar e definir quanto a integridade do material e sua conformidade para uso almejado (CARNEIRO, 2015).

O uso da tecnologia ultrassônica na manutenção preditiva é viabilizado pelo ruído gerado pelos equipamentos em operação. Devido à alta frequência, esse ruído é imperceptível ao ouvido humano, mas o ultrassom é capaz de detectar descontinuidades em seus estágios iniciais, permitindo que seja corrigido antes que se torne um problema real (ESPINDULA, 2021).

A manutenção preditiva por meio de ensaios ultrassônicos não destrutivos pode ser utilizada várias vezes, sendo importante ressaltar que a adoção desse método depende de variáveis como o tipo de equipamento, sua composição e o conhecimento do mantenedor<sup>4</sup>, dentre outros. Quando realizados de forma eficiente, os testes ultrassônicos podem reduzir o custo das operações de manutenção e também impactar no tempo de operação (ANDREUCCI, 2011).

Outra vantagem da vistoria ultrassônica é fornecer aos gerentes de manutenção dados que os tornem mais capazes de realizar a manutenção quando o equipamento for necessário, aumentando a produção e impedindo perdas de produtos e paradas desnecessárias e/ou repentinas (SEVERO, 2013).

---

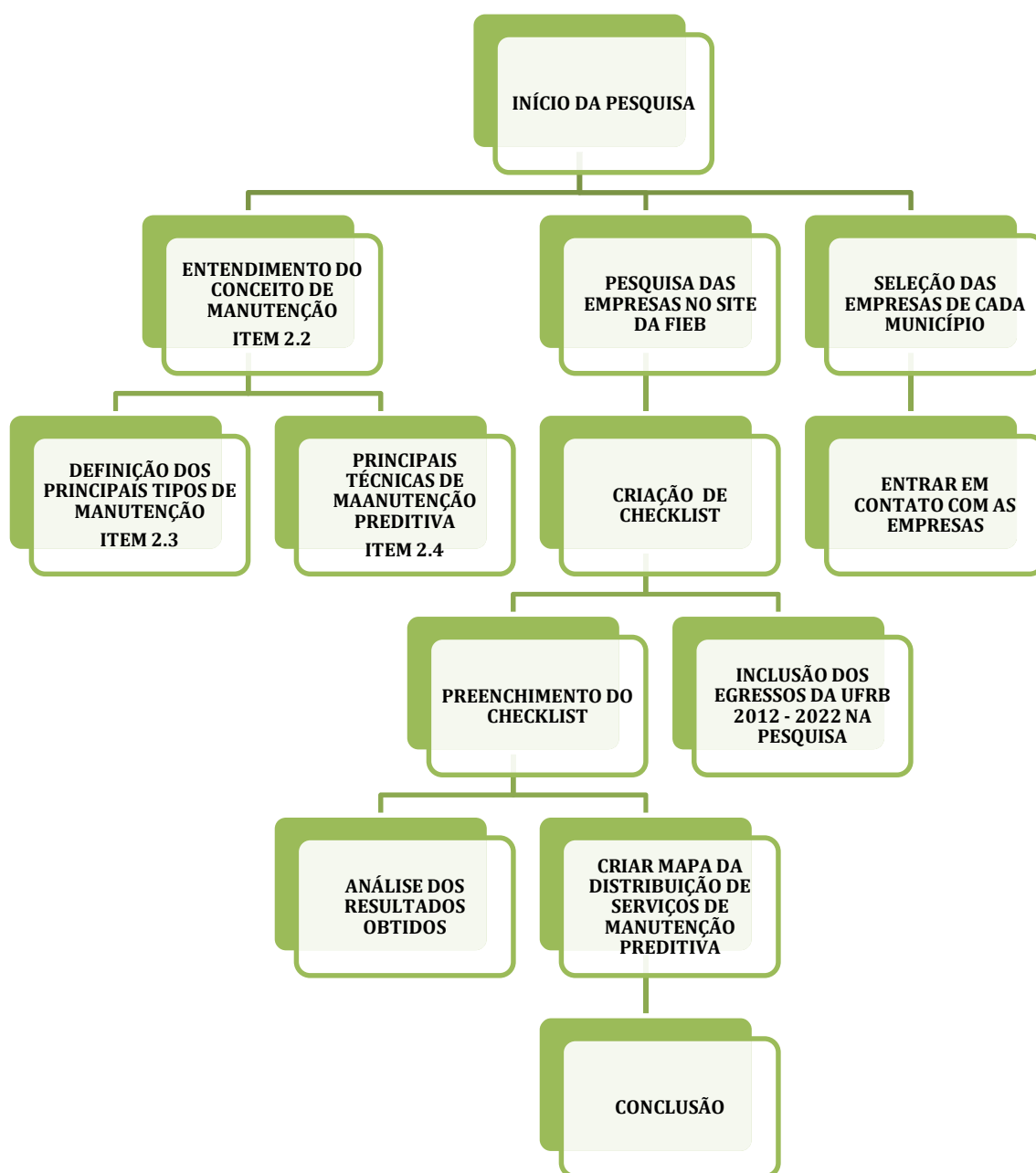
<sup>4</sup> Grupo de pessoas encarregadas de fazer manutenção em equipamentos e máquinas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com vistas a melhorar a descrição do trabalho, mostra – se o fluxograma das atividades desenvolvidas na Figura 8.

#### 3.1 Fluxograma da Metodologia

Figura 8 - Fluxograma da metodologia aplicada



Fonte – Elaborado pela autora, 2022.

A metodologia do presente trabalho foi iniciada através da pesquisa bibliográfica do tema manutenção. Foram consultados livros, e periódicos, em formato impresso e eletrônico. A busca na web foi realizada através da seleção de artigos disponíveis na base de dados, do Google Acadêmico, Scielo e demais portais de pesquisa sobre o tema.

Esquemas de estudos, como fichamentos, resumos, quadros sinopses, para maior compreensão dos itens selecionados foram abordados, para logo em seguida dar - se início à elaboração propriamente dita do texto.

A pesquisa na internet foi feita através dos seguintes descritores: Manutenção, Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva e Empresas catalogadas no site da FIEB (<https://www.fieb.org.br/guia-industrial/consulta-basica/>).

Os critérios de inclusão foram artigos em português e em inglês, com arquivos completos, entre o período 1987 a 2022. Após a aplicação dos critérios de inclusão um total de cinquenta e sete artigos foram selecionados para construção da revisão bibliográfica, seguida de prospecção das atividades junto às empresas no ramo da Engenharia Mecânica no Recôncavo da Bahia que utilizam manutenção preditiva, através de Checklist apresentado no ANEXO C.

Foi necessária a pesquisa através do site da FIEB acessado entre setembro de 2021 a abril de 2022, para obtenção das empresas de cada município do Recôncavo da Bahia, totalizando 20 municípios (ver Tabela 1), para que desta forma fosse feita a seleção das empresas e iniciada a pesquisa de campo com cada empresa de cada um dos municípios por meio da resposta do checklist.

A reunião dos dados que se encontra no ANEXO A, mostra a distribuição de empresas metal mecânica no Recôncavo Baiano selecionadas para observação. Os dados foram alocados na Tabela 2 com o registro das empresas respondentes e localizadas na região dos municípios pesquisados, e listados por meio do portal eletrônico da FIEB.

Com o modelo de Checklist criado pela autora, apresentado no ANEXO C, são apresentadas as principais técnicas de manutenção preditiva da literatura, através do qual iniciou - se o contato com as empresas selecionadas por e - mails, telefone e visitas presenciais. As empresas procederam com o preenchimento do questionário.

Como complemento, foram incluídos os profissionais egressos da UFRB do período de 2012 a 2022, nas empresas dos municípios do Recôncavo, de acordo com

a localização dos mesmos. Utilizando como base, o portal de Engenharia Mecânica da UFRB (<https://www.ufrb.edu.br/engenhariamecanica/lista-egressos>), para obtenção da lista dos egressos, ver ANEXO B.

A partir dos dados é possível avaliar as empresas listadas nos ANEXO A e B, com vistas a criação de um mapa (Figura 9) de distribuição das empresas que executam os serviços de manutenção preditiva no panorama da Indústria na área da Engenharia Mecânica na Bahia.

### 3.2 Coleta de dados

Localizado na região Nordeste, o Território Rural do Recôncavo - BA é composto por 20 municípios, a citar: Cabaceiras do Paraguaçu, Cachoeira, Castro Alves, Conceição do Almeida, Cruz das Almas, Dom Macedo Costa, Governador Mangabeira, Maragogipe, Muniz Ferreira, Muritiba, Nazaré, Santo Amaro, Santo Antônio de Jesus, São Felipe, São Félix, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Sapeaçu, Saubara e Varzedo (SIT, 2015).

Para realização do trabalho, cada município foi especificado por um código, sendo enumerado por ordem alfabética, conforme Quadro 1.

**Quadro 1 - Código dos Municípios da Região Nordeste - Recôncavo**

<b>Municípios</b>	<b>Código</b>	<b>Municípios</b>	<b>Código</b>
Cabaceiras do Paraguaçu	01	Nazaré	11
Cachoeira	02	Santo Amaro	12
Castro Alves	03	Santo Antônio de Jesus	13
Conceição de Almeida	04	São Felipe	14
Cruz das Almas	05	São Félix	15
Dom Macedo Costa	06	São Francisco do Conde	16
Governador Mangabeira	07	São Sebastião do Passé	17
Maragogipe	08	Sapeaçu	18
Muniz Ferreira	09	Saubara	19
Muritiba	10	Varzedo	20

**Fonte – Elaborado pela autora, 2022.**

Segundo a Sebrae (2016), as empresas podem ser subdivididas de acordo com a quantidade de empregados conforme Figura 9, como: Microempresas (MEI), Empresa de Pequeno Porte (EPP), Empresa de Médio Porte (MP) e Grandes Empresas (GE).

Para o presente trabalho, foi feita a pesquisa das empresas dos municípios supracitados por meio do site da FIEB, resultando no ANEXO A, sendo possível



extratificá - las para a pesquisa através do porte da empresa como MEI, EPP, MP e GE. Assim sendo, foram utilizadas para pesquisa um total de 94 empresas, sendo que essa seleção deu - se através da atividade econômica desenvolvida e do número mínimo de 07 funcionários, seguindo a classificação estabelecida pela SEBRAE.

**Figura 9 - Classificação de Porte de estabelecimentos segundo número de empregados**

Porte	Comércio e Serviços	Indústria
Microempresa (MEI)	Até 9 empregados	Até 19 empregados
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	De 10 a 49 empregados	De 20 a 99 empregados
Empresa de Médio Porte (MP)	De 50 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados
Grandes Empresas (GE)	100 ou mais empregados	500 ou mais empregados

**Fonte – Adaptado de SEBRAE, 2016.**

O Checklist, chave da pesquisa, se encontra no ANEXO C, é o principal elemento para análise de utilização dos métodos de preventiva e preditiva avaliando, as empresas do Recôncavo da Bahia que implementam a manutenção preditiva, classificando e analisando os resultados obtidos preenchidos pelas próprias empresas.

Com a obtenção da lista de companhias, procedeu-se o levantamento de informações por intermédio de e-mail, telefone e visita presencial, para que dessa forma obtivesse os dados a serem preenchidos no checklist.

O mesmo foi elaborado com os seguintes itens a serem observados: quantidade de funcionários próprios e contratados, se existia mecânico próprio ou não, e se realizava as seguintes atividades de manutenção (medição de espessura, análise de vibrações, análise de óleo, medição de temperatura, plano de manutenção, ultra som chapa e mancal, balanceamento e calibração), além de identificar o que a empresa mais produzia.

Através do checklist, foi possível obter o preenchimento do mesmo por 23 empresas, das 94 selecionadas para pesquisa.

Além dos 20 municípios, a pesquisa abrangeu alguns municípios dos Egressos do curso de Engenharia Mecânica da UFRB, do período de 2012 a 2022, conforme ANEXO B, dos quais apenas 08 responderam ao questionário, sendo que somente 02 se encontram no Recôncavo, os demais localizam na Itália, Camaçari, Pojuca, São Gonçalo, Jacobina e Eunápolis. Ao obter as informações dos egressos, foi possível

identificar a localização dos mesmos, e qual tipo de trabalho estão exercendo, se estão no ramo da engenharia mecânica ou exercendo funções fora do ramo ver ANEXO B.

De acordo com a obtenção das informações, o questionário foi preenchido pelas empresas, obtendo assim dados que podem ser observados nos APÊNDICES A ao H. Dessa forma, foi possível identificar quais empresas realizam diversos tipos de manutenção preditiva citados no checklist.

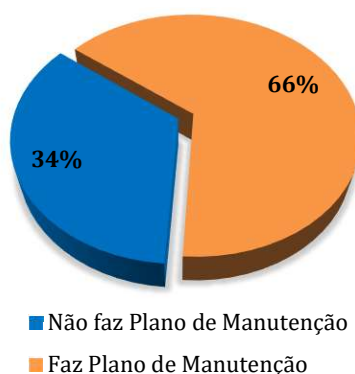
O Checklist foi elaborado, utilizando como itens a serem observados, as atividades de manutenção, dando ênfase as de manutenção preditiva, tais quais: análise de vibrações, análise de óleo, medição de temperatura, ultrassom da chapa e ultrassom do mancal, para que dessa forma fosse possível obter dados necessários à pesquisa em questão.

Foram também analisadas atividades consideradas corretivas, sendo elas calibração, balanceamento e o item mecânico próprio. E atividades consideradas preventivas, a medição de espessura e o plano de manutenção.

Além disso, foram verificados através do checklist o número de funcionários próprios e contratados, sendo que através do número de empregados foram identificadas as Microempresas, as Empresas de Pequeno Porte, as Empresas de Médio Porte e as Grandes Empresas, conforme dados constituídos pela SEBRAE.

Conforme Figura 10, nota - se a porcentagem das empresas que tem e das que não tem plano de manutenção.

**Figura 10 - Porcentagem do Plano de Manutenção**



#### 4 RESULTADOS DE DISCUSSÕES

Conforme os dados obtidos, é possível analisar mediante Quadro 2, que dos 20 municípios, apenas 18 apresentaram empresas a serem avaliadas, sendo que São Felipe e Saubara não apresentaram nenhuma empresa, de acordo com a seleção feita. Desses 18 municípios, um total de 94 empresas que foram selecionadas para a pesquisa, somente 23 participaram da exploração e responderam ao Checklist. Além disso, a partir da lista dos egressos, verifica – se que apenas 8 responderam ao Checklist, o que totaliza 31 empresas participantes. Dos egressos participantes, apenas 2 se encontram no recôncavo nos municípios de Castro Alves e Santo Antônio de Jesus.

**Quadro 2 - Empresas que participaram da pesquisa e o total de respostas obtidas.**

Município	Código	N	Resp.	Município	Código	N	Resp.
Cabaceiras do Paraguaçu	01	1	0	Nazaré	11	3	0
Cachoeira	02	3	2	Santo Amaro	12	6	1
Castro Alves	03	3	0	Santo Antônio de Jesus	13	36	5
Conceição de Almeida	04	3	2	São Felipe	14	0	0
Cruz das Almas	05	15	11	São Félix	15	1	0
Dom Macedo Costa	06	1	1	São Francisco do Conde	16	5	2
Governador Mangabeira	07	2	0	São Sebastião do Passé	17	7	0
Maragogipe	08	2	0	Sapeaçu	18	2	0
Muniz Ferreira	09	1	0	Saubara	19	0	0
Muritiba	10	2	0	Varzedo	20	1	0

Legenda: N = Nº de empresas; Resp. = Responderam

**Fonte – Elaborado pela autora, 2022.**

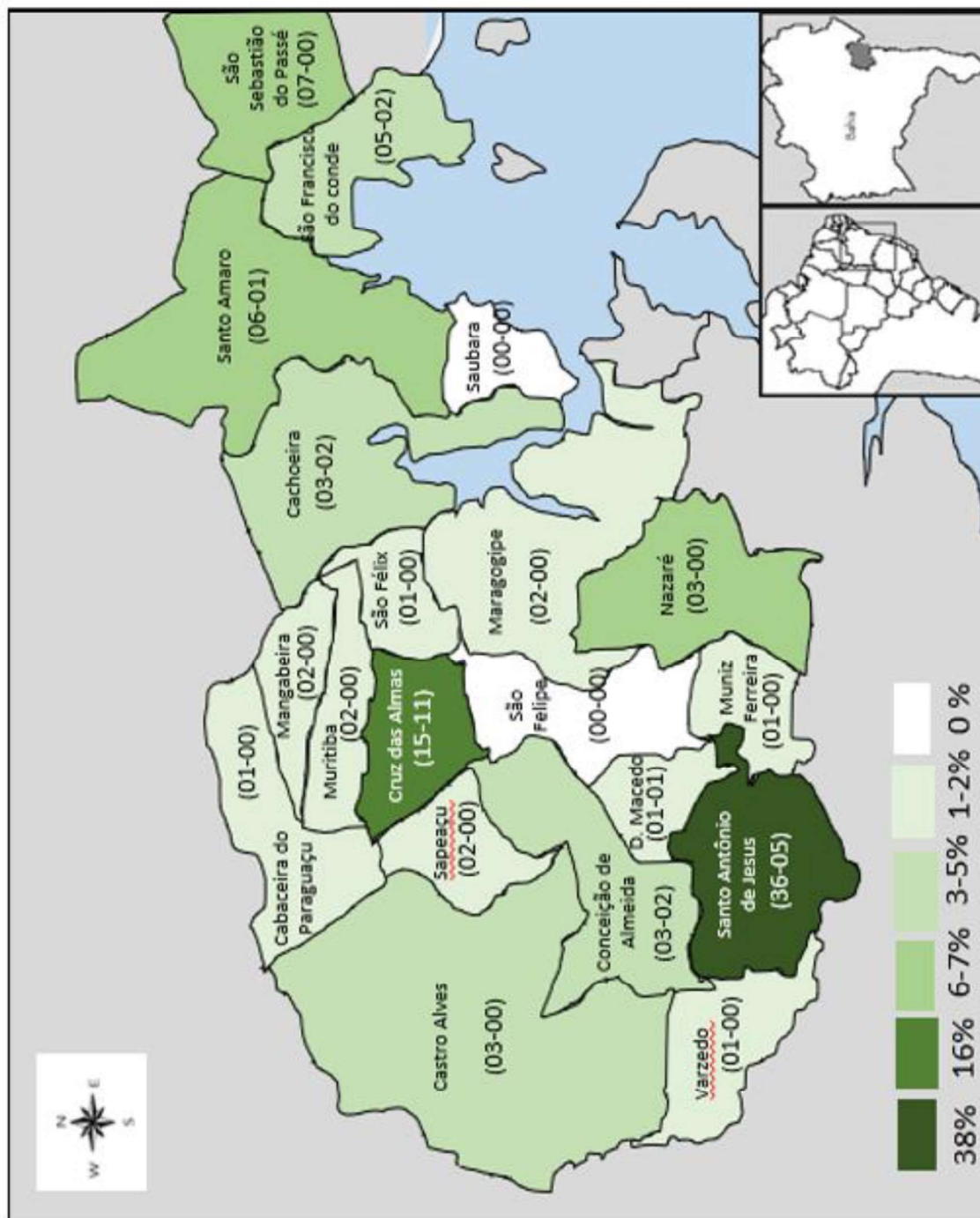
A distribuição espacial das empresas pesquisadas no Recôncavo, pode ser vista na Figura 11, com a porcentagem do número de empresas (FIEB) e o número de respondentes em parênteses.

Através do mapa é possível visualizar que existem 3 regiões de influência, duas dentro do Recôncavo, sendo Santo Antônio de Jesus e Cruz das Almas e uma fora. Pelas cores do mapa, que são proporcionais a concentração de preditiva, nota –se que existe um outro polo de concentração próximo aos municípios de Santo Amaro e São Sebastião do Passé, o qual se encontra fora do Recôncavo, ou seja, o polo de Camaçari que possui várias indústrias que executam a manutenção preditiva em suas atividades de manutenção.

Figura 11 - Distribuição espacial dos municípios envolvidos na pesquisa

Distribuição das concentrações de empresas no Recôncavo da Bahia, municípios.

Porcentagem das empresas por município, considerando 94 empresas como 100%.



No mapa, entre parênteses, mostra o número de empresas selecionadas para pesquisa e a quantidade de respostas obtidas por município. Dessa forma, obtém-se a concentração das empresas que fazem a manutenção preditiva no Recôncavo da Bahia, considerando a maior concentração de empresas em Santo Antônio de Jesus, posteriormente em Cruz das Almas.

Dentre os itens a serem avaliados, mediante investigação, com o Quadro 3, pode – se observar a partir dos dados obtidos, o número de empresas que fazem cada um dos itens de preventiva e preditiva listados.

**Quadro 3 - Tipos de Manutenções analisadas no Checklist**

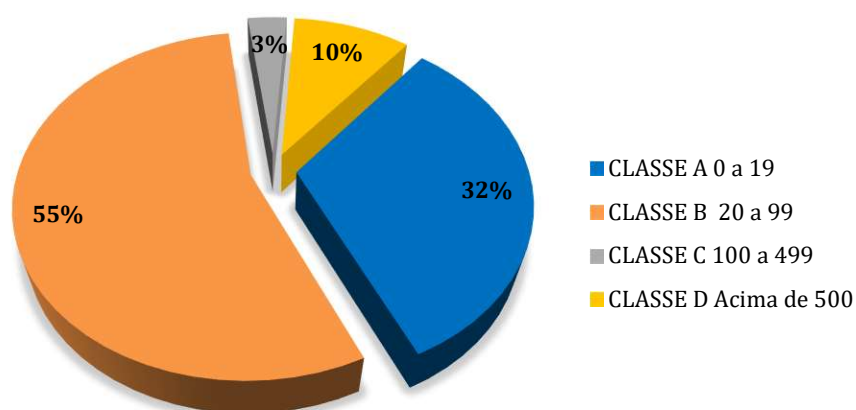
Manutenções	Empresas municipais	Empresas egressos
Medição de Espessura	7	3
Análise de Vibração	5	3
Análise de Óleo	8	4
Medição de Temperatura	9	4
Ultra som Chapa	2	1
Balanceamento	3	3
Calibração	4	3
Ultra som Mancal	1	1

Fonte – Elaborado pela autora, 2022.

A partir da classificação de porte de estabelecimentos, segundo número de empregados observado na Figura 8, foi possível elaborar uma tabela subdividindo por classes cada porte devido aos números de empresas analisadas, conforme Quadro 5 apresentado no Apêndice I. Sendo que foram (10) na Classe A, (17) na Classe B, (1) na Classe C e (3) na Classe D.

Dessa forma, através das análises, obteve – se a porcentagem de empresas que participaram da pesquisa, de cada classe de acordo com o número de funcionários, conforme Figura 12.

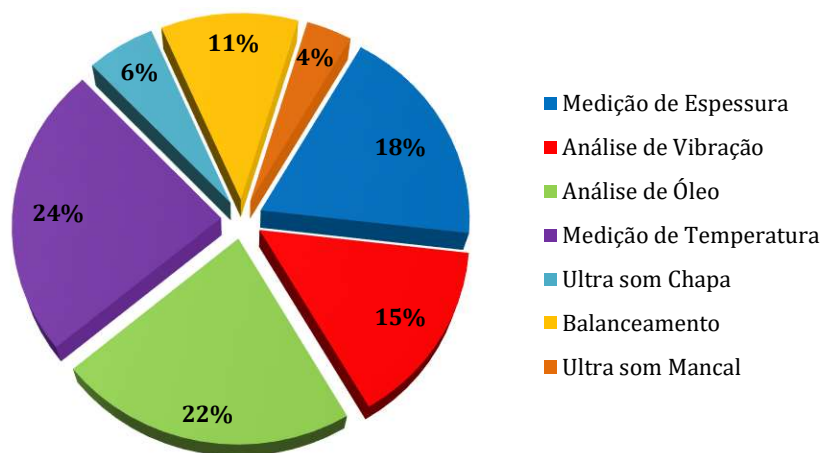
**Figura 12 - Porcentagem do número de empresas subdividido por classes**



Fonte – Elaborado pela autora, 2022.

De acordo com a análise dos dados obtidos, foi possível alcançar através da Figura 13 a porcentagem total de cada tipo de manutenção, considerando as empresas selecionadas no banco de dados da FIEB incluindo os Egressos da UFRB.

**Figura 13 - Porcentual dos tipos de manutenção total FIEB e Egressos.**



**Fonte – Elaborado pela autora, 2022.**

Após a obtenção do número de manutenções realizadas pelas empresas dos municípios em questão, e de acordo com os itens listados no checklist, separou – se os itens por tipo de manutenção. Pode – se apresentar os itens de preenchimento em corretiva, preventiva e preditiva, com suas respectivas quantidades, como pode ser visualizado no Quadro 4.

**Quadro 4 - Análises feitas após pesquisas realizadas através do checklist**

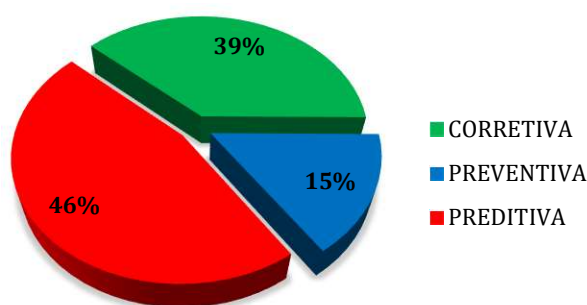
Item	Quantidade	Tipo
Balanceamento	6	CORRETIVA
Calibração	7	CORRETIVA
Funcionário próprio	26	CORRETIVA
Mecânico próprio	15	CORRETIVA
Não faz manutenção	8	CORRETIVA
Medição de espessura	10	PREVENTIVA
Plano de manutenção	21	PREVENTIVA
Medição de temperatura	13	PREDITIVA
Análise de vibração	8	PREDITIVA
Análise de óleo	12	PREDITIVA
Ultrasom mancal	2	PREDITIVA
Ultrasom Chapa	3	PREDITIVA
Funcionário contratado	14	PREDITIVA

**Fonte – Elaborado pela autora, 2022.**

O item de Balanceamento, foi considerado como atividade corretiva devido sua característica de procedimento de entrega de serviço, assim como a operação de Calibração. Os itens de funcionário e mecânico próprio também foram considerados itens de corretiva, devido a prevalência de contratação nos serviços de preditiva. Já o item (Não faz manutenção) já induz o tema manutenção corretiva.

De acordo com cada tipo de manutenção, ou seja, a manutenção corretiva, a preventiva e a preditiva, gerou – se um gráfico com as seguintes considerações, conforme Figura 14. Ressalta - se que o valor encontrado de 39% de manutenção corretiva e 46% de preditiva não corresponde a distribuição dessas atividades nas empresas, esses dados foram encontrados porque o checklist é direcionado às atividades de manutenção preditiva, não contendo itens satisfatórios de manutenção corretiva a serem preenchidos, distorcendo a análise dos dados e introduzindo alto Índice de Preditiva, tal incompletude não foi percebida na concepção do Checklist.

**Figura 14 - Porcentagem global das manutenções obtidas do Checklist**



## 5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve o objetivo de fazer a prospecção da Atividade de Manutenção Preditiva no ramo da Engenharia Mecânica no Recôncavo da Bahia através de Checklist, utilizando a pesquisa de campo por meio de visitas presenciais, e-mails e telefone.

Quanto à revisão bibliográfica, foi realizada uma atualizada revisão bibliográfica abordando diversos conceitos relacionados ao estudo de caso. A partir das análises, pode - se concluir que a revisão dos temas sobre os tipos de manutenção, incluindo a manutenção preditiva, evidenciou a existência de grande número de literatura referente aos tipos de manutenção.

Com a pesquisa, verificou - se uma quantidade menor de manutenção,

exclusivamente preditiva. Os resultados encontrados evidenciam que as empresas utilizam manutenção preventiva e preditiva em suas atividades, com notoriedade para a medição de temperatura (24%), análise de óleo (22%), medição de espessura (18%) e análise de vibração (15%); Entende-se que a medição de temperatura é método comum tanto no controle dos processos quanto das máquinas, a análise de óleo é método básico para conhecimento dos contaminantes e reflexo do estado da máquina e a medição de espessura é muito utilizada para acompanhamento do tempo de vida dos equipamentos estáticos.

Os dados demonstraram a prevalência da manutenção preditiva de (46%), sobre as manutenções corretivas e preventivas, com (39%) e (15%) respectivamente. Além disso, pela subdivisão de classes, (55%) das empresas de pequeno porte, ou seja, de Classe B, têm a prevalência preditiva sobre a preventiva.

O Banco de dados da FIEB contém informações que propiciam busca e contato de empresas do ramo metal mecânica, e abrir o caminho para conclusão do trabalho sobre o sistema de manutenção utilizado nas empresas.

Com relação às dificuldades para o desenvolvimento do trabalho, o levantamento de dados foi uma etapa difícil do estudo. A falta de obtenção de respostas das empresas e de determinados dados sobre a pesquisa estudada foram os principais obstáculos encontrados.

Ademais, o modelo de Checklist criado pela autora e adotado no trabalho, foi eficaz na obtenção dos dados sobre as variações dos tipos de manutenções preditiva, porque a partir deles gerou - se elemento comparativo entre as manutenções realizadas nas empresas. Apesar de nem todas as empresas participarem da pesquisa, o número de respostas das empresas participantes, corresponde a aproximadamente (24%) das empresas pesquisadas e existentes na lista da FIEB. No total foram, foram 23 respostas de 94 empresas abordadas; o número de empresas coletado é representativo, porque explicitou distribuições realistas entre os dois maiores grandes polos do Recôncavo, Santo Antônio de Jesus (05) empresas e Cruz das Almas (11) empresas, evidentes na Figura 9.

Além disso, houve a tentativa de contato com os profissionais egressos da UFRB do período de 2012 a 2022, nas empresas dos municípios do Recôncavo, porém o número de respostas é considerado insuficiente para as avaliações. De forma que, a lista de egressos obtida a partir do portal de Engenharia Mecânica da UFRB,



mostra que grande parte dos egressos localizam – se em empresas fora do Recôncavo ou estão exercendo atividades fora da área da Engenharia.

Apesar da impossibilidade de se avaliar todas as empresas listadas no Anexo A, o mapa da Figura 9, mostra a distribuição das empresas respondentes no Recôncavo, o qual demonstra que existem dois polos de concentração de empresas que executam os serviços de manutenção preditiva no cenário da Indústria Mecânica da Bahia, ou seja, Santo Antônio de Jesus com (38%) e Cruz das Almas com (16%) das empresas. Considerando a distribuição espacial, Santo Amaro deveria concentrar outro polo, principalmente pela proximidade da malha portuária que não é presente na base de dados.

As atividades de corretiva não foram objeto de análise do checklist. Quanto às atividades de preventiva podem ser parcialmente representadas pela presença de plano de manutenção, na realidade o checklist foi dimensionado para mapeamento das atividades de manutenção preditiva, os itens deveriam ser modificados para atender mapeamentos de outras modalidades de manutenção; O número de itens de consulta foi reduzido para facilitar a resposta por parte das empresas respondentes, atividades desse tipo competem com a rotina das empresas o que dificulta a coleta de dados.

Quanto a presença de plano de manutenção, pode - se afirmar que (66%) fazem planos de manutenção e que (34%) não fazem plano de manutenção, conforme mostra na Figura 9, além disso, (48%) das manutenções são mensais, (43%) semanal e (9%) quinzenal. O presente trabalho abre caminho para que empresas possam introduzir as atividades de manutenção preditiva, visando o planejamento estratégico de suas operações.

## **6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Recomenda-se para trabalhos futuros que sejam avaliados outros bancos de dados além da FIEB aumentando, dessa forma, o número de empresas pesquisadas que executam os serviços de manutenção preditiva;

Avaliar a localização dos trabalhos dos Egressos da UFRB e seus ramos de atuação;

Recomenda – se também que o Checklist seja elaborado de forma mais interativa, através do formulário Google Forms, para facilitar na obtenção das

respostas pelos participantes da pesquisa;

Sugere-se que o período para pesquisa seja maior, para que sejam obtidas um número maior de respostas à pesquisa;

Fazer a pesquisa retirando as microempresas da seleção, por terem pouca significância na realização de manutenções preditivas o que daria melhor percentual de feedback /respostas do checklist;

Acrescentar itens ao checklist como o uso da manutenção corretiva e preventiva, além de itens com os tipos de indústria por atividade de desenvolvimento separando por ramos, como: alimentício, calçados, hidrelétrica, entre outros;

Acrescentar ao Checklist outras técnicas de manutenção preditiva e retirar o período que as manutenções são realizadas, e substituir o nome “Reparos” por “Utilização”;

Fazer análises sobre a distribuição dos contratos de manutenção no Recôncavo, com vistas a abrir fronteiras para o empreendedorismo;

Mapear a posição dos Egressos da UFRB na indústria, com o objetivo de direcionamento de inserção no mercado;

Melhorar o contato da universidade com as indústrias com o objetivo de criar vínculo necessário e feed back sobre o papel da universidade para as atividades do entorno no Recôncavo;

Enviar resultados das pesquisas para as empresas envolvidas de forma a manter contato estreito em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

- Abraman (2005) **Associação Brasileira de Manutenção**, Revista oficial da Abraman, Vinte anos da ABRAMAN, n. 54.
- ABNT (1994), **Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, P. Samuel. **Manutenção mecânica industrial: Princípios técnicos e operações**. São Paulo: Érica, 2015.
- ARAÚJO, H. B. **Termografia Infravermelha**. Rio Verde, Goiás, 2014. Disponível em: <<http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Termografia%20Infravermelha.pdf>> Acesso em: 18 de fev. de 2022.
- ANDREUCCI, R. **Ensaio por ultrassom: aplicação industrial**. 1ªed. Jan/2011
- BLAIKIE, Andrew; MILLER, David; ALEMÁN, Benjamín J. **A fast and sensitive room-temperature graphene nanomechanical bolometer**. Nature communications, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2019.
- CAMPOS, Diogo Carlos Melo de Pinho et al. **Implementação de técnicas e ferramentas para manutenção preditiva**. 2010.
- CARNEIRO, A. A. **Estudo de técnicas de manutenção preditiva em transformadores de potência e motores de indução trifásicos**. Belo Horizonte – MG, 2015.
- CYRINO, L. **Diagnóstico de falhas das vibrações**. 18 de jul. de 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagnostico-de-falhas-das-vibracoes/>>. Acesso em: 15 de fev. de 2022.
- CYRINO, L. **Análise de óleo, um passo à frente das falhas**. 20 de abr. de 2018. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/analise-de-oleo-um-passo-a-frente-da-falha/>>. Acesso em 19 de fev. de 2022.
- DE SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e gerência da manutenção: planejamento, programação e controle de manutenção**. All Print, 2007.
- ESPINDULA, LUCAS GOMES. **MANUTENÇÃO PREDITIVA E A INDÚSTRIA 4.0 UM ESTUDO DE CASO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO ON-LINE DE ATIVOS**. 2021.
- FUENTES, Fernando Félix Espinosa. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.
- GUILHERME, J. **Análise de Vibração – Tipos de Sinais, Transformada de Fourier e PSD**. 18 de abr. de 2016. Disponível em: <<http://ensur.com.br/analise-de-vibracao-tipos-desinais-transformada-de-fourier-e-psd/>>. Acesso em: 15 de fev. de 2022.
- KARDEC A., NASCIF J. 2003. **Manutenção: Função Estratégica**. Ed. Qualitymar
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: **Qualitymark: Petrobrás**, 2009. 384 p

KARDEC, A.; NASCIF, J. "**Manutenção – Função Estratégica**", Qualitymark Editora, 4ª edição. Rio de Janeiro - 2013.

MAIS, Jason; BRADY, Scott. **Introduction Guide to Vibration Monitoring**. 2002.

MARCORIN, Wilson Roberto; LIMA, Carlos Roberto Camello. **Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos**. Revista de ciência & tecnologia, v. 11, n. 22, p. 35-42, 2003.

MARÇAL, Rafael Almeida; SANTOS, Ronaldo Lisboa dos. **Medição, análise e controle de vibração em máquinas industriais: estudo de caso em uma empresa de grande porte do setor madeireiro**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARTINS, P. G.; Laugeni, F. P. (2015); **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva.

MOBLEY, R. Keith. **An introduction to predictive maintenance**. Elsevier, 2002.

MORO, Norberto; AURAS, André Paegle. **Introdução à gestão da manutenção**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina Gerência Educacional de Metal Mecânica Curso Técnico de Mecânica Industrial. Florianópolis-SC, p. 11, 2007.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

Moubray, J. (2000), **Reliability-centred Maintenance (RCM): Manutenção Centrada em Confiabilidade**, Tradução de Kleber Siqueira, Aladon, Grã Bretanha

NASCIF, J., DORIGO, L. C. **Manutenção Orientada para Resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2010

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva-vol. 1**. Editora Blucher, 2014.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva**. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 2012. pp 41 – 42.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues. **Manutenção Preditiva: acompanhando as condições dos equipamentos**. [http://www. qualidadeonline. wordpress. com/2010/03/08/manutencao-preditiva-acompanhandoas-condicoes-dos-equipamentos](http://www.qualidadeonline.wordpress.com/2010/03/08/manutencao-preditiva-acompanhandoas-condicoes-dos-equipamentos)> acesso, v. 27, n. 08, 2013.

PEREIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2010. 80 p.

PEREIRA, Mário Jorge; **Engenharia de Manutenção**, Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2011.

Pinto, A. K. e Xavier, J. N. (1999), **Manutenção: função estratégica**, Qualitymark, Rio de Janeiro.

Pinto, A. K. e Xavier, J. N. (2007), **Manutenção: função estratégica**, Qualitymark, Rio de Janeiro

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica.** Qualitymark, 2010.

PIRES, Caique Aparecido; OKADA, Roberto Hirochi. **MANUTENÇÃO PREDITIVA: estratégia de produção e redução de custos.** Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 635-647, 2020.

PITTOL, R. **Manutenção Preditiva dentro da Indústria 4.0.** 18 de Fev de 2020. Disponível

em: <<https://www.linkedin.com/pulse/manuten%C3%A7%C3%A3opreditiva-dentro-da-ind%C3%A9ria-40-renatopittol/?trackingId=Komj67wsZPj4EsojZXbJJQ%3D%3D>>. Acesso em: 15 de Fev de 2022

RAUSAND M. **Reliability centered maintenance. Reliability Engineering and System Safety.** 60. 1998.

SABLAYROLLES, Philippe Jean Louis et al. **Crise rural multidimensional e políticas integradas: o caso do Recôncavo da Bahia.** Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, n. 42, 2019.

SANTOS, Marcos; ARAÚJO, Marcio Medeiros; LIMA, Angélica Rodrigues. **Manutenção Preditiva: Contribuindo para a melhoria dos processos e para a redução dos custos de operação.** Anais do X SIMPROD, 2018.

SALCAS. **Termovisores.** Disponível em:

<https://www.salcas.com.br/instrumento/industria/termovisores>. Acesso em 18 de fev. de 2022.

Scheffer, C. and Girdhar P. (2004). **Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance**, Newnes.

SEBRAE-NA/ Dieese. **Anuário do trabalho na Micro e Pequena Empresa 2016**, p. 17. Disponível

em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anu%C3%A1rio%20do%20Trabalho%20nos%20Pequenos%20Neg%C3%B3cios%202016%20VF.pdf>. Acesso: 28 de abril de 2022.

SEVERO, Bernardo Borba; TROJAN, Flávio; KOVALESKI, João Luiz. **Manutenção preditiva por ultrassom.** 2013.

SIT - **Sistema de Informações Territoriais** (2015). Caderno Territorial Recôncavo. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download.php>. Acesso em: 09 de março de 2022.

SLACK, N. et. al. (2009); **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas.

SMITH, Ricky; MOBLEY, R. Keith. **Rules of thumb for maintenance and reliability engineers.** Butterworth-Heinemann, 2011. [https://freepdf--books-com.translate.googleusercontent.com/translate/addirect/?file=17883&\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=pt&\\_x\\_tr\\_hl=pt-BR&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://freepdf--books-com.translate.googleusercontent.com/translate/addirect/?file=17883&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc). Acesso em: 15 de fev. de 2022.

SOUZA, Rafael Doro. **ANÁLISE DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO FOCANDO A MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: ESTUDO DE CASO MRS LOGÍSTICA.** Juiz de Fora (MG): UFJF, 2008.

SPAMER, F. R. **Técnica Preditiva de Manutenção em Máquina Rotativas.** Rio de Janeiro, ago. de 2009. Disponível em:

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000900.pdf>>>. Acesso em: 18 de fev. de 2022.

SWANSON L. **Linking maintenance strategies to performance**. Int. J. Production Economics 70. 2001

TEIXEIRA A. **Multicriteria decision on maintenance: spares and contract planning**. European Journal of Operational Research 129. 2001.

TOAZZA, Guilherme Francez; SELLITTO, Miguel Afonso. **Estratégia de manutenção preditiva no departamento gráfico de uma empresa do ramo fumageiro**. Revista Produção Online, v. 15, n. 3, p. 783-806, 2015.

TSANG A. **A strategic approach to managing maintenance performance**. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Vol. 4 No. 2, pp. 87-94. 1998

TROJAN, Flavio; MARÇAL, Rui Francisco Martins; BARAN, Leandro Roberto. **Classificação dos tipos de manutenção pelo método de Análise Multicritério ELECTRE TRI**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 343-357, 2013.

Viana, H. R. G. (2002), **PCM, Planejamento e controle da manutenção**, Qualitymark, Rio de Janeiro.

VIBMASTER. **Termografia Infravermelha Industrial**. Campo Bom, Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/prestadores-de-servicos/vibmaster/produtos/instalacoes-e-equipamentos-industriais/termografia-infravermelha-industrial>> Acesso em: 18 de fev. de 2022.

VIKON. **Análise de Vibrações Mecânicas**. Disponível em: <https://vikon.com.br/analise-de-vibracoes-mecanicas/> Acesso em 15 de fev. de 2022.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.

## ANEXOS

**ANEXO A - Empresas do Recôncavo da Bahia, segundo FIEB**  
**(<https://www.fieb.org.br/guia-industrial/consulta-basica/>)**

Município	Empresa - Razão Social	Atividade Econômica	Produtos	num	Email
Cabaceiras do Paraguaçu	<a href="#">CERAMICA IGUATEMI LTDA</a>	Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos	Bloco	34	<a href="mailto:ceramicaiguatemi@hotmail.com">ceramicaiguatemi@hotmail.com</a>
Cachoeira	MASTROTTO BRASIL S/A	Curtimento e outras preparações de couro	Couro bovino acabado; Raspa bovina acabada; Raspa wet-blue	601	<a href="mailto:mastrotto@mastrotto brasil.com.br">mastrotto@mastrotto brasil.com.br</a>
Cachoeira	SANTO EXPEDITO INDUSTRIA DE PAPEIS EIRELI	Fabricação de papel	Cartao; Cartolina; Papel; Papelao; Tubete	70	<a href="mailto:santexpapel@terra.com.br">santexpapel@terra.com.br</a>
Cachoeira	<a href="#">BONANZA INDUSTRIAL E AGRICOLA LTDA</a>	Fabricação de laticínios	Bebida lactea; Iogurte; Manteiga; Mussarela; Queijo frescal; Queijo ricota	41	<a href="mailto:laticiniobonanza@gmail.com">laticiniobonanza@gmail.com</a>
Castro Alves	CALCADOS PEGADA NORDESTE LTDA	Fabricação de calçados de couro	Calçado masculino	380	<a href="mailto:julia@pegada.com.br">julia@pegada.com.br</a>
Castro Alves	<a href="#">JOSE FRANCISCO MARCIANO MOTTA</a>	Extração de quartzo	Extracao de feldspato; Extracao de quartzo; Extracao de diopsidio	20	<a href="mailto:motta.if@gmail.com">motta.if@gmail.com</a>
Castro Alves	<a href="#">MBM BENEFICIAMENTOS DE MINERAIS LTDA</a>	Beneficiamento de minérios de cobre, chumbo, zinco e outros minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente	Beneficiamento de minerais (feldspato moido)	12	<a href="mailto:administracao@mbm-ba.com.br">administracao@mbm-ba.com.br</a>
Conceição do Almeida	<a href="#">HENRICH E CIA LTDA</a>	Fabricação de calçados de couro	Calçado feminino	594	<a href="mailto:paulo.bender@henrich.com.br">paulo.bender@henrich.com.br</a>
Conceição do Almeida	<a href="#">PLASNOR INDUSTRIA E COMERCIO LTDA</a>	Fabricação de embalagens de material plástico	Saco plastico; Sacola impressa	23	<a href="mailto:direcao@plasnor.com.br">direcao@plasnor.com.br</a>
Conceição do Almeida	<a href="#">POLPAS DE FRUTAS NATURAIS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA</a>	Fabricação de conservas de frutas	Polpa de fruta; Sorvete de iogurte	12	<a href="mailto:reinaldobarreto2017@gmail.com">reinaldobarreto2017@gmail.com</a>
Cruz das Almas	<a href="#">CALCADOS BIBI LTDA</a>	Fabricação de calçados de couro	Calçado infantil (tenis, sandalia, sapatenis, sapato)	711	<a href="mailto:patricia@bibinordeste.com.br">patricia@bibinordeste.com.br</a>

Cruz das Almas	<a href="#">ERMOR TABARAMA TABACOS DO BRASIL LTDA</a>	Processamento industrial do fumo	Beneficiamento de fumo capas; Beneficiamento de fumo em folhas	208	<a href="mailto:bertont1@universalleaf.com">bertont1@universalleaf.com</a>
Cruz das Almas	<a href="#">CERAMICA SIMOL LTDA</a>	Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos	Bloco	62	<a href="mailto:ceramicasimol@bol.com.br">ceramicasimol@bol.com.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">MARALAT PRODUCAO E COMERCIO DE LATICINIOS EIRELI</a>	Fabricação de laticínios	Bebida lactea; logurte; Manteiga	58	<a href="mailto:adm@maralat.com.br">adm@maralat.com.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">J.J. COMERCIAL DE ESTOFADOS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Estofado	57	<a href="mailto:maluestofados4@yahoo.com.br">maluestofados4@yahoo.com.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">FUMEX TABACALERA LTDA</a>	Processamento industrial do fumo	Fumo em folhas (in natura)	42	<a href="mailto:bfumexsecretary@hailcotton.com">bfumexsecretary@hailcotton.com</a>
Cruz das Almas	<a href="#">MARFIM TEXTIL BAHIA LTDA</a>	Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente	Cadarco; Elastico; Fita em geral	37	<a href="mailto:marfim@marfim-bahia.ind.br">marfim@marfim-bahia.ind.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">MICROELETRONICA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA</a>	Fabricação de transformadores, indutores, conversores, sincronizadores e semelhantes, peças e acessórios	Bloqueador telefonico; Centrais de choque; Conversor; Filtro de linha; Fonte chaveada; Fonte de alimentacao para amplificadores; Inversor; No-break; Transformador	33	<a href="mailto:rh@gilsom.com.br">rh@gilsom.com.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">ATLANTIS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA</a>	Fabricação de equipamentos hidráulicos e pneumáticos, peças e acessórios, exceto válvulas	Bomba submersa	17	<a href="mailto:sac@bombasatlantis.com.br">sac@bombasatlantis.com.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">JR MARMORES E GRANITOS LTDA</a>	Aparelhamento de placas e execução de trabalhos em mármore, granito, ardósia e outras pedras	Bancada; Mausoleu; Movei sob medida; Peitoril; Pia; Soleira	17	<a href="mailto:granitoscia@gmail.com">granitoscia@gmail.com</a>
Cruz das Almas	<a href="#">INDUSTRIA E DISTRIBUIDORA VICOSA LTDA</a>	Fabricação de fraldas descartáveis	Fralda descartável	14	<a href="mailto:fraldaspop15@gmail.com">fraldaspop15@gmail.com</a> *
Cruz das Almas	<a href="#">DILMARMORE MARMORE E GRANITOS LTDA</a>	Aparelhamento de placas e execução de trabalhos em mármore, granito, ardósia e outras pedras	Balcao; Peitoril; Pia; Soleira	13	<a href="mailto:dilmarmore@bol.com.br">dilmarmore@bol.com.br</a>
Cruz das Almas	<a href="#">MARMORARIA CRISTAL LTDA</a>	Aparelhamento de pedras para construção, exceto associado à extração	Bancada; Mesa; Peitoril; Pia; Soleira	10	<a href="mailto:mcmarmorariacristal@gmail.com">mcmarmorariacristal@gmail.com</a>



Cruz das Almas	<a href="#">MOELGE MOTORES ELETRICOS LTDA</a>	Manutenção e reparação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos não especificados anteriormente	Manutencao e reparacao em motobomba, maquina agricola e industrial, bomba, compressor	10	<a href="mailto:moelge@hotmail.com">moelge@hotmail.com</a>
Cruz das Almas	<a href="#">ALL FLEX INDUSTRIA E COMERCIO DE ESTOFADOS E COLCHOES LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Colchao; Estofado; Poltrona; Pufe; Sofa	7	<a href="mailto:atendimento@allflexcolchoes.com.br">atendimento@allflexcolchoes.com.br</a> *
Dom Macedo Costa	<a href="#">RECONCAVO INDUSTRIA E COMERCIO DE CARNE LTDA</a>	Fabricação de produtos de carne	Charque	20	<a href="mailto:charqueterraboa@hotmail.com">charqueterraboa@hotmail.com</a>
Governador Mangabeira	<a href="#">DANCO COMERCIO E INDUSTRIA DE FUMOS LTDA</a>	Processamento industrial do fumo	Desperdicios de tabaco; Fumo em folha destalado (tipo capeiro); Fumo em folha nao destalado (tipo capeiro); Outros destalado; Outros nao destalado	627	<a href="mailto:heloisafaria@petrobras.com.br">heloisafaria@petrobras.com.br</a>
Governador Mangabeira	<a href="#">GITEL INDUSTRIA E COMERCIO DE FERRAGENS EIRELI</a>	Fabricação de outros produtos de metal não especificados anteriormente	Calha colonial em aluminio; Esquadria em geral	7	<a href="mailto:ferraco@gitelferraco.com.br">ferraco@gitelferraco.com.br</a>
Maragogipe	<a href="#">ENSEADA INDUSTRIA NAVAL S/A EM RECUPERACAO JUDICIAL</a>	Construção de embarcações de grande porte	Construcao de embarcacoes de grande porte; Manutencao e reparacao de embarcação	23	<a href="mailto:cynthia.muniz@enseada.com">cynthia.muniz@enseada.com</a>
Maragogipe	<a href="#">PEDIMODA INDUSTRIA E COMERCIO DE CALCADOS LTDA</a>	Fabricação de calçados de couro	Componente para sandalia (tira, solado, cabedal, bordado); Rasteira; Sandalia; Sapatilha	10	<a href="mailto:compras@pedimoda.com.br">compras@pedimoda.com.br</a>
Muniz Ferreira	<a href="#">LUIS VICTOR E SILVA MARTINS - EPP</a>	Instalação e manutenção elétrica	Instalacao de maquinas e equipamentos industriais; Instalacao eletrica; Instalacao de sistema de prevencao contra incendio	9	<a href="mailto:delltaservicos@gmail.com">delltaservicos@gmail.com</a>
Muritiba	<a href="#">MINERACAO PEDRA DO CAVALO LTDA</a>	Extração e britamento de pedras e outros materiais para construção e beneficiamento associado	Extracao de brita, cascalho e pedregulho	37	<a href="mailto:mpc.eduardo@barbosaebarbosa.com.br">mpc.eduardo@barbosaebarbosa.com.br</a>
Muritiba	<a href="#">JOZIEL PEREIRA DOS SANTOS EIRELI</a>	Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de alimentos, bebidas e fumo, peças e acessórios	Maquina para industria de laticinio; Maquina para industria de polpa de fruta e suco em geral	8	<a href="mailto:vendas@josmag.com.br">vendas@josmag.com.br</a>

Nazaré	<a href="#">OLDESA OLEO DE DENDE LTDA</a>	Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	Oleo de palmiste; Oleo integral de dende; Sabao em barra; Oleo refinado de palma	45	<a href="mailto:oldesa@oldesa.com.br">oldesa@oldesa.com.br</a>
Nazaré	<a href="#">MINERACAO SAO VICENTE LTDA</a>	Extração e britamento de pedras e outros materiais para construção e beneficiamento associado	Brita	29	<a href="mailto:gerencia1@topbritas.com.br">gerencia1@topbritas.com.br</a>
Nazaré	<a href="#">EMITTER EMPRESA DE TERRAPLENAGEM E TRANSP RODOVIARIO LTDA</a>	Extração e britamento de pedras e outros materiais para construção e beneficiamento associado	Brita; Pedra bruta; Po-de-pedra	12	<a href="mailto:neisoares@yahoo.com.br">neisoares@yahoo.com.br</a>
Santo Amaro	<a href="#">PENHA PAPEIS E EMBALAGENS LTDA</a>	Fabricação de papel	Papel reciclado capa; Papel reciclado miolo; Papel Test Liner	508	<a href="mailto:info@penha.com.br">info@penha.com.br</a>
Santo Amaro	<a href="#">FEX INDUSTRIA DE PAPEIS LTDA</a>	Fabricação de produtos de papel para uso doméstico e higiênico-sanitário não especificados anteriormente	Papel higiênico	133	<a href="mailto:contabilidade@fofex.com.br">contabilidade@fofex.com.br</a>
Santo Amaro	<a href="#">QWS INSPECAO E SERVICOS LTDA</a>	Manutenção e reparação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras, exceto para veículos	Manutencao industrial em geral	35	<a href="mailto:comercial@qwsservicos.com.br">comercial@qwsservicos.com.br</a>
Santo Amaro	<a href="#">BYSBOM INDUSTRIA E COMERCIO DE SORVETES LTDA</a>	Fabricação de sorvetes e outros gelados comestíveis	Picole; Sorvete	21	<a href="mailto:bisbomsorveteria@yahoo.com.br">bisbomsorveteria@yahoo.com.br</a>
Santo Amaro	<a href="#">P R J INDUSTRIA E COMERCIO DE PALETES LTDA</a>	Fabricação de esquadrias de madeira e de peças de madeira para instalações industriais e comerciais	Embalagem de madeira; Palete	11	<a href="mailto:pripaletes@hotmail.com">pripaletes@hotmail.com</a>
Santo Amaro	<a href="#">LENDA INDUSTRIA DE PALETES LTDA</a>	Fabricação de artefatos de tanoaria e de embalagens de madeira	Caixa de madeira; Palete de madeira	8	<a href="mailto:lendapaletes@gmail.com">lendapaletes@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">NATULAB LABORATORIO S/A</a>	Fabricação de medicamentos alopáticos para uso humano	Alumimax (Hidroxido de aluminio); Maxalgina (Dipirona sodica); Rifotrat (Rifomicina spray); Tylemax (Paracetamol)	850	<a href="mailto:comunicacao@natulab.com.br">comunicacao@natulab.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">CALCADOS RAMARIM LTDA</a>	Fabricação de calçados de couro	Calçado de couro; Calçado de material sintético; Tennis; Partes de calçados	499	<a href="mailto:izaque@ramarim.com.br">izaque@ramarim.com.br</a>

Santo Antônio de Jesus	<a href="#">FRANGOSAJ INDUSTRIA E COMERCIO DE AVES LTDA</a>	Abate de aves	Coxa, sobrecoxa de frango; Frango inteiro congelado; Peito congelado envelopado; Pertence para canja; Asa congelada; Coracao, moela de frango	325	<a href="mailto:fernanda@avivip.com.br">fernanda@avivip.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">RECONFLEX INDUSTRIA E COMERCIO DE COLCHOES LTDA</a>	Fabricação de colchões	Cama box; Colchao de espuma; Colchao de mola; Travesseiro; Base para cama box; Espuma industrial; Bordado personalizado em colchão	276	
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">NATURELIFE INDUSTRIA E COMERCIO DE ALIMENTOS LTDA</a>	Fabricação de outros produtos alimentícios não especificados anteriormente	Suplementos alimentares, nutraceuticos; Repositores de calcio; Suplementos vitaminicos e minerais	259	<a href="mailto:comunicacao@natulab.com.br">comunicacao@natulab.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">INDUSTRIA BAIANA DE VIDROS LTDA</a>	Fabricação de vidro plano e de segurança	Vidro temperado	222	
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">FRIGOSAJ FRIGORIFICO LTDA</a>	Frigorífico - abate de bovinos	Abate de bovino	152	<a href="mailto:rhsaj@frigosaj.com.br">rhsaj@frigosaj.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">DESIGN INDUSTRIA DE COLCHOES E ESTOFADOS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Colchao; Estofado	150	<a href="mailto:diretoria@designcolchoes.com.br">diretoria@designcolchoes.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">MAXPLAST INDUSTRIA DE ARTEFATOS DE PLASTICOS LTDA</a>	Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	Forro de PVC; Porta sanfonada; Acabamentos em PVC; Eletroduto corrugado	100	<a href="mailto:leonardomaxplast@gmail.com">leonardomaxplast@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">BISCOITOS SAO BENEDITO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA</a>	Fabricação de biscoitos e bolachas	Biscoito	90	<a href="mailto:vip.clientes@hotmail.com">vip.clientes@hotmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">CONEL CONSTRUCOES SERVICOS E LOCACAO DE VEICULOS LTDA</a>	Construção de estações e redes de distribuição de energia elétrica	Instalacao eletrica para construcao civil	90	<a href="mailto:atendimento@conell.com.br">atendimento@conell.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">SUPER VIDROS INDUSTRIA DE VIDROS LTDA</a>	Fabricação de vidro plano e de segurança	Espelho; Vidro laminado; Vidro temperado	82	<a href="#">taiani</a> *
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">ELEGANCE INDUSTRIA DE COLCHOES LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Colchao	80	<a href="mailto:fiscal@elegancecolchoes.com.br">fiscal@elegancecolchoes.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">PETNOR INDUSTRIA E COMERCIO DE</a>	Fabricação de embalagens de material plástico	Coletor para exame; Dosador; Embalagem PET para produtos	78	<a href="mailto:petnor@petnor.com.br">petnor@petnor.com.br</a>

	<a href="#">EMBALAGENS LTDA</a>		farmaceuticos e cosméticos		
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">SOFTLIFE INDUSTRIA E COMERCIO DE MOVEIS LTDA</a>	Fabricação de colchões	Cama box; Colchao	78	<a href="mailto:rh@meroncolchoes.com.br">rh@meroncolchoes.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">ANDRADE RAMOS ESTOFADOS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Estofado	73	<a href="mailto:estofadosramosfarias@hotmail.com">estofadosramosfarias@hotmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">ABS POLIESTIRENO LTDA</a>	Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	Embalagem industrial; Placa construçao civil; Placa papelaria	66	<a href="mailto:ivamsousa@hotmail.com">ivamsousa@hotmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">BELLABAHIA INDUSTRIA E COMERCIO DE ESTOFADOS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Estofado	65	<a href="mailto:contatos@estofadosbellabahia.com.br">contatos@estofadosbellabahia.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">KIGOMA ALIMENTOS LTDA</a>	Fabricação de biscoitos e bolachas	Biscoito cavaco de coco; Biscoito de goma; Biscoito delicia; Biscoito folheado de canela; Biscoito goma sabor milho verde	40	<a href="mailto:kigoma@kigoma.com.br">kigoma@kigoma.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">MERON INDUSTRIA E COMERCIO DE MOVEIS LTDA</a>	Fabricação de colchões	Cama box; Colchao	40	<a href="mailto:rh@meroncolchoes.com.br">rh@meroncolchoes.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">CARDOSO CARDOSO INDUSTRIA E COMERCIO DE SORVETES LTDA</a>	Fabricação de sorvetes e outros gelados comestíveis	Gelo; Picole; Sorvete	35	<a href="mailto:sakarasaj@yahoo.com.br">sakarasaj@yahoo.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">ROCALLY INDUSTRIA DE COSMETICOS EIRELI</a>	Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Condicionador; Hidratante capilar; Seiva de alfazema; Xampu profissional	35	<a href="mailto:milenefonseca.rocally@gmail.com">milenefonseca.rocally@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">METACO ESTRUTURAS METALICAS LTDA</a>	Montagem de estruturas metálicas	Cobertura para posto de combustivel; Estrutura metalica; Galpao; Parque infantil	31	<a href="mailto:mirian.metaco@gmail.com">mirian.metaco@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">GL INDUSTRIA DE VIDROS LTDA</a>	Fabricação de vidro plano e de segurança	Basculante; Box; Janela; Porta; Beneficiamento de vidro	30	<a href="mailto:transformevidros@gmail.com">transformevidros@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">SOTEC FABRICACAO DE ESTRUTURAS METALICAS E SERVICOS LTDA</a>	Fabricação de estruturas metálicas	Caldeiraria; Edificacao; Esquadria de metal; Estrutura metalica; Manutencao hospitalar; Pintura industrial; Terraplanagem	30	<a href="mailto:sotec@sotecind.com.br">sotec@sotecind.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">MODELAR ESTOFADOS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Estofado	29	<a href="mailto:financeiromodelarsaj@gmail.com">financeiromodelarsaj@gmail.com</a>

Santo Antônio de Jesus	<a href="#">MRL INDUSTRIA DE VIDROS LTDA</a>	Fabricação de vidro plano e de segurança	Espelho; Vidro comum; Vidro temperado	29	<a href="mailto:fiscalnovglass@gmail.com">fiscalnovglass@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">LATICINIOS VRBS LTDA</a>	Fabricação de laticínios	Bebida lactea; Iogurte; Leite pasteurizado; Manteiga; Queijo	27	<a href="mailto:vitogurte@hotmail.com">vitogurte@hotmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">PERFFETO GONDOLAS E MOVEIS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de metal	Expositores (gondola, prateleira, lastro, verdureiro, check-out, podium, vassoureiro); Guarda-volume	25	<a href="mailto:adm@unifrio.com.br">adm@unifrio.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">HIGIPEL HIGIENICOS DE PAPEL LTDA</a>	Fabricação de produtos de papel para uso doméstico e higiênico-sanitário não especificados anteriormente	Fralda descartavel; Guardanapo; Papel higienico; Papel interfolhado	23	<a href="mailto:produtoshigipel@hotmail.com">produtoshigipel@hotmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">K &amp; M INDUSTRIA E COMERCIO DE BISCOITOS LTDA</a>	Fabricação de biscoitos e bolachas	Biscoito	22	<a href="mailto:biscoitokm@gmail.com">biscoitokm@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">ALIOMAR CEZAR DE OLIVEIRA ALMEIDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Estofado	14	<a href="mailto:aliomarcezar@bol.com.br">aliomarcezar@bol.com.br</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">FAIBERFLEX INDUSTRIA DE FIBRAS LTDA</a>	Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	Travesseiro; Fibra de poliester; Grampo de aco	11	<a href="mailto:faiberflex@gmail.com">faiberflex@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">CALDEIRAS BRASIL LTDA</a>	Fabricação de máquinas e equipamentos para uso industrial específico não especificados anteriormente, peças e acessórios	Caldeira; Carreta agricola; Maquinas para panificacao; Rocadeira; Equipamentos para agricultura	10	<a href="mailto:caldeirasbrasil@gmail.com">caldeirasbrasil@gmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">FAFATEX INDUSTRIA DE CONFECÇÕES LTDA</a>	Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico	Capa para almofada; Capa para sofa; Colcha; Lencol; Mosquiteiro	10	<a href="mailto:fafatexsaj@hotmail.com">fafatexsaj@hotmail.com</a>
Santo Antônio de Jesus	<a href="#">AASS INDUSTRIA E COMERCIO DE ESTOFADOS LTDA</a>	Fabricação de móveis com predominância de madeira	Estofado; Poltrona decorativa	7	<a href="mailto:elyonsaj@gmail.com">elyonsaj@gmail.com</a>
São Félix	<a href="#">MANUFATURA BRASILEIRA DE CHARUTOS DANNEMANN LTDA</a>	Fabricação de cigarrilhas e charutos	Charuto e cigarrilha	19	<a href="mailto:heloisafaria@petrobras.com.br">heloisafaria@petrobras.com.br</a>
São Francisco do Conde	<a href="#">TERMOBAHIA S/A</a>	Geração de energia elétrica	Geracao de energia eletrica; Producao de vapor	50	<a href="mailto:wglucas@petrobras.com.br">wglucas@petrobras.com.br</a>
São Francisco do Conde	<a href="#">MARTINS MANUTENCAO E MONTAGENS LTDA</a>	Manutenção e reparação de outras máquinas e equipamentos para usos industriais não especificados anteriormente	Caldeira; Reator; Trocador de calor; Tubulacao; Forno industrial; Torre de processo	40	<a href="mailto:candido.camara@gmail.com">candido.camara@gmail.com</a>

São Francisco do Conde	<a href="#">SANTA CRUZ INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA</a>	Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente	Parafina	34	<a href="mailto:petrowax@parafinasantacruz.com.br">petrowax@parafinasantacruz.com.br</a>
São Francisco do Conde	<a href="#">SAGA ESTALEIRO CONSTRUÇÕES E REPAROS NAVAIS LTDA</a>	Construção de embarcações para uso comercial e para usos especiais, exceto de grande porte	Embarcação de médio porte	33	<a href="mailto:edson.sodre@sagarebocadores.com.br">edson.sodre@sagarebocadores.com.br</a>
São Francisco do Conde	<a href="#">HERA AMBIENTAL S/A</a>	Tratamento e disposição de resíduos não-perigosos	Tratamento de resíduos não-perigosos	28	<a href="mailto:financeiro-heraambiental@solvi.com">financeiro-heraambiental@solvi.com</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">CARPER INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODS ALIMENTICIOS E BEBIDAS LTDA</a>	Fabricação de outros produtos alimentícios não especificados anteriormente	Biscoito; Pipoca; Refrigerante; Salgadinho de milho	437	<a href="mailto:fiscal.go@grupocicopal.com.br">fiscal.go@grupocicopal.com.br</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">ISOGAMA INDUSTRIA QUIMICA LTDA</a>	Fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente	Biocida; Cera; Coating; Emulsão em geral; Impermeabilizante hidrorrepelente; Oleo industrial; Parafina; Preservante; Resina de polímeros	47	<a href="mailto:contabilidade@isogama.com.br">contabilidade@isogama.com.br</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">CERQUEIRA E ALVES MANUTENCOES E SERVICOS LTDA</a>	Construção de edifícios	Construção civil; Montagens mecânicas industriais	43	<a href="mailto:lgmanutservices@gmail.com">lgmanutservices@gmail.com</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">SOLID - ENERGIA RENOVAVEL S/A</a>	Fabricação de artefatos diversos de madeira, exceto móveis	Paleta de madeira para combustão	36	<a href="mailto:contato@solidenergia.com">contato@solidenergia.com</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">LATICINIO NATAL LTDA</a>	Fabricação de laticínios	Coalho de bufala; Mussarela de bufala; Queijo fresco de bufala; Requeijão cremoso; Ricota fresca de bufala; Queijo tipo cottage; Queijo tipo burrata	34	<a href="mailto:compras@laticinionatal.com.br">compras@laticinionatal.com.br</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">INDUSTRIA DE CERAMICA RAMOS LTDA</a>	Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos	Bloco cerâmico	28	<a href="mailto:afb.ramos@hotmail.com">afb.ramos@hotmail.com</a>
São Sebastião do Passé	<a href="#">GLIMP INDUSTRIA E COMERCIO DE DESENGRAXANTES LTDA</a>	Fabricação de sabões e detergentes sintéticos	Desengraxante; Desinfetante; Detergente; Sabão líquido	9	<a href="mailto:contato@glimpdesengraxantes.com.br">contato@glimpdesengraxantes.com.br</a>
Sapeaçu	<a href="#">CALCADOS PEGADA NORDESTE LTDA</a>	Fabricação de calçados de couro	Calçado masculino	230	<a href="mailto:pegada@pegada.com.br">pegada@pegada.com.br</a> *
Sapeaçu	<a href="#">FABRICACAO DE BISCOITOS PAKER LTDA</a>	Fabricação de biscoitos e bolachas	Biscoito artesanal	10	<a href="mailto:bispaquera@hotmail.com">bispaquera@hotmail.com</a> *