

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ANA PAULA DVORANEN DE ARAÚJO**

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UM  
LABORATÓRIO DE ENSINO**

**APUCARANA**

**2021**

**ANA PAULA DVORANEN DE ARAÚJO**

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UM  
LABORATÓRIO DE ENSINO**

**Proposal for the application of maintenance management in a teaching  
laboratory**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Têxtil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientadora: Isabel Cristina Moretti.  
Coorientadora: Luana Dumas.

**APUCARANA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Apucarana  
COENT – Coordenação do curso superior em Engenharia Têxtil



### TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UM LABORATÓRIO DE ENSINO**

Por

ANA PAULA DVORANEN DE ARAÚJO

Monografia apresentada às 18 horas do dia 20 de agosto de 2021, como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerada **APROVADA**.

---

PROFESSORA ISABEL CRISTINA MORETTI – ORIENTADOR(A)

---

PROFESSORA ARIANA MARTINS VIEIRA FAGAN – EXAMINADOR(A)

---

PROFESSORA KARLA FABRICIA DE OLIVEIRA PERIOTO – EXAMINADOR(A)

\*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## RESUMO

A utilização e a ação do tempo sobre os equipamentos e instalações torna inevitável a necessidade da prática de manutenção adequada para que ambos continuem operando normalmente. A manutenção hoje é vista como uma atividade muito mais ampla sendo considerada uma importante ferramenta para a garantia da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, seja na indústria ou em laboratórios de pesquisa e ensino. O trabalho desenvolvido teve como objetivo propor a aplicação da gestão da manutenção em um laboratório de ensino do curso de engenharia têxtil, buscando o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos do laboratório por meio da identificação das melhores práticas de manutenção. O enfoque trabalhado foi na organização de dados e materiais necessários para manutenção do laboratório, o desenvolvimento de planos de manutenção preventivos, estruturação de um método para análise de falhas dos equipamentos e identificação de indicadores para acompanhamento e controle dos resultados gerados. Foi elaborado propostas para reestruturar a atual gestão da manutenção no laboratório, disponibilizando diversos materiais que auxiliarão os técnicos mantenedores no desenvolvimento de suas rotinas diárias.

Palavras-chaves: Gestão da Manutenção. Laboratório. Ensino. Têxtil.

## **ABSTRACT**

The use and the action of time on the equipment and installations makes the necessity of the practice of adequate maintenance inevitable so that both continue to operate normally. Maintenance today is seen as a much broader activity and is considered an important tool for ensuring the availability and reliability of equipment, whether in industry or in research and teaching laboratories. The work developed aimed to propose the application of maintenance management in a teaching laboratory of the textile engineering course, seeking to increase the reliability and availability of laboratory equipment through the identification of best maintenance practices. The focus worked was on organizing data and materials needed for laboratory maintenance, developing preventive maintenance plans, structuring a method for analyzing equipment failures and identifying indicators for monitoring and controlling the results generated. Proposals were made to restructure the current maintenance management in the laboratory, making available several materials that will help the maintenance technicians in the development of their daily routines.

Keywords: Maintenance management. Laboratory. Teaching. Textile.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Progresso da manutenção ao longo dos anos .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2 - Fluxo do desenvolvimento metodológico .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3 - Fluxo para solicitação de serviços de manutenção.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 4 - Página do sistema de chamados da UTFPR .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 5 - Painel geral com a programação para cada técnico.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 6 - Ordem de manutenção de solicitação de serviços.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 7 - Planilha para controle das ordens de manutenção .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 8 - Estrutura da Folha de Especificação para os equipamentos .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 9 - Planilha para controle dos documentos dos equipamentos .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 10 - Estrutura para o plano de Inspeção Visual .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 11 - Formulário para controle dos itens a serem trocados numa periodicidade definida .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 12 - Planejamento Preventivo.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 13 - Cronograma Manutenção Preventiva .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 14 - Ordem de Manutenção Preventiva .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 15 - Parte 1 do formulário da FMEA.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 16 - Formulário FMEA .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 17 - Planilha para controle das horas em manutenção.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Relação de equipamentos e ensaios realizados no M-107 .....</b>	<b>35</b>
<b>Quadro 2 - Perguntas que compõem o questionário .....</b>	<b>38</b>
<b>Quadro 3 - Questões que compõem o questionário para diagnóstico do laboratório .....</b>	<b>41</b>
<b>Quadro 4 - Relação dos principais problemas do laboratório M-107.....</b>	<b>42</b>
<b>Quadro 5 - Codificação de cada equipamento .....</b>	<b>44</b>
<b>Quadro 6 - Relação de técnicos mantenedores .....</b>	<b>49</b>
<b>Quadro 7 - Classificação dos índices para cálculo do IR .....</b>	<b>61</b>
<b>Quadro 8 - Classificação do índice de risco (IR).....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AATCC	<i>American Association of Textile Chemists and Colorists</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
IC	Índice de Corretiva
IP	Índice de reventiva
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
NBR	Norma Brasileira
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
TMPF	Tempo Médio Para Falha
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.2.1	Objetivo geral .....	14
1.2.2	Objetivos específicos .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Manutenção</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Histórico da manutenção</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Tipos de manutenção</b> .....	<b>19</b>
2.3.1	Manutenção corretiva .....	19
2.3.2	Manutenção preventiva .....	20
2.3.3	Manutenção preditiva.....	21
2.3.4	Manutenção detectiva.....	22
2.3.5	Engenharia de manutenção .....	23
<b>2.4</b>	<b>Gestão da manutenção</b> .....	<b>23</b>
2.4.1	Organização da manutenção .....	24
2.4.2	Planejamento e controle da manutenção (PCM).....	25
2.4.3	Planos de manutenção .....	26
2.4.4	Ferramentas de apoio a gestão da manutenção .....	28
2.4.5	Indicadores de desempenho na manutenção.....	30
<b>2.5</b>	<b>Manutenção em laboratório</b> .....	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Classificação da pesquisa</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>Objeto de estudo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3</b>	<b>Sequência metodológica da pesquisa</b> .....	<b>36</b>
3.3.1	Coleta de dados.....	37
3.3.2	Organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório .....	38
3.3.3	Desenvolvimento de planos de manutenção para os equipamentos .....	39
3.3.4	Desenvolvimento de documentos para análise de falha dos equipamentos	39
3.3.5	Identificação de indicadores de desempenho adequados para manutenção do laboratório.....	39

<b>4</b>	<b>RESULTADOS DA COLETA DE DADOS</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Diagnóstico do laboratório</b>	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>Organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório</b>	<b>43</b>
4.2.1	Codificação dos equipamentos	43
4.2.2	Fluxograma de serviços	45
4.2.3	Características técnicas dos equipamentos	47
4.2.4	Materiais para manutenção	47
4.2.5	Matriz de prioridade	48
4.2.6	Histórico de manutenção	48
4.2.7	Equipes de manutenção e suas especialidades	48
4.2.8	Arquivamento de desenhos e catálogos	49
<b>4.3</b>	<b>Planos de manutenção para os equipamentos</b>	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise de falhas para os equipamentos</b>	<b>50</b>
<b>4.5</b>	<b>Indicadores</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>PROPOSTA PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO DO LABORATÓRIO</b>	<b>51</b>
<b>5.1</b>	<b>Organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório</b>	<b>51</b>
5.1.1	Ordem de manutenção	51
5.1.2	Características técnicas dos equipamentos	53
5.1.3	Histórico de manutenção	54
5.1.4	Arquivamento de desenhos e catálogos	55
<b>5.2</b>	<b>Planos de manutenção para os equipamentos</b>	<b>55</b>
5.2.1	Plano de inspeção visual	56
5.2.2	Manutenção de troca de itens de desgaste	56
5.2.3	Plano de intervenção preventiva	57
<b>5.3</b>	<b>Análise de falhas para os equipamentos</b>	<b>59</b>
<b>5.4</b>	<b>Indicadores</b>	<b>62</b>
5.4.1	Horas empregadas por tipo de manutenção	63
5.4.2	Índice de corretiva	63
5.4.3	Percentual de ordens de serviço finalizadas	64
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE A - Ficha ordem de manutenção</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE B - Folha de especificação preenchida para cada equipamento</b>	<b>74</b>

<b>APÊNDICE C - Ficha para Inspeção Visual .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE D - Ficha para planejamento preventivo .....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE E - Ficha ordem de serviço manutenção preventiva .....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE F - FMEA .....</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os laboratórios de ensino e pesquisa são vistos como agentes fundamentais na construção educacional e econômica no Brasil e no mundo. Eles são responsáveis por prestarem suporte na formação e qualificação profissional agregando competências técnicas e científicas aos seus usuários, além de servirem como base ao desenvolvimento econômico local e regional (GOMES ET AL. 2015; GROCHAU 2011).

Silva et al. (2017) complementam que o atendimento aos objetivos dos laboratórios, tanto no contexto da educação profissional, quanto no âmbito do desenvolvimento econômico se dá pelo fato dos mesmos representarem os diversos setores produtivos das indústrias, em várias modalidades. Isso auxilia no entendimento, através da prática, das principais atividades realizadas diariamente pelos setores produtivos e no desenvolvimento de novas ferramentas e produtos, através do ensino, pesquisa e extensão.

Por representarem os cenários da produção industrial muitos laboratórios são constituídos por equipamentos que auxiliam na execução de diversos procedimentos. Pohl (2018) destaca que esses equipamentos são selecionados para auxiliar em atividades técnicas, em uma demanda de utilização diferente do industrial com uso menos frequente, além de serem manuseados por operadores sem as habilidades necessárias, como os alunos por exemplo, e, por isso, necessitam de um monitoramento contínuo para garantir seu adequado funcionamento, desempenhando as funções para as quais foram projetados.

A partir disso, a prática da manutenção em laboratórios de ensino e pesquisa se mostra de extrema importância. As atividades de manutenção são essenciais em um laboratório pois fazem parte do processo de gestão dos mesmos, auxiliando a manter a segurança, o funcionamento e a confiabilidade dos equipamentos na realização dos procedimentos diários (ARENHART, 2017; ZANOTTI et al., 2019).

Para tais benefícios não basta apenas aplicar a manutenção, a importância do conhecimento e da estruturação adequada das atividades desempenhadas por esse setor, em qualquer ambiente, influencia diretamente nos resultados obtidos. Xenos (1998) esclarece isso conceituando a prática da manutenção como a combinação de ações técnicas e administrativas que visam assegurar o funcionamento de um equipamento e/ou sistema, em um nível adequado. Suas

atividades existem para reinserir um equipamento em seu sistema produtivo, ou ainda evitar a degradação dos mesmos junto com suas instalações, causada pelo desgaste natural e pelo uso diário.

Neste contexto, a manutenção tem desempenhado papel fundamental para a sobrevivência de diversos sistemas, buscando a melhoria da utilização e organização do espaço físico e o aumento da confiabilidade dos equipamentos por meio da identificação das melhores práticas de manutenção.

Pensando em todos os benefícios que a manutenção propicia, o presente trabalho utiliza dos conceitos da gestão da manutenção para alcançar a máxima disponibilidade dos equipamentos e instalações do laboratório de controle de qualidade têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Apucarana, buscando atestar a qualidade dos processos e a segurança na utilização do laboratório.

## **1.1 Justificativa**

O laboratório de controle de qualidade do curso de Engenharia Têxtil da UTFPR campus Apucarana possibilita que professores e alunos desenvolvam atividades didático-pedagógicas de ensino e pesquisa durante a ministração das disciplinas dos cursos de graduação e pós-graduação. O espaço é caracterizado como um laboratório de ensino, utilizado para realizar ensaios e análises em materiais têxteis como fibras, fios, tecidos planos e malhas, além de não tecidos e produtos confeccionados no geral. O local conta com diversos equipamentos, onde cada um é utilizado para um tipo de ensaio específico.

A utilização dos equipamentos e instalações e a ação do tempo sobre os mesmos torna inevitável a necessidade periódica de reparos, regulagens e limpeza para que continuem operando normalmente. Os equipamentos fazem parte de todo processo laboratorial e devem ser selecionados com base na demanda e nos requisitos técnicos que se deseja atender, além de serem implementados para apresentarem o rendimento esperado e precisarem ser continuamente monitorados para garantir seu adequado funcionamento.

Foi pensando na melhoria da qualidade, na máxima disponibilidade dos equipamentos e instalações, atestando a qualidade dos processos e segurança na

utilização, que o presente trabalho descreve uma proposta de aplicação da gestão da manutenção em um laboratório de ensino.

Vinhas (2017) destaca que a gestão da manutenção é vista como uma função estratégica dentro de uma organização. Utilizada no gerenciamento das atividades, o autor enfatiza que para bons resultados, a gestão da manutenção precisa utilizar a organização, o planejamento, prevenção e acompanhamento como embasamento na construção de seus materiais de apoio.

Este trabalho é complemento ao projeto “Gestão da manutenção em laboratório de ensino do curso de Engenharia Têxtil na UTFPR Apucarana”. O projeto ocorreu no período de setembro/2019 a julho/2020 e tinha como objetivo estabelecer métodos e procedimentos para organização, planejamento e programação da gestão da manutenção em um laboratório do curso de engenharia têxtil da UTFPR, e por conta da pandemia de COVID-19, iniciada em 2020, não foi finalizado.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral propor a aplicação da gestão da manutenção em um laboratório de ensino do curso de engenharia têxtil.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Como complemento ao objetivo geral deste estudo os objetivos específicos estão listados abaixo:

- Coletar dados para identificação da situação atual do laboratório;
- Organizar materiais e dados para manutenção no laboratório;
- Desenvolver planos de manutenção para os equipamentos;
- Desenvolver documentos para análise de falha dos equipamentos;
- Identificar indicadores de desempenho adequados para a manutenção do laboratório.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Manutenção

Em 1994, em sua mais recente definição, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da Norma Brasileira (NBR) 5462, complementou o conceito trazido pela normativa TB-116, em 1975, definindo a manutenção não somente como o conjunto de todas as ações necessárias para a restauração de um material, e sim como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter (conservar) ou recolocar (restaurar) um item em um estado no qual possa desempenhar suas funções requeridas.

Essa definição ajudou diversos autores a construírem uma concepção do que seria a manutenção em prática. Xenos (1998) clarifica que manter significa empenhar-se em tudo que for preciso para garantir o nível de desempenho exigido de um equipamento, atestando seu funcionamento para todas as funções ao qual foi projetado. Em outras palavras, a manutenção serve para evitar a degradação de qualquer equipamento e instalação, prevenindo e retardando as ações de deterioramento causadas pelo tempo e pelo uso.

Gerônimo, Leite e Oliveira (2017) complementam dizendo que a manutenção se caracteriza pelas ações de conservar, prevenir, adequar e restaurar, envolvendo vários cuidados e intervenções que garantem o bom estado de operação de qualquer máquina, equipamento, ferramenta, instalação e sistema.

Apoiado nas mudanças ao longo do tempo, Almeida (2017) define a manutenção industrial nos dias de hoje como o conjunto de cuidados técnicos que atuam de maneira geral no sistema operacional de uma empresa, com o objetivo de evitar quebras e/ou paradas na produção, garantindo a qualidade dos processos e a entrega do produto final. O autor complementa dizendo que a manutenção industrial não se aplica somente a máquinas, equipamentos, veículos e instalações, e sim a toda concepção do projeto da organização. Isso quer dizer que a indústria precisa estabelecer planos de manutenção que auxiliem seus funcionários em qualquer imprevisto, facilitando a realização das operações cotidianas.

## 2.2 Histórico da manutenção

A atividade de manutenção dentro de uma indústria nem sempre foi a mesma. Desde o século XVIII até os dias atuais muitas coisas mudaram, levando a manutenção industrial a passar por grandes mudanças (XENOS, 1998).

Embora despercebida, a manutenção sempre existiu. Segundo Arenhart (2017), a prática da manutenção acontece desde os primórdios da civilização humana, onde o homem, através da necessidade de fabricar utensílios que facilitavam o desenvolvimento das atividades cotidianas, viu também a inevitável obrigação de realizar ações para conservação, reparo e substituição parcial ou total desses materiais, continuando assim o progresso de suas atividades diárias.

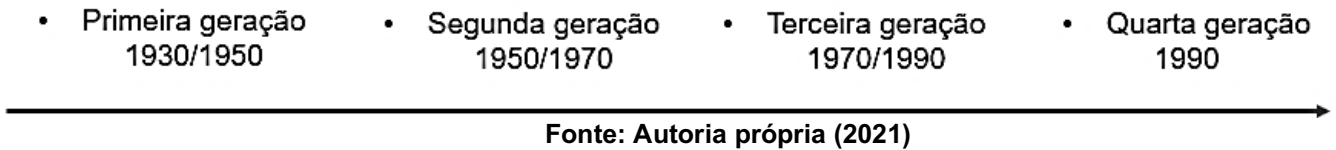
Com o passar dos anos a manutenção praticada pelas civilizações antigas sofreu diversas modificações, causadas principalmente com o aumento da quantidade e diversidade de materiais. Esses recursos físicos moldaram novas instalações, equipamentos e edificações, que mesmo sendo necessário manter os propósitos antigos de conservação, careciam de novos e mais complexos tipos de manutenção (POHL, 2018).

Sendo assim, mesmo sempre existindo, foi na indústria que o termo manutenção começou a se desenvolver. Diversos autores trazem que para a história a manutenção tomou forma por volta do século XVIII com a Revolução Industrial, onde com o avanço tecnológico, muitos operários foram treinados para realizarem reparos nas máquinas aos quais eram responsáveis. Esses profissionais além de operarem, asseguravam o funcionamento destas máquinas, restabelecendo as condições originais dos equipamentos quando os mesmos necessitavam de reparos. Com isso, os primeiros registros da função manutenção dentro das indústrias foram surgindo (COSTA, 2013; MORO; AURAS, 2007).

Kardec e Nascif (2009) trazem que a partir do ano de 1930 é possível classificar o progresso da manutenção, observando assim o avanço do conceito da palavra mais detalhadamente. Essa classificação é dada em 4 gerações, observadas na linha do tempo da Figura 1.



**Figura 1 - Progresso da manutenção ao longo dos anos**



A Primeira Geração é marcada pela manutenção corretiva não planejada. Essa geração abrangeu todo período antes da Segunda Guerra Mundial, em que as indústrias eram pouco mecanizadas e seus equipamentos na maioria eram simples e superdimensionados. Isso levava as organizações a pensar na manutenção como uma ferramenta não fundamental na rotina de seus trabalhos, o que acarretava numa cultura onde a assistência aos equipamentos era feita somente naqueles que estivessem quebrados, com a ideia de manutenção corretiva (SANTOS et al., 2019).

Segundo Souza R. (2008) a Segunda Geração foi marcada com as pressões do período pós guerra. Nesse período o aumento na demanda por todo tipo de produto foi inevitável, com isso, conseqüentemente aumentaram também a demanda por produção, e devido a diminuição do contingente de mão de obra industrial, as indústrias se viram na necessidade de aumentar a mecanização dos seus processos, bem como também o aumento da complexidade das suas instalações industriais.

Alguns autores trazem que com o alto investimento em maquinários, bem como também o aumento da produtividade, as empresas se viram bastante dependentes do bom funcionamento das máquinas. Isso levou as organizações a adotarem medidas que aumentassem o tempo em que os equipamentos ficavam disponíveis, iniciando assim o conceito de manutenção preventiva através de sistemas de planejamento e controle de manutenção, característicos da Segunda Geração e integrantes da manutenção moderna nos dias atuais (BARAN, 2015; KARDEC; NASCIF, 2009).

Com o início da década de 70 iniciou-se também a terceira geração. Esse período foi marcado pela necessidade de processos cada vez mais automatizados e mecanizados, bem como também o aumento na disponibilidade e confiabilidade dos processos. Com tudo isso, começaram a surgir conceitos relacionados a qualidade do produto, redução de estoques e conceitos de Just in Time, levando as empresas a darem importância ao tempo que os equipamentos ficavam parados, além da

inevitabilidade criação de softwares relacionados a manutenção (GUIMARÃES; NOGUEIRA; SILVA, 2012).

Isso levou as indústrias a introdução dos conceitos relacionados a manutenção preditiva, onde as organizações com o avanço da informática colhiam dados dos equipamentos, avaliando seu desempenho através de diagnósticos preliminares de falhas. Com isso, as empresas passaram a planejar as futuras necessidades de manutenção, tornando-as mais precisas (SILVA, 2004).

Já na quarta geração houve a consolidação dos conceitos gerados na terceira geração e as organizações passaram a monitorar cada vez mais os equipamentos, focando nas questões de disponibilidade e confiabilidade deles. Além disso, com o objetivo de buscar cada vez mais a redução de custos e maximização de resultados positivos como a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, nessa geração as empresas passaram a terceirizar os serviços de manutenção, buscando a contratação por melhores resultados (KARDEC; NASCIF, 2009).

Santos et al. (2019) trazem que além dessas 4 gerações citadas acima, tem-se ainda a quinta geração. Os autores apontam o início dessa geração a partir de 2005, onde todos os ideais de competitividade vistos nas fases anteriores foram maximizados, tornando os resultados da manufatura ainda mais importantes. Com isso, a manutenção passou a ser considerada desde os projetos iniciais de implementação de uma empresa, passando a ter seu próprio espaço dentro das organizações, com um exclusivo setor que conceitualiza e pratica a gestão da manutenção.

A evolução da manutenção e de diversas técnicas para sua aplicação e execução tornou extremamente importante para todos os setores de qualquer empresa. A garantia da disponibilidade (conservação e prevenção) de um equipamento/sistema passou a ocupar o primeiro lugar, ajudando as indústrias a evitarem paradas desnecessárias, atendendo melhor seus processos de produções, e na diminuição de custos indesejáveis com reparos que poderiam ser evitados (KARDEC; NASCIF, 2009; MORO; AURAS, 2007).

## 2.3 Tipos de manutenção

Kardec e Nascif (2009) frisam que a maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas e instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes.

Os principais tipos de manutenção são classificados em: Manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia da manutenção. Hunemeyer (2017) ressalta que a escolha pelo uso de um método de manutenção, ou a combinação de vários deles, deve fazer parte da estratégia da empresa em consideração a alguns fatores. O autor pondera dizendo que esses fatores são levados em consideração pelas empresas na elaboração da estratégia ideal de uso desses métodos, e lista eles como: a análise das recomendações do fabricante, a segurança do trabalho e meio ambiente, as características do equipamento ou máquina e os fatores econômicos.

### 2.3.1 Manutenção corretiva

Vista como a manutenção que é feita somente depois que a falha ocorreu, a manutenção corretiva é o tipo de método mais usado e mais conhecido nas indústrias. Isso acontece pois qualquer empresa já passou pela situação de falha em algum de seus equipamentos e precisou da manutenção corretiva para que o mesmo voltasse a executar suas operações normalmente (SCHEIBE, 2011).

Xenos (1998) aduz que a motivação das empresas em optar por esse método de manutenção como estratégia de atuação está embasada em questões como: custo, com a comparação dos gastos entre os demais tipos de manutenção; complexidade da prevenção, envolvendo fatores que a deixam muitas vezes inviável; disponibilidade de recursos e; não acomodação, onde agir de forma corretiva pode ser a estratégia economicamente mais viável, porém a investigação do motivo da parada deve ocorrer, a fim de bloquear a reincidência da falha ou pane.

Segundo Souza J. (2008) a manutenção corretiva divide-se entre planejada e não planejada. A parada não planejada tem ocorrência aleatória e/ou inesperada, já a planejada é fruto da identificação de uma anomalia através de acompanhamento preditivo, ou então, por decisão gerencial de operar até a primeira falha ou pane.

### 2.3.2 Manutenção preventiva

Para Guimarães, Nogueira e Silva (2012) a manutenção preventiva objetiva evitar a falha do equipamento. Esse método consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam manter a máquina em funcionamento, e é realizada enquanto os equipamentos estão operando em perfeitas condições, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Esse plano é criado baseando-se no tempo de vida útil dos equipamentos já definidos pelos fabricantes, onde é possível antecipar as falhas que possam ocorrer através de ações convenientes que ajudam a manter um controle contínuo sobre os equipamentos. Com isso, a manutenção preventiva é considerada o coração das atividades de manutenção, e envolve algumas tarefas periódicas como: inspeções, reformas e troca de peças (SILVA, 2004).

Kardec e Nascif (2009) pontuam que o custo da manutenção preventiva é alto, tendo em vista que peças e componentes dos equipamentos podem ser substituídos antes mesmo de atingirem seus limites de vida útil. Para ajudar a diminuir os gastos com esse tipo de método os autores trazem que ao adotar uma política de manutenção preventiva as empresas precisam considerar fatores como: impossibilidade da adoção de manutenção preditiva, aspectos de segurança pessoal ou da instalação, equipamentos críticos de difícil liberação operacional, riscos de agressão ao meio ambiente e sistemas complexos ou de operação contínua.

Baseando-se nestas situações é importante frisar que a definição do período de parada dos equipamentos deve ser efetuada por pessoas experientes, que conheçam bem o equipamento a passar por esse tipo de manutenção. Muitos pontos negativos envolvem esse método, principalmente por falha humana, falha de sobressalentes, falhas nos próprios procedimentos de manutenção, além de contaminações introduzidas nos sistemas e danos durante as partidas e paradas (OTANI; MACHADO, 2008).

Com isso, é importante ressaltar também que a manutenção preventiva será mais conveniente quanto maior for a simplicidade de reposição, quanto maiores forem os custos com falhas e quanto mais altos forem os prejuízos com essas falhas, tanto na produção, quanto na segurança pessoal e operacional (XENOS, 1998).

### 2.3.3 Manutenção preditiva

Conhecida também como Manutenção sob Condição ou Manutenção com base no Estado do Equipamento, a Manutenção Preditiva atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, aos quais são acompanhados de maneira periódica (XENOS, 1998).

Alguns autores trazem que a manutenção preditiva nada mais é do que uma manutenção preventiva baseada nas condições dos equipamentos. Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos e/ou nos sistemas, através de um acompanhamento de diversos parâmetros. O termo associado a esse método é o de “predizer” as condições dos equipamentos em análise, através de parâmetros pré-estabelecidos, que ditam as condições para futuras intervenções (GUIMARÃES; NOGUEIRA; SILVA, 2012; MORO; AURAS, 2007).

Seeling (2000) esclarece que as ações de inspeção dos equipamentos ocorrem enquanto eles estão ativos, ou seja, com eles ligados e produzindo. O autor pontua dizendo que essas inspeções podem utilizar diversos aparelhos de medição, que se basearão principalmente em análises de vibrações, ruídos e temperatura. Assim, com os resultados dessas análises de inspeções, o planejamento da manutenção pode definir o tempo de troca dos componentes dos equipamentos antes da quebra, estendendo a vida útil dos mesmos e reduzindo os esforços e custos com trocas prematuras.

Para adoção da política de manutenção preditiva deve-se levar em consideração fatores como: segurança, custos e disponibilidade dos equipamentos. Os custos de instrumentação e aparelhos de medições, bem como os custos de mão-de-obra envolvidos nesta política não são significativos se comparados aos resultados, tanto sob o aspecto técnico, quanto econômico (KARDEC E NASCIF 2009; SOUZA, J., 2008).

É importante lembrar que os responsáveis pela coleta de dados na manutenção preditiva devem ser bem treinados. Almeida (2017) ressalta que não basta medir, é preciso saber o que se está medindo, para então formular diagnósticos certos. O autor continua pontuando que para a manutenção preditiva oferecer seus melhores resultados é preciso que as empresas sigam a risca o plano de manutenção estabelecido por este método, só assim os valores investidos trarão os retornos esperados.

#### 2.3.4 Manutenção detectiva

Autores como Costa (2013), Kardec e Nascif (2009) e Morengi (2005) conceituam a manutenção detectiva como um conjunto de ações que visam verificar a funcionalidade de um sistema. Essas ações baseiam-se em intervenções realizadas periodicamente em sistemas de comando, controle e proteção, com o objetivo de garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos mesmos por meio da detecção de falhas, perceptíveis ou não.

Esse tipo de manutenção começou a ser bastante utilizada a partir da década de 90, em virtude da maior automação das plantas industriais e do aumento da utilização de computadores digitais, sendo aplicada a dispositivos que não se enquadravam a prática das outras principais formas de manutenção (corretiva, preventiva ou preditiva). Desde então, a manutenção detectiva vem sendo empregada no planejamento e controle da manutenção de diversas empresas, sendo vital para assegurar a eficácia de equipamentos ou sistemas fatídicos, que são considerados críticos e/ou não suportam falhas (COSTA, 2013; GERÔNIMO; LEITE; OLIVEIRA, 2017).

A partir da descrição dos conceitos e aplicações que descrevem a manutenção detectiva é possível destacar que existe muita semelhança entre esse tipo de manutenção e a manutenção preditiva. Hunemeyer (2017) esclarece que é possível diferenciar ambas pelo nível de automação que as envolve. Na manutenção preditiva o diagnóstico vem a partir da medição de parâmetros, e na detectiva é obtido durante o processamento das informações obtidas junto ao equipamento, ou seja, de forma direta.

Morengi (2005) conclui que apesar dos custos de implantação da manutenção detectiva serem altos, as vantagens de sua aplicação são inúmeras. O autor evidencia entre elas a conservação de sistemas que podem colocar em risco a vida dos colaboradores e a integridade dos equipamentos de uma empresa, gerando um aumento na confiabilidade e na disponibilidade de todo sistema produtivo de uma organização.

### 2.3.5 Engenharia de manutenção

Kardec e Nascif (2009) caracterizam a engenharia da manutenção como uma manutenção de Primeiro Mundo. Os autores descrevem esse tipo de manutenção como uma mudança cultural, que surgiu como um suporte técnico as práticas de manutenção, quebrando paradigmas com o objetivo de consolidar a rotina da manutenção e implantar melhorias através de técnicas modernas.

Silva (2004) afirma que a engenharia de manutenção utiliza de dados para análises, estudos e melhorias nos padrões de operação e manutenção dos equipamentos, aumentando a confiabilidade, disponibilidade e segurança dos processos. O autor complementa ressaltando que além desses benefícios a engenharia de manutenção dedica-se a prestar suporte aos procedimentos manufatureiros, melhora a manutenibilidade, capacita e conduz pessoas e sistemas e zela pelo arquivo da documentação técnica dos processos industriais.

Tudo isso traduz-se na nova abordagem que a engenharia de manutenção incita. Segundo Pohl (2018) essas mudanças geram obstáculos para as empresas, mas o autor acredita que através do *benchmark* (busca pela melhoria das funções e processos da empresa) todos compreenderão os benefícios da engenharia de manutenção e passarão a reformular padrões e sistemáticas, aprimorando a manutenibilidade.

## 2.4 Gestão da manutenção

Vista como um processo de supervisionar a aplicação dos recursos técnicos para o funcionamento regular de toda empresa, a gestão da manutenção engloba todos os conceitos abordados na sua definição propriamente dita e na definição de seus métodos. Ela garante a qualidade dos serviços dentro de uma organização, assegurando que o sistema siga operando normalmente, sem quebras na produção e sem interrupções no atendimento ao cliente (REZENDE, 2017).

Zanotti et al. (2019) complementam dizendo que a gestão da manutenção é entendida como toda ação relacionada as atividades previstas para definir os propósitos e prioridades de manutenção, estipulando estratégias a serem utilizadas e a forma a serem implementadas, além de repassar as responsabilidades operacionais de cada um dentro da organização de trabalho. Para os autores, a gestão da

manutenção não deve ser considerada como uma função isolada e independente dentro das organizações, ela é fundamental em seus conceitos para evitar falhas frequentes, má utilização dos equipamentos, atrasos na produção e redução dos custos.

Com isso a manutenção passa a ser vista como uma função estratégica dentro de uma organização, utilizada para garantir ganhos em produtividade e qualidade, e conseqüentemente aumento nos lucros em duas formas importantes: diminuindo custos operacionais e aumentando a capacidade produtiva da empresa (VINHAS, 2017).

Para gerir a manutenção dos equipamentos e sistemas produtivos é importante manter sua organização, estabelecer um planejamento adequado, bem como sua programação possível de ser executada e o controle e processamento dos dados e informações.

#### 2.4.1 Organização da manutenção

A organização da manutenção é vista como uma forma de fornecer os recursos físicos, técnicos e humanos na quantidade, tempo e locais corretos, a fim de assegurar o andamento das atividades de manutenção em uma empresa. Isso é importante para auxiliar gerentes nas tomadas de decisões estratégicas relativas à gestão de recursos, e na definição do cronograma de paradas dos maquinários (HUNEMEYER, 2017).

Silva (2004) complementa afirmando que a organização da manutenção depende da definição das metas e objetivos da instituição, além do padrão de qualidade estabelecido pela empresa e do tamanho físico e das instalações propriamente dito. Para o autor todos esses fatores estabelecem as atividades que serão executadas pela manutenção, sendo importante para um bom gerenciamento da mesma.

O Departamento de Manutenção é organizado a partir da separação de equipes ou setores de acordo com especificações, como o porte, demanda de serviços e área de atuação da empresa. Sua estrutura de manutenção pode ser centralizada, descentralizada, mista e matricial, onde a diferenciação entre ambas é conceituada pela forma que as responsabilidades desse setor são alojadas (SOUZA, R., 2008).



Como base da organização da manutenção tem-se o tagueamento. Segundo Viana (2002), esse termo é de origem inglesa, *Tag*, e significa etiqueta de identificação, que funciona como um mapeamento fabril. O autor complementa esclarecendo que essas etiquetas representam a localização das áreas operacionais e dos equipamentos de uma empresa, auxiliando no planejamento e programação da manutenção de uma forma mais rápida e racional.

Dentro dos recursos que auxiliam a organização da manutenção no gerenciamento de suas atividades o uso de sistemas informatizados é de grande destaque. Vinhas (2007) pontua que um sistema de informação informatizado é essencial para as atividades da manutenção, sendo suporte para as tomadas de decisão, uma vez que acompanha os processos produtivos em tempo real através da coleta e processamento de uma grande quantidade de informações que servem como parâmetros para o estabelecimento do ponto ótimo para intervenção.

#### 2.4.2 Planejamento e controle da manutenção (PCM)

De acordo com Xenos (1998) o planejamento da manutenção tem como principal finalidade, chegar ao método que melhor se adeque ao tipo de maquinário presente nos processos produtivos da empresa. Para se alcançar esse método ideal, é necessário a coleta de dados referentes ao monitoramento dos equipamentos, como por exemplo: a frequência de quebra, os tipos mais comuns de falhas e os custos gerados com a manutenção. Esse plano necessita estar sempre em melhoria contínua, alcançando assim vantagens competitivas interessantes para a empresa.

A base do gerenciamento do departamento de manutenção é o plano de manutenção, documento este baseado em recomendações dos fabricantes dos equipamentos e da experiência dos operados, que contém todas as ações preventivas necessárias para assegurar o objetivo da manutenção, que é evitar a ocorrência de falhas (XENOS, 1998).

Os responsáveis pelo gerenciamento do plano de manutenção precisam conhecer certas normas ou procedimentos de administração. Como a manutenção está relacionada com dinheiro e pessoal, estes profissionais precisam sempre ampliarem seus conhecimentos no enfoque direcionado à redução dos custos, planejando, programando e controlando. Porém, muitas vezes gerentes, supervisores e operadores encontram diversas dificuldades para implementar o sistema de

manutenção, seja por falta de conhecimento, pela falta de dados e até mesmo pela falta de apoio da alta gerência (SILVA NETO; LIMA, 2002).

Os planos de manutenção hoje em dia visam sempre correlacionar a função da manutenção propriamente dita com toda a gestão empresarial da organização. Quando bem estruturados são considerados pilares para a sistematização do processo de gerenciamento da manutenção. Além disso, esses planos buscam sempre encontrar o ponto de equilíbrio entre o benefício e o custo, maximizando os contributos para aumentar a rentabilidade da empresa (SCHEIBE, 2011).

#### 2.4.3 Planos de manutenção

Viana (2002) aponta os planos de manutenção como um conjunto de informações norteadoras para os mantenedores de uma empresa, com o objetivo de orientá-los através do estabelecimento de rotinas de inspeções e do detalhamento de métodos de manutenção. Em práticas eles representam o plano estratégico assumido por uma empresa para com suas atividades de manutenção de natureza preventiva, e podem ser classificados em cinco categorias:

- Plano de inspeções visuais;
- Roteiro de lubrificação;
- Monitoramento de características dos equipamentos;
- Manutenção de troca de itens de desgaste e;
- Plano de intervenção preventiva.

O primeiro, Plano de inspeções visuais, é considerado como base para a organização dos planos de manutenção. Além disso é visto como a categoria mais básica dentro das inspeções rotineiras, pois utiliza dos cinco sentidos do mantenedor para detectar falhas nos equipamentos. Essa detecção é dada através da observação periódica de características como ruídos, temperatura, vibração, condições de conservação, entre outras propriedades que alarmam para a captação de problemas (PEREIRA, 2009).

Como auxílio a este tipo de plano, a Rota de Inspeção foi criada para melhorar a eficiência dos acompanhamentos rotineiros. Ela pode ser realizada por mantenedores ou operadores, e consiste num detalhamento visual dos equipamentos que compõe uma seção produtiva, dividindo-os conforme sua natureza, mecânica ou

elétrica, especificando cada equipamento para que nenhum fique de fora da inspeção (FARIA, 2018).

Em seguida, Viana (2002) destaca o segundo plano de manutenção, conhecido como Roteiro de Lubrificação. O autor comenta a relevância desse plano descrevendo a importância da própria lubrificação, vista por ele como uma atividade fundamental na conservação de elementos mecânicos e conseqüentemente na preservação de máquinas e equipamentos.

O roteiro de lubrificação consiste na definição de quais equipamentos e o local de aplicação do óleo lubrificante, seguido da localização desses maquinários na planta industrial, o tipo de lubrificante, óleo ou graxa, e por fim o método de aplicação. Desta forma as atividades envolvidas com a lubrificação de equipamentos passarão a ser mais racionais e eficientes (VIANA, 2002).

Outro plano de manutenção é a Manutenção de troca de itens de desgaste. Sua importância está no fato de tudo sofrer desgaste, principalmente em uma indústria onde a utilização de equipamentos e maquinários se dá na maioria do tempo de funcionamento da linha produtiva das empresas. Este tipo de plano é feito durante o trabalho de estudo das características técnicas de cada maquinário, e irá fazer o encaminhamento da troca de peças desgastadas, descrevendo quais os itens a serem trocados, onde eles estão e a periodicidade da troca, levando em conta a vida útil de cada item (BARROS, 2018).

Por fim, o Plano preventivo, que consiste em um conjunto de tarefas periódicas que possuem o objetivo de manter o equipamento em perfeitas condições de funcionamento. A execução desse se dá pela classificação do mesmo, de acordo com o conteúdo e a forma do plano. O conteúdo do plano baseia-se na descrição do que fazer e como fazer as atividades de manutenção, baseando-se nas características dos equipamentos que compõe a empresa, identificando possíveis pontos de falhas futuras e estipulando ações preventivas. Com todas essas informações o mantenedor saberá como agir em situações de intervenção. Já a forma do plano consiste em uma série de especificações que garantem o melhor gerenciamento das Ordens de Manutenção geradas pelo plano preventivo (OTANI; MACHADO, 2008).

Em analogia ao Plano preventivo, Viana (2002) descreve também um sexto plano de manutenção, o Plano preditivo. Para o autor esse tipo de plano não se difere muito aos planos preventivos, a única diferenciação entre ambos é no conteúdo que cada um leva. O Plano preventivo estabelece um conjunto de ações de intervenção

real, já o plano preditivo estabelece um conjunto de ações baseando-se no acompanhamento de “sintomas” que traduzem alguma anormalidade nos equipamentos.

#### 2.4.4 Ferramentas de apoio a gestão da manutenção

Importante também dentro dos conceitos abordados pelo plano de manutenção, é a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). A MCC trata de um processo desenvolvido entre as décadas de 60 e 70 com marco inicial de uso em 1978, utilizado para determinar as condições de manutenção de qualquer equipamento, estudando as mais diversas formas que estes itens operacionais podem vir a falhar e as possíveis ações de intervenções a serem tomadas (ZAIONS, 2003).

Com isso, a MCC é muito importante para auxiliar nas tomadas de decisão dos setores gerenciais ligados a manutenção. Sua implantação é dada pela seleção de um sistema operacional a ser estudado, seguido da formação da equipe responsável com a participação de um representante de cada área que exerça influência sobre o sistema escolhido. Com a equipe formada, todos deverão trabalhar para alcançar os quatro objetivos do MCC: 1º: Preservar as funções do sistema; 2º Identificar modos de falha que influenciam tais funções; 3º Indicar a importância de cada falha funcional e; 4º Definir tarefas preventivas em relação às falhas funcionais (VIANA, 2002).

Ainda segundo Viana (2002) para o alcance desses quatro objetivos é necessário trabalhar seguindo seis passos, são eles: Seleção do Sistema e Levantamento de Dados, Definição das Fronteiras do Sistema, Descrição do Sistema e Subsistemas, Identificação das Funções e Falhas Funcionais, Análise de Modos de Falhas e Diagrama de Decisão.

Souza (2012) descreve esses seis passos. No primeiro, Seleção do Sistema e Levantamento de Dados, o autor coloca que o principal objetivo é definir o sistema a ser implantado a MCC e fazer uma coleta dos principais dados que envolvem o sistema. Em seguida, na Definição das Fronteiras do Sistema, é definido o início e o término do sistema. Na descrição do sistema e subsistema são definidas as funções de cada um, englobando a apresentação de cada equipamento que os compõe. A Identificação das Funções e Falhas Funcionais se dará pelo levantamento das operações cotidianas e pelo histórico de manutenção de cada equipamento.

Por fim, os dois últimos passos que compõe o MCC, o *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) e o Diagrama de Decisão. A FMEA, traduzido para o português como Análise do Modo e Efeitos de Falhas, tem por objetivo prevê efeitos indesejados através da análise de falhas em processos e produtos. Sua abordagem acontece pelo método de causa e efeito ajudando definir, identificar e eliminar falhas antes mesmo que elas possam acontecer e acarretar efeitos indesejados sobre o restante do sistema.

Salmazo (2012) traz em seus estudos que apesar da FMEA ser uma técnica de análise essencialmente qualitativa, a ferramenta pode fornecer também estimativas para as frequências de ocorrência dos modos de falhas, bem como, o grau de severidade dos seus efeitos. Vinhas (2002) aborda um importante ponto para a FMEA que é o índice de risco (IR), produto entre o índice de gravidade (IG), ocorrência (IO) e detecção (ID), melhor analisado na Equação 1 abaixo:

$$IR = IG \times IO \times ID \quad \text{Eq. (1)}$$

Esse índice de risco irá ajudar associar a cada modo de falha a um índice de criticidade que servirá de orientação na priorização das ações a serem tomadas para prevenção ou mitigação das falhas. Quanto maior o valor do IR, maior será a criticidade do modo de falha associado para o processo de manutenção SOUZA (2012). Os fatores que compõem o IR resultam de uma classificação comparativa dos modos de falha, levando em consideração os seguintes conceitos de Salmazo (2012):

- Gravidade – Reflete o grau de severidade dos efeitos da falha. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 representa a maior gravidade;
- Frequência (ocorrência) – Reflete a probabilidade de ocorrência do modo de falha. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 representa a maior probabilidade de ocorrência;
- Detectabilidade – Reflete a dificuldade em se identificar as causas do modo de falha a tempo de prevenir uma falha funcional. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 classifica como improvável de se detectar as causas do modo de falha.

Por último o Diagrama de Decisão, o qual Viana (2002) descreve que tem por objetivo definir as ações que possam evitar a ocorrência da falha. As ações estipuladas para tal objetivo são: MPT – Manutenção preventiva baseada no tempo

ou utilização do componente; MPC – Manutenção preventiva baseada na condição, com o monitoramento preditivo do componente; MC – Manutenção corretiva e; RP – Redefinição do projeto.

Quaisquer desses métodos e planos citados devem ser definidos de modo a se adequar à realidade da empresa. Todos eles servem como base para a melhor alocação da mão de obra dos mantenedores, facilitando as atividades ligadas a manutenção, com redução de tempo e recursos alocados em prol do alcance dos objetivos da manutenção (HUNEMEYER, 2017).

#### 2.4.5 Indicadores de desempenho na manutenção

Em um sistema de controle da manutenção, o gerenciamento de informações sobre o desempenho do mesmo torna-se extremamente necessária para a validação e certificação da eficiência dos processos envolvidos. Megiolaro (2015), traduz esse gerenciamento através da utilização e controle de indicadores que refletem o comportamento dos sistemas de produção frente as ações de manutenção, evidenciando pontos fracos e problemas que precisam ser trabalhados.

Viana (2002) explica que a escolha da utilização de certos indicadores se baseará na análise feita pelos responsáveis do levantamento desses dados, uma vez que para algumas empresas um determinado indicador se aplica satisfatoriamente, para outra não. O autor traz ainda os indicadores utilizados no gerenciamento da rotina de manutenção, onde os principais estão listados a seguir:

- MTBF - *Mean Time Between Failures*, conhecido como Tempo Médio Entre Falhas, calculado pela Equação 2:

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad \text{Eq. (2)}$$

A equação traduz a relação entre as horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), sobre o número de intervenções corretivas no equipamento no período coletado (NC), servindo como base para avaliação do comportamento da máquina sobre as ações de manutenção.

- *Mean Time To Repair* (MTTR), ou Tempo Médio de Reparo, dado pela Equação 3:

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \quad \text{Eq. (3)}$$

Calculado pela divisão entra a soma das horas de indisponibilidade para operação por conta da manutenção (HIM) pelo número de corretivas no período (NC), traduzindo o tempo médio gasto em manutenções corretivas.

- TPF - Tempo Médio Para Falha, observado na Equação 4:

$$TPMF = \frac{HD}{N^{\circ} \text{ de Falhas}} \quad \text{Eq. (4)}$$

Sendo um indicador utilizado nos componentes que após falharem são descartados, expressando a relação entre as horas disponíveis do equipamento para a operação (HD) e o número de falhas observadas em componentes não reparáveis.

- Índice de Corretiva (IC), tendo como objetivo expressar o esforço gasto nas ações corretivas, validando as horas de manutenção gastas em corretivas (HMC), pelas horas de manutenção que foram dedicadas em preventiva (HMP). A representação do indicador é dada pela Equação 5, abaixo.

$$\text{Índice de Corretiva} = \frac{\Sigma HMC}{\Sigma HMC + \Sigma HMP} \times 100 \quad \text{Eq. (5)}$$

- Índice de Preventiva (IP), oposto ao índice de corretiva. Esse índice é expresso pela Equação 6, onde quanto maior o valor do IP, menor o valor do IC e melhor para a manutenção, com rotinas bem definidas sem os inconstantes esforços para corrigir problemas.

$$\text{Índice de Preventiva} = \frac{\Sigma HMP}{\Sigma HMC + \Sigma HMP} \times 100 \quad \text{Eq. (6)}$$

## 2.5 Manutenção em laboratório

Responsáveis por ajudarem no desenvolvimento educacional, profissional e socioeconômico do Brasil, os laboratórios de ensino e pesquisa possibilitam diariamente o desenvolvimento de novas perspectivas metodológicas, tanto nas universidades, quanto nas indústrias (MONTEIRO; DINIZ; SANTOS, 2013). Para Gomes et al. (2015), eles são incumbidos de prestarem suporte a difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos, tendo um papel importante na formação profissional, ajudando também no desenvolvimento de novas ferramentas e produtos, contribuindo assim para o progresso industrial.

Por se tratar de um ambiente de aprendizado e criação, os laboratórios precisam sempre estarem em condições estruturais e organizacionais para prestarem o melhor suporte aos seus usuários. Segundo Stehling et al. (2015), as características dos ambientes laboratoriais e das atividades neles desenvolvidas podem influenciar na ocorrência de acidentes de qualquer natureza, sendo mais um motivo para a constante busca de qualidade.

A necessidade de disponibilidade para uso, além do fornecimento de informações confiáveis, faz com que a manutenção seja indispensável em qualquer laboratório de ensino e pesquisa. Neste caso, é importante que a manutenção possua estruturas complementares que realizem ensaios e calibrações nos equipamentos, para que os resultados finais não sejam influenciados e venham prejudicar as atividades de pesquisa (TENORIO; ALMEIDA; QUINTAES, 2009).

Arenhart (2017) destaca ainda que os laboratórios, através da manutenção planejada, devem ter procedimentos para efetuar em segurança o manuseio, transporte, armazenamento e uso de qualquer equipamento, de modo a assegurar o correto funcionamento deles, prevenindo contaminação ou deterioração e garantindo a segurança dos usuários.

Os laboratórios que possuem um sistema de gestão bem definidos devem possuir planos de manutenção para seus instrumentos, assim como, registros das manutenções já realizadas. Torna-se evidente desta forma, a importância da criação de um plano de manutenção eficaz e do gerenciamento correto do mesmo (VINHAS, 2007).



### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Classificação da pesquisa**

Em relação aos objetivos o presente trabalho se inicia através de uma revisão de literatura para sintetizar e analisar o fenômeno em estudo (aplicação da gestão da manutenção em um laboratório de ensino), obtendo desse modo uma visão geral sobre o tema para a prática de fato (BENTO, 2012).

Para tal, foi realizado buscas em livros, dissertações, teses e monografias, além de artigos de periódicos e revistas da área para o levantando das principais obras sobre o assunto estudado, estruturando assim o quadro de referências bibliográficas desse trabalho.

Além disso, pelas quatro formas básicas de categorização a pesquisa em estudo se classifica por sua natureza aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de um problema específico (LUKOSEVICIUS E GUIMARÃES, 2018).

Pela sua abordagem, de caráter qualitativo, buscando a interpretação detalhada do fenômeno em estudo, através da observação, da descrição e da análise de ideais e conceitos relacionados ao assunto estudado (NIELSEN; OLIVIO; MORILHAS, 2018).

Na descrição dos objetivos, caracterizando-se como uma pesquisa descritiva, descrevendo os fatos e fenômenos de determinada realidade, estabelecendo possíveis relações entre as variáveis (SILVA, 2014).

Pelos procedimentos técnicos, como um estudo de caso, pois trata-se de uma pesquisa aplicada a dados concretos. O estudo de caso de modo geral utiliza de dados qualitativos para explorar, descrever e explicar fenômenos atuais, com o objetivo principal de fornecer uma compreensão profunda sobre o evento em análise (YIN, 2009).

#### **3.2 Objeto de estudo**

O laboratório escolhido para o desenvolvimento do trabalho é o Laboratório de Controle de Qualidade Têxtil, localizado no Bloco M-107 da UTFPR, Campus

Apucarana. A escolha do laboratório deu-se pela disponibilidade para a pesquisa do mesmo, verificada com a coordenação do curso de Engenharia Têxtil.

O espaço é caracterizado como um laboratório de ensino, utilizado pelas disciplinas do curso de Engenharia Têxtil e Design de Moda para realizar ensaios e análises em materiais têxteis.

O objetivo da prática do ensino de controle de qualidade é fazer com que os alunos executem procedimentos habituais a rotina de qualquer empresa, adequando produtos e processos as especificações técnicas e de qualidade exigidas. No caso do laboratório de controle de qualidade têxtil, esses procedimentos traduzem em ensaios específicos que avaliam o desempenho, através da inspeção e medição, comparam os resultados obtidos com metas estabelecidas e atuam em diferenças, relacionando causa e efeito de defeitos encontrados em fibras, fios, tecidos, malhas, não-tecidos e produtos confeccionados no geral.

Os ensaios realizados no M-107 se enquadram no cumprimento de normas da *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, *American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC)*, Norma Brasileira (NBR) aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, e pela *International Organization for Standardization (ISO)*.

Entretanto, para que os alunos tenham a possibilidade de acesso a um laboratório normatizado e em maior conformidade com o ambiente que provavelmente terão contato em empresas que farão visitas técnicas, estágios ou que venham a trabalhar, é necessário realizar a calibração e manutenção correta dos equipamentos que compõe o laboratório, tornando possível também o alcance da certificação de acreditado pelo Inmetro para que o laboratório possa estar apto a executar ensaios e emissão de laudos técnicos.

Cada equipamento que compõe o laboratório é utilizado para um tipo de ensaio específico. O Quadro 1 relaciona os principais equipamentos e ensaios executados no laboratório de controle de qualidade M-107.

**Quadro 1 - Relação de equipamentos e ensaios realizados no M-107**

<b>Equipamento</b>	<b>Ensaio Executado</b>
<b>Torciômetro</b>	Titulação e torção de fios
<b>Crock Teste</b>	Solidez da cor à fricção
<b>Pilling</b>	Formação de pilling e resistência à abrasão
<b>Perspirômetro</b>	Solidez de cor à água, resistência ao suor, teste de degradação, transferência de corantes e etc.
<b>Teste de Encolhimento</b>	Análise do encolhimento por pressão e calor
<b>Aspa Eletrônica</b>	Titulação e resistência
<b>Seriplano</b>	Aparência visual do fio
<b>Rama</b>	Secagem
<b>Balança Digital</b>	Auxilio nos ensaios que necessitam de medições precisas
<b>Balança Pendular</b>	Auxilio
<b>Lupa de mesa</b>	Análise da superfície de tecidos Análise da densidade dos fios de urdume e trama em uma amostra
<b>Cortador circular</b>	Cortar tecidos em amostras circulares
<b>Microscópio Biológico</b>	Análises visual de fibras, fios e tecidos
<b>Microscópio Trinocular</b>	Análises visual de fibras, fios e tecidos

**Fonte: Autoria própria (2021)**

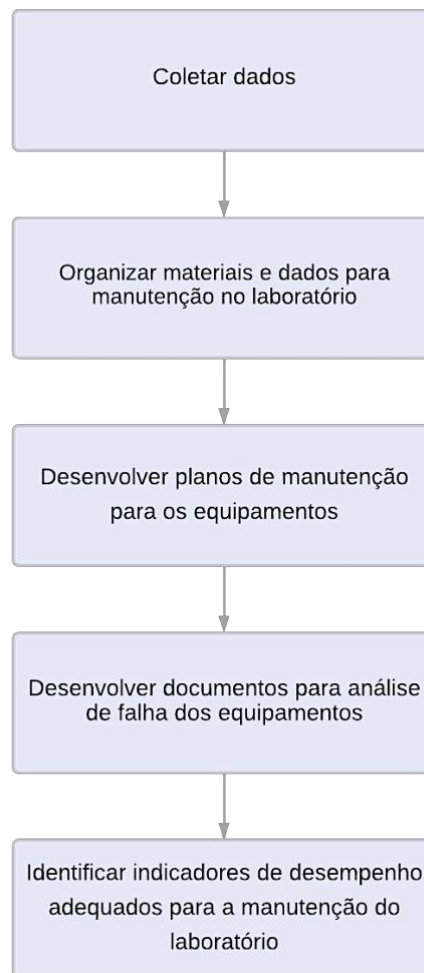
Além dos ensaios realizados por meio de equipamentos os laboratórios de controle de qualidade têxtil trabalham com materiais que auxiliam na execução de diversos outros procedimentos. O laboratório M-107 conta com acessórios para

ensaios de flamabilidade, composição (fibras) e determinação de gramatura, largura, número e título de fios.

### 3.3 Sequência metodológica da pesquisa

Abaixo, a Figura 2 descreve as principais etapas que compõe a sequência metodológica desenvolvida pela pesquisa, e na sequência são descritos os principais pontos que estruturam cada etapa:

**Figura 2 - Fluxo do desenvolvimento metodológico**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

### 3.3.1 Coleta de dados

Com o objetivo de levantar informações relacionadas aos usuários do laboratório, métodos de manutenção utilizados pelos técnicos e outros dados importantes para o desenvolvimento do trabalho proposto, a etapa de coleta de dados aconteceu no ano de 2020, por meio de questionários, entrevistas com os técnicos e responsável pelo laboratório, análise de documentos como fichas de controle e manuais de instruções, além de observação direta, ajudando no diagnóstico da situação atual do laboratório.

O questionário, Quadro 2, foi elaborado com perguntas chaves, que ajudaram no levantamento dos frequentadores e das atividades desenvolvidas no local, e das atuais práticas de manutenção. Esse material foi aplicado aos técnicos de manutenção do M-107, onde cada um respondeu às perguntas de maneira aberta e direta, seguindo suas percepções.

As entrevistas com os técnicos e o responsável pelo laboratório, aconteceu como complemento as informações obtidas no questionário aplicado, juntamente com as análises dos materiais levantados e a observação direta, ajudando no entendimento de todo material levantado.

Essa etapa auxiliou na obtenção de informações relacionadas aos equipamentos e atividades realizadas no laboratório, além de questões referentes a gestão da manutenção atual, listando as práticas de organização dos dados para manutenção, os planos de manutenção realizados e o levantamento de alguma atividade relacionada a análise de falha nos equipamentos e utilização de indicadores para controle das atividades de manutenção desenvolvidas no local.

**Quadro 2 - Perguntas que compõem o questionário**

Questões	
1	Função do laboratório?
2	Responsável pelo laboratório?
3	Usuários?
4	Frequência de utilização?
5	Os usuários do laboratório estão aptos para a utilização de todos os equipamentos?
6	É feita a capacitação dos responsáveis/usuários para a utilização do laboratório/equipamentos?
7	Todos os equipamentos possuem código de identificação?
8	Todos os equipamentos possuem manual de instrução?
9	Os manuais de instrução precisam de tradução?
10	Todos os equipamentos funcionam perfeitamente?
11	Os equipamentos recebem manutenção?
12	Existe um plano de manutenção para os equipamentos?
13	Existe uma ficha/sistema para solicitação de manutenção?
14	O processo de manutenção dos equipamentos apresenta atrasos?
15	O laboratório utiliza insumos?
16	Existe um controle na reposição dos insumos utilizados?
17	Quais os riscos do laboratório?
18	O laboratório possui EPI's?
19	Existe um dimensionamento hidráulico/ esgoto e elétrico?
20	Existe manual para o laboratório?
21	Existe monitoramento no laboratório?
22	Existe ventilação adequada no laboratório?

**Fonte: Aatoria própria (2021)**

### 3.3.2 Organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório

O trabalho com a organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório foi pensado para reestruturação de todos os elementos necessários a rotina de trabalho dos técnicos mantenedores, reunindo e facilitando o acesso às informações sobre os equipamentos. Além disso foi proposto documentos para controle e programação das atividades solicitadas pelos usuários do laboratório e as necessidades de cada equipamento, constada pelos técnicos, alcançando assim a organização, planejamento e programação ideais a gestão da manutenção numa organização.

### 3.3.3 Desenvolvimento de planos de manutenção para os equipamentos

O método de manutenção implementado no laboratório foi preventivo. Os planos de manutenção preventiva foram desenvolvidos com o objetivo de minimizar a ociosidade dos equipamentos devido a falhas, além de otimizar o trabalho dos técnicos mantenedores, visando a redução da manutenção corretiva.

Nos planos preventivos foram propostas fichas técnicas de acompanhamento para os planos de inspeções visuais, manutenção de troca de itens desgastados e planos de intervenção preventiva.

### 3.3.4 Desenvolvimento de documentos para análise de falha dos equipamentos

Para a análise de falhas dos equipamentos foi desenvolvido documentos que estruturaram de maneira formal informações que ajudam a entender melhor sobre as ocorrências de falhas. Esses documentos foram elaborados pelo conjunto de ações para análise de falhas antes que elas aconteçam, através da FMEA, metodologia que auxilia na identificação da origem das falhas, estruturando todas as possíveis causas.

### 3.3.5 Identificação de indicadores de desempenho adequados para manutenção do laboratório

Na seleção de indicadores de desempenho adequados foram avaliados índices que melhor traduzem o monitoramento da rotina diária da manutenção e dos processos rotineiros do laboratório. Através desses é possível avaliar os benefícios que a reestruturação da gestão da manutenção trará ao laboratório.

## **4 RESULTADOS DA COLETA DE DADOS**

### **4.1 Diagnóstico do laboratório**

Para diagnóstico da situação atual do laboratório foi realizada entrevista com os técnicos de manutenção, além da análise direta do espaço e documentos arquivados dos equipamentos, e a aplicação do questionário.

Abaixo, no Quadro 3, estão apresentadas as principais questões e respostas que compõe o questionário sobre o laboratório (usuários, equipamentos e etc.), frequência de utilização do local e questões uteis para gestão da manutenção.



**Quadro 3 - Questões que compõem o questionário para diagnóstico do laboratório**

<b>Questões</b>	<b>Respostas</b>
Função do laboratório?	Controle de qualidade em materiais têxteis
Responsável pelo laboratório?	Professor designado pela coordenação de curso
Usuários?	Alunos, Professores e Técnicos
Frequência de utilização?	3 vezes/semana
Os usuários do laboratório estão aptos para a utilização de todos os equipamentos?	Não
É feita a capacitação dos responsáveis/usuários para a utilização do laboratório/equipamentos?	Não
Todos os equipamentos possuem código de identificação?	Não
Todos os equipamentos possuem manual de instrução?	Sim
Os manuais de instrução precisam de tradução?	Não
Todos os equipamentos funcionam perfeitamente?	Não
Os equipamentos recebem manutenção?	Sim, trimestralmente e/ou semestralmente
Existe um plano de manutenção para os equipamentos?	Somente via manuais de instrução
Existe uma ficha/sistema para solicitação de manutenção?	Não, somente via chamada, e-mail
O processo de manutenção dos equipamentos apresenta atrasos?	Sim
O laboratório utiliza insumos?	Sim
Existe um controle na reposição dos insumos utilizados?	Não
Quais os riscos do laboratório?	Químicos e Físicos
O laboratório possui EPI's?	Não
Existe um dimensionamento hidráulico/ esgoto e elétrico?	Sim
Existe manual para o laboratório?	Não
Existe monitoramento no laboratório?	Não
Existe ventilação adequada no laboratório?	Não

**Fonte: A autoria própria (2021)**

Por meio da entrevista e observação direta do laboratório foram identificados problemas relacionados a gestão do espaço além da falta de informações e materiais relacionados ao trabalho dos técnicos mantenedores do local.

O Quadro 4 lista os principais problemas identificados, por meio do questionário e observação direta, no laboratório M-107.

**Quadro 4 - Relação dos principais problemas do laboratório M-107**

<b>Problemas encontrados no laboratório</b>
Equipamentos não listados na relação de patrimônios
Equipamentos sem código patrimonial
Os equipamentos e móveis não estão dispostos de maneira organizada para o uso
Um equipamento não tem acesso a tomada (capela)
Os equipamentos sem etiquetas de identificação em seus botões de acesso/control
Os locais para armazenamento não possuem etiquetas de identificação
Não existe uma ficha/sistema para solicitar manutenção
Não há locais adequados para acomodação de reagentes
Algumas tomadas não funcionam
O laboratório não possui mapa de risco e nem manual
Dentro do laboratório não tem equipamentos de segurança e nem EPI's
O laboratório não possui sensores de risco
Não há quadro geral de eletricidade
O laboratório não está completamente acessível a portadores de deficiência
Alguns materiais são de outros laboratórios
Alguns equipamentos não funcionam
Não há climatização adequada para a realização de alguns procedimentos
Materiais de uso específico e geral desorganizados

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Por meio dos resultados obtidos com a aplicação do diagnóstico foi identificado a necessidade da reestruturação da gestão da manutenção no laboratório.

Verificou-se a necessidade de organização dos materiais, equipamentos e informações, pois muitos destes se encontram em lugares aleatórios, dificultando o fluxo e o andamento das aulas. Além disso constatou-se a necessidade de adequação da estrutura física e das atividades desempenhadas no laboratório, pois muitos equipamentos e materiais estão fora do layout adequado para a realização dos procedimentos específicos, além de alguns destes não fazerem parte da rotina de procedimentos do M-107.

Há também a urgência de aplicar a manutenção corretiva em alguns equipamentos e acessos específicos destes, pois alguns equipamentos e tomadas não funcionam, assim como estruturar o plano de manutenção preventiva, por conta da falta de fichas/sistemas para solicitar e executar esse tipo de manutenção,

fornecendo assim um ambiente de trabalho com informações e acessos mais facilitados aos técnicos, e aulas de mais qualidade tendo a disposição o funcionamento de todos os equipamentos.

Posterior a identificação da necessidade de reestruturação da gestão de manutenção no M-107, foram coletados, juntamente com o setor de manutenção, dados por meio da análise dos manuais, especificações, documentos técnicos e histórico dos equipamentos. Com esses dados foi possível fazer um levantamento sobre as atuais práticas de gestão da manutenção dos equipamentos e os recursos de tecnologia utilizados.

Todas as informações técnicas e administrativas coletadas serviram como informações importantes e estratégicas para remodelação da atual gestão da manutenção do laboratório M-107.

## **4.2 Organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório**

A coleta de dados para organização da manutenção no M-107 serviu como base para visualização da administração dos recursos da atual gestão da manutenção no laboratório, evidenciando os *GAP'S* nos principais pontos abordados por essa metodologia no local.

Para o suporte adequado as atividades ligadas a manutenção no laboratório, nessa etapa foi levantado e avaliado as informações necessárias que os técnicos mantenedores precisam ter acesso como auxílio das atividades desenvolvidas por cada um.

### **4.2.1 Codificação dos equipamentos**

O Quadro 5 lista os 16 equipamentos que estão presentes no laboratório, juntamente com o código de individualização de cada um. Essa codificação é feita durante o processo de patrimonialização dos bens materiais da universidade e garante a rastreabilidade individual de cada equipamento, bem como seus históricos de utilização e suas características técnicas.

**Quadro 5 - Codificação de cada equipamento**

Equipamento	Código – Patrimônio
Torciômetro	393930
Crock Teste	426236
Pilling	506750
Perspirômetro	506757
Teste de Encolhimento	509317
Aspa Eletrônica	389058
Seriplano	500243
Rama	383236
Balança Digital	98593
Balança Pendular	NÃO TEM
Lupa de mesa	99695
Cortador circular	531942
Cortador circular	378729
Microscópio Biológico	535833
Microscópio Trinocular	453635
Extrusora	537660

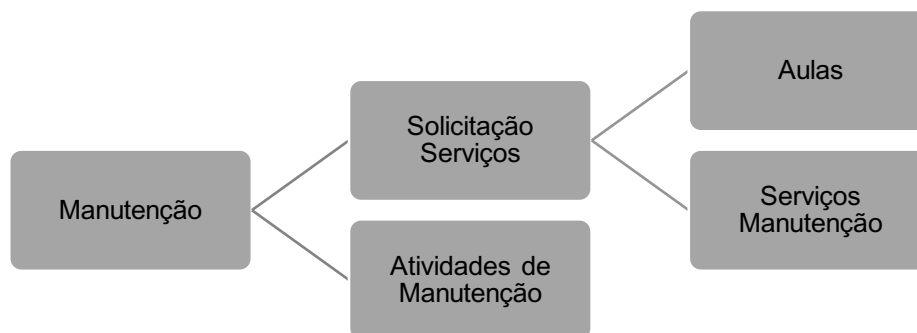
**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Durante a pesquisa para codificação dos equipamentos foi constatado que o único equipamento que não possuía código de individualização no laboratório era a balança pendular. Aqueles materiais que não possuem códigos podem ter sido doados e por isso não terem sido patrimoniados. Para incorporação do código a balança pendular, foi encaminhado ao responsável pelo laboratório a necessidade de abertura de um processo via plataforma do SEI ([www.sei.utfpr.edu.br](http://www.sei.utfpr.edu.br)), onde o mesmo deve solicitar a incorporação do bem ao patrimônio da instituição, e a Comissão de Avaliação e Baixa verificará a viabilidade de incorporação.

#### 4.2.2 Fluxograma de serviços

A Figura 3 apresenta o atual fluxo para manutenção dentro da instituição.

**Figura 3 - Fluxo para solicitação de serviços de manutenção**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

As ordens de manutenção para o laboratório podem vir através da solicitação de serviços e das atividades de manutenção.

As solicitações de serviço são realizadas por meio do sistema de chamado da UTFPR (<https://chamados.ap.utfpr.edu.br/otrs/customer.pl>), e/ou via e-mail ([coexp-ap@utfpr.edu.br](mailto:coexp-ap@utfpr.edu.br)), se dividindo em dois caminhos, solicitação de serviços para preparação das aulas e solicitação de serviços referentes a manutenção dos equipamentos e espaço físico. Para ambos, os atendimentos são avaliados, programados, tendo um prazo de 48 horas para atendimento da solicitação ou para um retorno caso não seja possível realizar o procedimento por algum motivo.

Para as solicitações via chamado a pessoa deve ser servidora da UTFPR, sendo geralmente professores que ministram as aulas ou realizam pesquisa no

ambiente. O solicitante deverá preencher a página do chamado, Figura 4, selecionando o setor a ser encaminhado o chamado, o serviço solicitado, o assunto a ser tratado e uma breve descrição da solicitação.

**Figura 4 - Página do sistema de chamados da UTFPR**

UTFPR Apucarana - Sistema de Chamados

Chamados

Para: COEXP - Técnicos de Laboratório

Serviço:

Assunto:

Texto:

Anexo: Escolher arquivo | Nenhum arquivo selecionado

Local:

Ramal/Telefone:

Enviar

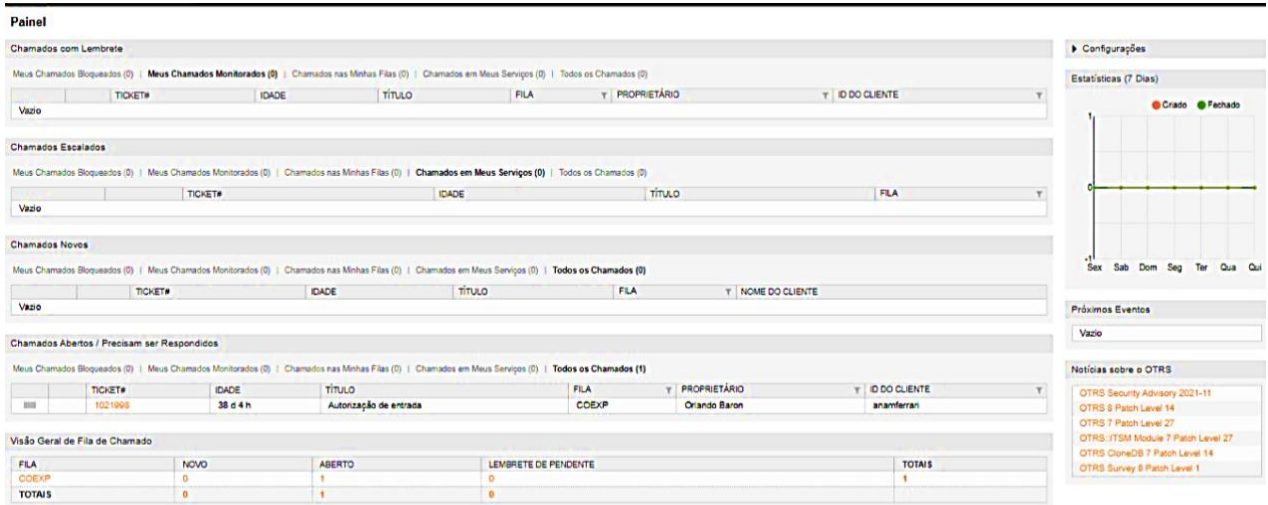
**Fonte: Autoria própria (2021)**

Já as solicitações por e-mail qualquer pessoa pode mandar, podendo ser enviados por professores, orientadores e também alunos que realizam aulas ou pesquisa no ambiente. Em quaisquer casos o responsável pelo laboratório deve estar ciente das solicitações e problemas relacionados aos equipamentos e ao ambiente.

As atividades de manutenção são programadas sob a faixa de utilização de cada equipamento, não havendo uma sistemática para realização destas, onde atualmente cada atividade não ligada a manutenção corretiva é realizada ao fim ou início de cada semestre.

Como apoio ao trabalho a ser executado, os atendentes de cada chamado ou e-mail relacionados a manutenção contam hoje apenas com o painel geral das listagens das solicitações de serviço, como observado na Figura 5.

**Figura 5 - Painel geral com a programação para cada técnico**



**Fonte: Aurtoria própria (2021)**

Nesta página os técnicos de manutenção têm acesso a listagem dos novos chamados além daqueles que estão pendentes, e as informações enviadas pelos solicitantes.

#### 4.2.3 Características técnicas dos equipamentos

As consultas às características técnicas de cada equipamento do laboratório são feitas diretamente no manual de instrução que acompanha cada modelo. Esses manuais são mantidos guardados no próprio laboratório, não sendo todos os equipamentos que possuem o arquivamento desses documentos.

#### 4.2.4 Materiais para manutenção

Por se tratar de um laboratório de ensino, onde a frequência de uso dos equipamentos é menor referente ao espaço industrial, a relação de materiais em estoque para suprimentos das manutenções realizadas nos equipamentos é baixa.

A maioria das peças dos equipamentos são muito caras, ou ainda há muita dificuldade de encontrar fornecedor que queira vender seus produtos por meio de compras por processo de licitação, com isso, a compra de peças para o laboratório é feita somente após a percepção do defeito/quebra.

#### 4.2.5 Matriz de prioridade

Atualmente para o atendimento da manutenção aos equipamentos do laboratório leva-se em conta o que o professor precisa para as aulas, ou seja, a prática da manutenção preventiva ocorre para deixar os equipamentos e o ambiente físico prontos para as aulas e projetos o mais rápido possível, sendo prioridade nos atendimentos.

Outra questão que motiva a mudança de prioridade é a falta de peças para realizar a manutenção corretiva o que pode acabar atrasando a manutenção em alguns casos, ficando em segundo plano até a chegada das peças faltantes.

#### 4.2.6 Histórico de manutenção

Hoje os históricos referentes a manutenção do laboratório ficam arquivados na página dos chamados para cada técnico, onde os mesmos conseguem acessar a página tendo uma visão dos chamados já realizados e as informações neles presente.

As solicitações enviadas por e-mail também ficam arquivadas, onde o técnico com acesso a conta consegue fazer uma busca de acordo com a necessidade.

#### 4.2.7 Equipes de manutenção e suas especialidades

A equipe de manutenção da UTFPR é composta por 3 técnicos mantenedores, onde cada um é responsável por uma área de acordo com suas atribuições.

O Quadro 6 lista a equipe de técnicos da instituição, além de suas atribuições e responsabilidade.



**Quadro 6 - Relação de técnicos mantenedores**

Nome	Atribuições	Responsável por
Técnico A	Técnico de laboratório/industrial (mecânica industrial/ manutenção e operação de máquinas e caldeiras)	Realizar as atividades de manutenção mais específicas dos equipamentos dos laboratórios de engenharia têxtil e design de moda.
Técnico B	Técnico de laboratório/industrial (confeção, vestuário e têxtil)	Proceder na preparação de aulas dos cursos, organização e manutenção básica dos equipamentos.
Técnico C	Técnico de laboratório/industrial (confeção e vestuário)	Proceder na preparação de aulas dos cursos, organização e manutenção básica dos equipamentos.

**Fonte: Autoria própria (2021)**

#### 4.2.8 Arquivamento de desenhos e catálogos

O arquivamento de desenhos e catálogos fica por conta da equipe técnica da UTFPR. Alguns dados e documentos são direcionados para arquivos físicos, e outros arquivados de maneira digital. Alguns desses arquivos físicos se encontra nos armários do laboratório M-107, de forma desorganizada e sem estrutura para encontro imediato, caso necessário.

### 4.3 Planos de manutenção para os equipamentos

O levantamento de dados dos planos de manutenção para os equipamentos foi realizado para fundamentar a construção dos materiais propostos para esse tema no trabalho.

Atualmente nenhum plano de manutenção para os equipamentos do laboratório M-107 é desenvolvido. Os levantamentos de dados para estruturação dos planos propostos evidenciaram que para alguns, a construção dos materiais de apoio

não se aplica pela rotina de trabalho naquele caso ser externa ao campus. Como, os Roteiro de Lubrificação, que não foram desenvolvidos nesse trabalho pela manutenção referente a lubrificação dos equipamentos do laboratório ser realizada por empresas terceirizadas nesse tipo de serviço.

#### **4.4 Análise de falhas para os equipamentos**

Com o objetivo de identificar práticas relacionadas a análise de falhas para os equipamentos, a coleta de dados nessa etapa evidenciou que nenhuma rotina para constatação de falhas é realizada nos equipamentos do M-107.

#### **4.5 Indicadores**

Durante o levantamento de indicadores utilizados no laboratório, nenhum acompanhamento adequado das práticas de manutenção desenvolvidas no local foi constatado.

## **5 PROPOSTA PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO DO LABORATÓRIO**

### **5.1 Organização dos materiais e dados para manutenção no laboratório**

A proposta para a organização da manutenção para o M-107 foi pensada na construção dos itens faltantes para completa efetivação desse item, elaborando materiais complementares a disponibilização dos recursos físicos, técnicos e humanos para o local. Sendo importante para garantia do andamento das atividades de manutenção, auxiliando os técnicos mantenedores nas tomadas de decisões estratégicas para gestão dos recursos, e definição do cronograma de paradas dos equipamentos.

Além disso, foi pensando em materiais que facilitarão o acesso a informações referente a cada equipamento, e assim a eficiência das atividades desempenhadas pelos técnicos mantenedores no local.

#### **5.1.1 Ordem de manutenção**

Como sugestão ao sistema de apoio aos técnicos do M-107 foi desenvolvido um modelo de Ordem de Manutenção de preenchimento manual, Figura 6, disponível no Apêndice A. Essa ficha deverá ser utilizada para o preenchimento de informações referente aos serviços de manutenção, onde a partir das informações recebidas nas solicitações de serviços e a então filtragem desses requerimentos referentes a manutenção, o técnico preencherá o documento liberando o serviço a ser executado.

**Figura 6 - Ordem de manutenção de solicitação de serviços**

		ORDEM DE MANUTENÇÃO	1
ORDEM DE MANUTENÇÃO M-107		Nº DA ORDEM:	
Data da manutenção:			
Código do Equipamento:			
Equipamento:			
Tipo de manutenção:			
Descrição do problema:			
Equipamentos necessários:			
Descrição das tarefas:			
Status		 Aprovação	

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Esse material foi desenvolvido em conjunto com uma planilha, Figura 7, que auxiliará na gestão da rotina diária de cada técnico, servindo como controle das atividades concluídas, pendentes e em andamento, além de um arquivamento para eventuais consultas das atividades já realizadas por equipamento.

**Figura 7 - Planilha para controle das ordens de manutenção**



UTFPR  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Controle Ordens de Manutenção 1

Equipamento	Número da Ordem	Descrição	Data Início	Data Conclusão	Status

**Fonte: Autoria própria (2021)**

### 5.1.2 Características técnicas dos equipamentos

Para um melhor controle e acesso, todos os dados referentes a cada equipamento foram reunidos numa Folha de Especificação, contendo informações como nome, código, grupo de máquina, fabricante e modelo do equipamento, além de dados técnicos e operacionais como voltagem, potência e velocidade de trabalho e outras características relacionadas a dimensão, acessórios e insumos.

A Figura 8 traz o modelo de Folha de Especificação desenvolvido para os equipamentos do laboratório M-107. O Apêndice B reúne as fichas preenchidas para cada equipamento, construídas a partir do levantamento de dados encontrado nos manuais de instrução físico e on-line de cada um. Para alguns equipamentos não foram encontradas as informações para construção da folha de especificação, não sendo incluídos no preenchimento da folha de especificação.

Figura 8 - Estrutura da Folha de Especificação para os equipamentos

UTPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ		Folha de Especificação	1
Folha de especificação nº :		Equipamento:	
Grupo de máquina:			
Descrição:			
Aplicação:			
Fabricante:			
Modelo:			
Dados Técnicos:			
-	-	-	-
-	-	-	-
Outras Características:			
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Dimensões:			
-	-	-	-
Acessórios e insumos:			
-	-	-	-
-	-	-	-
Itens	Ref. Fabricante	Código	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	
_____	_____	_____	

Fonte: Autoria própria (2021)

### 5.1.3 Histórico de manutenção

De modo a facilitar a busca dos técnicos por informações referentes aos históricos de manutenção, uma planilha para alimentação rotineira das informações e atividades de cada solicitação de serviço referente a manutenção foi proposta, onde os técnicos conseguirão preenche-la para o arquivamento correto de todos os serviços realizados e programados.

A proposta dessa planilha para arquivamento do histórico de manutenção para os equipamentos do laboratório foi desenvolvida no tópico de Ordem de manutenção, onde os mantenedores terão acesso aos históricos através da planilha de controle das ordens de manutenção (Figura 7).







troca, especificando o item para troca, o equipamento, quando trocar e o status do registro da ação após o vencimento do prazo.

**Figura 11 - Formulário para controle dos itens a serem trocados numa periodicidade definida**

The image shows a web interface for 'Manutenção de Troca de Itens de Desgaste' (Maintenance of Replacement of Worn Items) from UFRPR. It features a table titled 'Formulário para acompanhamento' (Monitoring Form) with three columns: 'Equipamento/Item' (Equipment/Item), 'Quando trocar' (When to replace), and 'Status'. The table has 11 rows, with the first row serving as a header and the remaining 10 rows being empty for data entry.

Formulário para acompanhamento		
Equipamento/Item	Quando trocar	Status

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Esse material servirá como apoio para o levantamento dos itens em desgaste de cada equipamento, auxiliando na identificação da necessidade e periodicidade de compra para estoque ou não destes materiais, antes mesmo de falharem.

### 5.2.3 Plano de intervenção preventiva


O processo de intervenção preventiva nos equipamentos do laboratório M-107 aconteceu através de reestruturação do cronograma das atividades necessárias para essa finalidade e da elaboração de material de apoio para o cumprimento dessas atividades.

O material de apoio conta com uma ficha de planejamento da manutenção preventiva, Figura 12, contendo a descrição das atividades a serem realizadas e a periodicidade para realização dessas tarefas.



Além disso foi desenvolvido uma ordem de serviço para manutenção preventiva, Figura 14, para descrição das atividades a serem desenvolvidas e um *Check-list* das ações para a efetivação da atividade descrita.

**Figura 14 - Ordem de Manutenção Preventiva**

		ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA			Categoria: Remido: Resp.:
OS N°:	Setor:	Tipo:	Data:	Técnico:	
Equipamento:					
Horário de início:		Horário de Término:			
Descrição do serviço: <b>REALIZAR MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONFORME CHECKLIST.</b>					
CHECKLIST	TAREFAS	OK	Não OK	OBSERVAÇÕES	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					

Fonte: Autoria própria (2021)

Os Apêndices D e E reúnem os documentos desenvolvidos nesse tópico.

### 5.3 Análise de falhas para os equipamentos

O processo para análise de falhas nos equipamentos do M-107 foi pensado e estruturado nos conceitos da metodologia FMEA. O uso da FMEA foi considerado pelo aumento da disponibilização dos equipamentos e processos desenvolvidos no laboratório, definindo, identificando e eliminando as falhas antes mesmo que elas possam acontecer, aumentando assim a qualidade e disponibilidade dos equipamentos para a ministração das aulas no M-107.

A sistemática para aplicação da FMEA no laboratório foi levanta seguindo a metodologia proposta por Menezes (2016), se tratando de um FMEA de processo. O primeiro passo foi a estruturação de um quadro, Figura 15, para levantamento e preenchimento dos principais modos, causas, efeitos e controles atuais das falhas relacionadas a cada equipamento do laboratório, parte 1 do formulário da FMEA, que auxiliará os técnicos para o levantamento do que pode dar errado com esses equipamentos que levaria a indisponibilidade dos mesmos.

Figura 15 - Parte 1 do formulário da FMEA



Análise do Modo e Efeito das Falhas

1

Descrição Modo, Causa Efeito e Controle da falha						
Nome do equipamento	Conjuntos	Função	Mode de falha potencial	Efeitos	Causas	Controle Preventivo atual

Nome do equipamento	Conjuntos	Função	Mode de falha potencial	Efeitos	Causas	Controle Preventivo atual

Fonte: Autoria própria (2021)

Em seguida foi estruturado os grupos de índice que compõe a equação para cálculo dos riscos de cada falha, resultando no índice de risco (IR), Equação 7. O primeiro grupo se refere a severidade (IS), avaliando o grau de gravidade da falha, causadora da indisponibilidade do equipamento para a ministração das aulas e realização dos experimentos no laboratório, o segundo a ocorrência (IO), ponderando a frequência da falha avaliada, e por último o índice de detecção (ID) levando em conta a facilidade de percepção da falha. O Quadro 7 lista os índices para avaliação dos modos de falha, organizando e atribuindo peso aos níveis a serem avaliados e posteriormente usados na construção do IR.

$$IR = IS \times IO \times ID \quad \text{Eq. (7)}$$

**Quadro 7 - Classificação dos índices para cálculo do IR**

Índice	Classificação	Peso
Severidade (IS)	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2
	Moderadamente grave	3
	Grave	4
	Extremamente grave	5
Ocorrência (IO)	Improvável	1
	Muito pequena	2
	Pequena	3
	Média	4
	Alta	5
Detecção (ID)	Alta	1
	Moderada	2
	Pequena	3
	Muito pequena	4
	Improvável	5

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, (2009)

Para priorização dos modos de falhas, o Quadro 8 estabelece o nível de classificação das falhas a partir do resultado do IR estabelecendo uma nota para cada anomalia levantada, auxiliando os técnicos a definirem as prioridades de trabalho e o então levantamento dos planos de ações para eliminar ou corrigir o problema potencial.

**Quadro 8 - Classificação do índice de risco (IR)**

Índice	Classificação	Peso
Índice de Risco	Baixo	1 a 30
	Médio	31 a 60
	Alto	Acima de 60

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, (2009)

Após o levantamento de todas as etapas que compõem a FMEA, a estruturação de um formulário completo, Figura 16, foi proposto como ficha de apoio para o desenvolvimento da análise de falha dos equipamentos do M-107. Esse material pode ser preenchido de forma digital ou impresso, onde os técnicos de manutenção do laboratório deverão registrar o nome do equipamento, o componente a ser analisado, o modo, efeito e a causa da falha em potencial, juntamente com a





$$\text{Índice de Corretiva} = \frac{\Sigma HMC}{\Sigma HMT} \times 100 \quad \text{Eq. (8)}$$

Onde:

*HMC* – Horas de manutenção em corretiva;

*HMT* – Horas de manutenção total;

Viana (2002) refere-se a um índice de manutenção corretiva aceitável abaixo de 25%. Em valores acima da referência a proposta sempre será a análise dos planos de manutenção preventivo propostos para uma tratativa mais direta e pontual nos valores de ações corretivas apresentados.

#### 5.4.3 Percentual de ordens de serviço finalizadas

O indicador para cálculo do percentual de ordens de serviço finalizadas no mês foi proposto na gestão da manutenção do laboratório para controle do número de ordem de serviço executadas e fechadas mensalmente, com o objetivo de traduzir a demanda de serviços recebidos pelos técnicos de manutenção evidenciando uma sobrecarga de chamados complexos no setor.

A Equação 9 traz os cálculos a serem utilizados para controle desse indicador.

$$\text{Percentual de Ordens de Serviço Finalizada} = \frac{\Sigma OMF}{\Sigma OMA} \times 100 \quad \text{Eq. (9)}$$

Onde:

*OMF* – Ordens de manutenção fechadas;

*OMA* – Ordens de manutenção abertas;



## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho trouxe para a rotina de gestão da manutenção de um laboratório de ensino os fatores de sucesso na construção de resultados melhores no que diz respeito a oferta de condições estruturais e organizacionais básicas para prestação de suporte aos seus usuários.

O constante uso e a necessidade de informações confiáveis nos resultados esperados de cada equipamento, fizeram com que as escolhas dos materiais a serem trabalhados pelos técnicos mantenedores do M-107 fossem pensadas e estruturadas de modo a garantir o alcance de resultados superiores quanto a disponibilidade, confiabilidade e segurança dos processos desenvolvidos no laboratório.

Através da revisão da literatura e levantamento das reais necessidades do laboratório foram elaborados materiais ligados a gestão da manutenção, fundamentados na organização de materiais e dados, a construção de planos de manutenção preventivos, documentos para análise de falha dos equipamentos, e estruturação de indicadores de desempenho adequados para a manutenção do laboratório.

Na organização dos materiais e dados para manutenção do laboratório, os pontos trabalhados foram na disponibilização dos recursos físicos, técnicos e humanos para o laboratório, além da facilitação do acesso as informações de cada equipamento, garantindo o andamento das atividades de manutenção, auxiliando os técnicos mantenedores nas tomadas de decisões estratégicas para gestão dos recursos, e definição do cronograma de paradas dos equipamentos.

No que diz respeito aos planos de manutenção preventivo, o trabalho foi focado na reestruturação dos materiais de apoio ao desenvolvimento desses planos, além da construção de documentos que auxiliarão na aplicação efetiva dos itens ligados a prevenção de falhas e quebras nos equipamentos.

Como complemento a ideia de prevenção as possíveis falhas e quebras ligadas aos componentes de cada equipamento do laboratório, o desenvolvimento dos materiais para análise de falha aconteceu pela descrição da metodologia FMEA, focando na construção e adaptação dos materiais abordados pelo sistema proposto, buscando a efetivação dos resultados esperados, através da estruturação, avaliação e ação sobre os modos de falhas operacionais.

Por fim, para acompanhamento da reestruturação da atual gestão da manutenção do laboratório M-107, a proposta e definição dos indicadores de desempenho adequados para os trabalhos desenvolvidos no local finaliza a metodologia planejada nesse trabalho, trazendo formas de acompanhamento e validação dos resultados esperados com a aplicação da gestão da manutenção no laboratório de ensino M-107.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. S. DE. **Gestão da Manutenção**: aplicada às áreas industrial, predial e elétrica. 1. ed. São Paulo: Érica, 2017.

ARENHART, R. S. **A Contribuição de Planos de Manutenção em um Laboratório de Instituição de Ensino Superior Pública**. 2017. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2017.

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

BARAN, L. R. **Proposta de um modelo multicritério para determinação da criticidade na gestão da manutenção industrial**. 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

BARROS, B. A. A importância da Manutenção Como Ferramenta Estratégica de Competitividade. **FacRedentor**, n. 1, p. 1-15, 2018.

BENTO, A. V. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista JA (Associação Acadêmica da Universidade da Madeira)**, v. 2, n. 65, p. 42–44, 2012.

COSTA, M. DE A. **Gestão estratégica da manutenção**: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 2013. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FARIA, E. A. DE. **Elaboração e Implementação de um Plano Farmacêutica do Rio Grande do Norte**. 2018. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

GERÔNIMO, M. DA S.; LEITE, B. C. C.; OLIVEIRA, R. D. Gestão da manutenção em equipamentos hospitalares: um estudo de caso. **Exacta-EP**, v. 15, n. 4, p. 167-183, 2017.

GOMES, A. T. et al. Ensino Experimental: Implementando um Plano de

Gerenciamento de Laboratórios Didáticos de Química em uma Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Acta Biomédica Brasiliensia**, v. 6, n. 2, p. 97, 2015.

GROCHAU, I. H. **Implementação de sistema de gestão da qualidade em laboratório de ensaio de instituição de ensino e pesquisa**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GUIMARÃES, L. M.; NOGUEIRA, C. F.; SILVA, M. D. B. DA. Manutenção Industrial: Implementação Da Manutenção Produtiva Total (TPM). **E-Xacta**, v. 5, n. 1, p. 175–197, 2012.

HÜNEMEYER, F. J. **Proposta de Implantação das Funções de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma Linha de Produção**. 2017. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2017.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutencao Função Estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LUKOSEVICIUS, A. P.; GUIMARÃES, J. C. Uso do Método Estudo de Caso em Pesquisas de Gerenciamento de Projetos. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 09, n. 02, p. 20–35, 2018.

MENEZES, Carlos Augusto Gabriel. **FMEA de processo na indústria automotiva: Uma análise sobre a aplicação do número de prioridade de risco (RPN)**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Paulista, Guaratinguetá, SP, 2016.

MONTEIRO, J. M.; DINIZ, P. C. O.; SANTOS, V. B. DOS. O papel dos laboratórios de pesquisa e prática de ensino em ciências sociais: o desafio na formação de professores no cariri paraibano. **Revista Inter-Legere**, v. 1, n. 13, p. 250–267, 2013.

MORENGHI, L. C. R. **Proposta de um sistema integrado de monitoramento para manutenção**. 2005. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

MORO, N.; AURAS, A. P. Introdução a Gestão da Manutenção. **Dialogia**, v. 8, n. 1, p. 133–136, 2007.

SILVA NETO, J. C.; LIMA, A. M. G. DE. Implantação do Controle de Manutenção. **Intertech - Brasil**, p. 1–14, 2002.

NIELSEN, F. A. G.; OLIVIO, R. L. DE F.; MORILHAS, L. J. **Guia prático para elaboração de monografias, dissertações e teses**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. a Proposta De Desenvolvimento De Gestão Da Manutenção Industrial Na Busca Da Excelência Ou Classe Mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, p. 1–16, 2008.

PEREIRA, P. M. DE S. **Planos de Manutenção Preventiva Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

POHL, P. T. **Proposta de implantação de um plano de manutenção em um torno convencional do laboratório de conformação mecânica e usinagem da Fahor**. 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Faculdade Horizontina, Horizontina, 2018.

REZENDE, A. C. Gestão da Manutenção. **Instituto SENAI de Tecnologia**, v.3, p. 63, 2017.

SALMAZO, F. **Proposta de Manutenção Centrada na Confiabilidade**: estudo de caso no SEP de Redes Subterrâneas em Curitiba. 2012. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Gerência da Manutenção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SANTOS, J. I. et al. Planejamento e Controle de Manutenção : uma proposta para o plano de manutenção preventiva de uma unidade hidráulica utilizada em testes hidrostáticos. **REPATEC - Revista de Pesquisa Aplicada e Tecnologia**, v. 01, n. 01, p. 20–38, dez. 2019.

SCHEIBE, G. M. **Gestão da Manutenção de uma unidade de estampagem de componentes para a indústria automóvel na Inapal Metal S . A ., empresa cliente da Iberogestão Lda**. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2011.

SEELING, M. X. **Desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de alimentos do Rio Grande do Sul**. 2000. 175 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SILVA, A. J. H. DA. Metodologia de Pesquisa: Conceitos Gerais. **UNICENTRO**, v. 1, n. 1, p. 57, 2014.

SILVA, E. S. DA et al. Estudos e implementação da metodologia TPM no laboratório de processos de fabricação da UniEVANGÉLICA. **Revista Gestão, Inovação e Negócios**, v. 3, n. 1, p. 69–89, 2017.

SILVA, R. P. **Gerenciamento do Setor de Manutenção**. 2004. p1 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Industrial) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

SOUZA, A. M. DE. **Implantação de um programa de manutenção centrada na confiabilidade no setor de utilidades da BRF Brasil Foods unidade Paranaguá**. 2012. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SOUZA, J. B. DE. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica**. 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

SOUZA, R. D. **Análise da gestão da manutenção focando a manutenção centrada na confiabilidade: estudo de caso MRS logística**. 2008. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

STEHLING, M. M. C. T. et al. Risk Factors for the Occurrence of Accidents in Teaching and Research Laboratories in a Brazilian University (2012). **REME: Revista Mineira de Enfermagem**, v. 19, n. 1, p. 101–106, 2015.

TENORIO, D. D.; ALMEIDA, L. D.; QUINTAES, F. DE O. Sistema de gestão de manutenção aplicado no IFRN campus Mossoró. **Holos**, v. 4, n. 25, p. 127–135, 2009.

VIANA, H. G. Planejamento E Controle Da Manutenção. **Qualitymark**, 2002.

VINHAS, R. D. **Gestão da manutenção de equipamentos de laboratório: uma estratégia para melhoria do desempenho da atividade de pesquisa em uma instituição de C&T em saúde**. 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães da Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2007.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: EDG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

YIN, R. K. Case study research: Design and methods (4th Ed.). **The Canadian Journal of Action Research**, v. 14, n. 1, p. 69–71, 2009.

ZAIONS, D. R. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel**. 2003. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ZANOTTI, J. S. et al. Abordagem processual em projetos de Parada Total de Produção: estudo dos benefícios na gestão da manutenção. **Brazilian Journal of Business**, v. 1, n. 2, p. 201–219, 2019.

**APÊNDICE A - Ficha ordem de manutenção**





**APÊNDICE B** - Folha de especificação preenchida para cada equipamento

## Folha de Especificação - Torciômetro

Folha de especificação nº: 1		Equipamento: Torciômetro Eletrônico TC 640
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
Descrição: Instrumento automático utilizado para determinar a torção de fios singelos e retorcidos em vários tipos de construção e para uma ampla gama de título. É um aparelho completo com rastreador óptico e alarme luminoso para avisar o início e o "zero" final. Possui sistema multi função com: método de distorção direta, método tradicional de distorção e retorção, método duplo de distorção e torção, método triplo de distorção e torção.		
Aplicação: Utilizado para medir a quantidade de torções por metro ou polegada de fios têxteis.		
Fabricante: TEXCONTROL		
Modelo: TC 640		
Dados Técnicos:		
– Velocidade de rotação da garra: conforme norma adotada. Velocidade de avanço lento		– Consumo: Abaixo de 25W
– Velocidade de rotação do motor: selecionável entre 800 rpm e 1500 rpm		– Potência: 25W
– Alimentação: 220V – 60Hz		– Amperagem: 2A
Outras Características:		
– Distância ajustável entre as garras de 0 a 50 cm	– Faixa de leitura: atende a todos os tipos de fios	
– Precisão: $\pm 1$ rotação	– Tensão do fio: ajustável por um conjunto de pesos, dependendo do tipo de fio	
– Análise de torção: S ou Z	– Comprimento de medida: 25, 50, 100, 200, 250, 500 mm	
– Leitura de torção de 1 a 999,9 torções	– Pré-tensão: entre 0,5cN a aproximadamente 171,5 cN, adicionados na direção horizontal	
– Comprimento máximo de destorção até 60 mm	– Divisão da escala graduada de alongamento: 1mm	
– Retração máxima na torção de 20 mm	– Armazena até 30 leituras	
– Display em leds de alta legibilidade	– Opera no sistema métrico, expressando resultados em torções/metro	
Dimensões:		
– Largura: 900 mm	– Altura: 300 mm	
– Comprimento: 250 mm	– Peso: 30Kg	
Acessórios e insumos:		
– Jogo de pesos de tensionamento	– Agulha de análise	
– Lente com iluminação e lupa	– Suporte para fios	
Itens	Ref. Fabricante	Código

## Folha de Especificação – Crock Test

Folha de especificação nº: 2		Equipamento: Crock Tester Motorizado TC 250
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
<p>Descrição: Equipamento de bancada, automático, com controlador digital de ciclos, destinado a testes que avaliam a transferência de cor que ocorre nos tingimentos têxteis quando submetidos ao atrito contra tecidos, estofamentos e similares.</p> <p>O teste determina a quantidade de corante ou pigmento, transferido da superfície de um tecido tinto para outras superfícies por atrito. Pode ser aplicado em todos os tipos de materiais têxteis feitos de quaisquer fibras, em fios ou tecidos, tintos ou estampados. O teste de solidez à fricção pode ser feito em amostras secas ou úmidas.</p> <p>Esse aparelho permite a execução dos testes de modo automático mantendo a frequência constante de 1 ciclo por segundo, até 999 ciclos, com parada automática.</p>		
Aplicação: Utilizado para avaliar a transferência de cor que ocorre nos tingimentos têxteis quando submetidos ao atrito contra tecidos, estofamentos e similares.		
Fabricante: TEXCONTROL		
Modelo: TC 250		
Dados Técnicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alimentação: 220V – 60Hz</li> <li>– Diâmetro do apoio de fricção (Finger): 16mm ± 0,1</li> <li>– Consumo: 300W</li> </ul>		
Outras Características:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Carga de fricção: 9N ± 0,2N</li> <li>– Curso do carro: 104 ± 3 mm</li> <li>– Diâmetro do cabeçote: 16 mm</li> <li>– Contador eletrônico programável em display digital que mostra o “status” do teste</li> <li>– Botão de segurança que permite ao operador interromper o teste quando necessário para avaliar a amostra sem causar interferência na sequência da contagem</li> <li>– A mesa de teste, onde o cristal que recebe o tecido testemunha, é basculante o que permite a troca rápida do tecido testemunha ou tecido a ser testado.</li> </ul>		
Dimensões:		
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">– Largura: 600 mm</li> <li style="width: 50%;">– Altura: 260 mm</li> <li style="width: 50%;">– Comprimento: 230 mm</li> <li style="width: 50%;">– Peso: 10Kg</li> </ul>		
Acessórios e insumos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Escala cinza</li> <li>– Tecido para Crock</li> </ul>		
Itens	Ref. Fabricante	Código
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## Folha de Especificação – Pilling Tester

Folha de especificação nº: 3	Equipamento: Pilling Tester TC 180/4	
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
<p>Descrição: O Pilling Tester é um aparelho de laboratório desenvolvido segundo o método "ICI". Faz a determinação do grau de formação de pilling e também de snagging por um processo semiautomático em laboratórios de controle de qualidade.</p> <p>Para a avaliação antecipada do grau de pilling, o teste no Pilling Tester TC 180-4 poderá demonstrar facilmente a tendência a formação de pilling nos materiais por meio de um teste rotativo de caixas de metal, situadas em cada lado da torre de acionamento, dispostas verticalmente duas a duas. Essas caixas têm suas paredes internas revestidas de cortiça, onde são posicionados os tubos de poliuretano envolvidos pelas amostras a serem testadas.</p>		
Aplicação: Utilizado para determinar o grau de formação de pilling e também de snagging em materiais têxteis.		
Fabricante: TEXCONTROL		
Modelo: TC 180/4		
Dados Técnicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alimentação: 220V – 60Hz</li> <li>– Velocidade: 60 rpm</li> <li>– Consumo: 255W</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potência: 500W</li> <li>Amperagem: 1,16A</li> </ul>	
Outras Características:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Caixas cúbicas com dimensões internas normalizadas e com aberturas laterais externas, revestidas internamente com cortiça</li> <li>– Possui aberturas de ventilação</li> <li>– Controle eletrônico controlado pelo número de ciclos do teste, de modo a manter a precisão do ensaio</li> </ul>		
Dimensões:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Largura: 865 mm</li> <li>– Comprimento: 620 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Altura: 890 mm</li> <li>– Peso: 80Kg</li> </ul>	
Acessórios e insumos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tubo para montagem dos tubetes nas amostras</li> <li>– Jogo de Cortiça para revestimento das caixas</li> </ul>		
Itens	Ref. Fabricante	Código

## Folha de Especificação – Perspirômetro

Folha de especificação nº: 4		Equipamento: Perspirômetro TC 270	
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil			
Descrição: Equipamento destinado a realizar testes de solidez de cor à água, resistência ao suor, teste de degradação, transferência de corantes, entre outros. É utilizado para amostras de fibras, meadas, tecidos, malhas tingidas e estampadas, entre outros tipos. Este aparelho é construído em Aço Inox 316, com capacidade de execução de até 30 amostras em teste. O ajuste de pressão é realizado através de peso e parafusos fixadores.			
Aplicação: Utilizado para realizar testes de solidez de cor à água, resistência ao suor, teste de degradação, transferência de corantes, entre outros.			
Fabricante: TEXCONTROL			
Modelo: TC 270			
Dados Técnicos:			
Características:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Armação para Perspirômetro</li> <li>– Peso Standard</li> <li>– 21 Placas de teste Acrílico</li> <li>– Possui maleta para transporte e armazenamento</li> <li>– Estrutura totalmente resistente a ácidos e bases</li> </ul>			
Dimensões:			
Acessórios e insumos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Placas de pesos complementares</li> </ul>			
Itens	Ref. Fabricante	Código	

## Folha de Especificação – Aspa Eletrônica

Folha de especificação nº: 6	Equipamento: Aspa Eletrônica TC 1000-6M	
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
<p>Descrição: Aspa eletrônica utilizada na produção de mechas de fios com comprimento e voltas pré-determinadas, para ensaios de título, resistência ou provas de tingimento.</p> <p>Possui dispositivo de pré-tensão duplo, de alta precisão, com ajuste escalonado, que permite neutralizar as variações de tensão durante o enrolamento. É dotada de dispositivo para facilitar a remoção das mechas. Na última volta, a Aspa reduz a velocidade programada para concluir o teste. Ao finaliza-lo, a haste de referência posiciona-se sempre na posição inicial, garantindo a precisão da medida. O carretel que constitui a aspa é formado de seis hastes paralelas que permitem a formação de mechas de forma hexagonal, quando o fio é coletado das bobinas.</p>		
Aplicação: Utilizada na produção de mechas de fios para ensaios de título, resistência ou provas de tingimento.		
Fabricante: TEXCONTROL		
Modelo: TC 1000-6M		
Dados Técnicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Velocidade: Programável</li> <li>– Alimentação: 220 V – 60 Hz</li> <li>– Distância do curso: 35 mm ± 1 mm</li> <li>– Diâmetro da aspa: 1000 mm ± 2mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Intervalo do eixo: 650 mm</li> <li>– Número de ciclos:</li> <li>– Pretensão de enrolamento: Ajustável até 100cN</li> <li>– Parada programável: 1~9 rev</li> </ul>	
Outras Características:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Possui 6 posições de teste</li> <li>– Controle preciso na regulagem do motor de corrente contínua</li> <li>– Possui unidade de controle eletrônico microprocessado, onde é possível controlar a velocidade e o número de voltas</li> <li>– Possui dispositivo de redução do diâmetro, permitindo uma fácil remoção das mechas</li> <li>– Dispositivo de controle de tensão por barras e atenuados pelo sistema de balancim para garantir uma tensão estável de enrolamento</li> <li>– Distribuição do fio em faixa de 35 mm evitando superposição</li> <li>– Controle de tensão de precisão para cada posição de teste</li> <li>– Controle e contagem de voltas, programável pelo operador</li> </ul>		
Dimensões:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Altura: 480 mm</li> <li>– Profundidade: 660 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprimento: 780 mm</li> <li>– Peso: 55 Kg</li> </ul>	
Acessórios e insumos:		
– Suporte auxiliar para bobinas de filamentos, cones ou espulas		
Itens	Ref. Fabricante	Código

## Folha de Especificação – Seriplano

Folha de especificação nº: 7		Equipamento: Seriplano	
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil			
Descrição: Aparelho desenvolvido dentro de rigorosas normas internacionais para ensaios têxteis, o que lhe garante grande segurança quanto a precisão dos resultados e aplicação			
Aplicação: Utilizado para verificação visual das irregularidades e limpeza dos fios têxteis.			
Fabricante: Marte Científica			
Modelo: 2400			
Dados Técnicos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voltagem: 220 V</li> <li>– Duas velocidades com paradas automáticas</li> </ul>			
Outras Características:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Possui regulagem que permite 6 posições que variam de 7,5 a 20,4 espiras/cm</li> </ul>			
Dimensões:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Largura: 995 mm</li> <li>– Comprimento: 425 mm</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Altura: 250 mm</li> <li>– Peso: 36 Kg</li> </ul>	
Acessórios e insumos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– 2 placas paralelas pequenas</li> <li>– 2 placas paralelas pequenas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– 2 placas cônicas</li> </ul>	
Itens	Ref. Fabricante	Código	



## Folha de Especificação – Rama

Folha de especificação nº: 8		Equipamento: Rama
Grupo de máquina: Beneficiamento Têxtil		
Descrição: Rama de laboratório para a secagem, termofixação e polimerização de produtos e amostras com ajuste de temperatura até 250°C, além de ajuste de tempo de permanência e do fluxo de ar. Câmara de secagem com ar forçado de ventilador e aquecimento elétrico, proporcionando um fluxo de ar por cima e por baixo da amostra.		
Aplicação: Secagem, termofixação e polimerização de malhas e tecidos		
Fabricante: Mathis		
Modelo: LTE-B		
Dados Técnicos:		
- Tamanho máximo de amostra 33 cm x 42 cm	- Alimentação elétrica 3 x 220 V + T / 3 x 380 V + N + T	
- Temperatura até 220°C (opcional: 250°C)	-	
- Tempo de permanência até 99 min e 59 s	-	
- Fluxo de ar 500 - 1700 m3	-	
- Potência 7,5 Kw	-	
Outras Características:		
Dimensões:		
- L 80 x P 100 x A 96 cm		
- Peso líquido 240 kg		
Acessórios e insumos:		
Ítems	Ref. Fabricante	Código

## Folha de Especificação – Balança Digital

Folha de especificação nº: 9		Equipamento: Balança Digital
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
Descrição: Balança de precisão Radwag WTB 2000 com bateria recarregável.		
Aplicação: medições precisas da massa de um corpo em laboratório ou indústria, para segmentos em que análises, formulações e experimentos em geral requerem total precisão		
Fabricante: RADWAG		
Modelo: WTB 2000		
Dados Técnicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade Máxima: 2.000 g</li> <li>- Alimentação elétrica: 230V AC 50Hz / 11V AC, 6×AA NiMH</li> <li>- Tempo de bateria: 35 h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Display: LCD</li> <li>- Peso líquido / bruto: 2 Kg</li> </ul>	
Outras Características:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempo de estabilização: 3 seg.</li> <li>- Balanças WTB são dispositivos projetados para serem alimentados por baterias NiMH (níquel-metal-hidrogênio) com tensão nominal de 1,2 V, tamanho R6 e capacidades de 1800 a 2800mAh carregados enquanto conectado à rede elétrica sem para a operação</li> </ul>		
Dimensões:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamanho da base - 115 mm</li> <li>- Dimensão base: 125 x 145 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensão: 320 x 210 x 150mm</li> </ul>	
Acessórios e insumos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cabo de impressora KAFKA - P0136</li> <li>- Cabo de impressora EPSON - P0151</li> <li>- Cabo de alimentação para isqueiro de carro 12V DC - K0047</li> <li>- Impressora térmica - KAFKA</li> <li>- Impressora matricial - EPSON</li> <li>- Loop de corrente em invólucro de plástico - AP2-1</li> <li>- Cabo do computador - P0108</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conversor RS232 / RS485 - KR-01</li> </ul>	
Itens	Ref. Fabricante	Código

## Folha de Especificação – Lupa de Mesa

Folha de especificação nº : 11		Equipamento: Lupa de mesa
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
Descrição: Acessório para fixação em mesas para uso em laboratórios como instrumento de ampliação		
Aplicação: Laboratórios, consultórios, etc.		
Fabricante: Instrutherm		
Modelo: LP 600		
Dados Técnicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura metálica</li> <li>- Iluminação: Lâmpada fluorescente de cor branca protegida por acrílico</li> <li>- Fator de ampliação: 8x (oito vezes)</li> <li>- Potência: 22 Watts</li> <li>- Alimentação: 220V AC</li> <li>- Peso: 2,6 Kg</li> </ul>		
Outras Características:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Braço regulável e articulável</li> <li>- Fixação: Fixador para bancada tipo morsa</li> <li>- Cor do conjunto: branca</li> </ul>		
Dimensões:		
- Diâmetro de lente: 127,3 mm		- Medidas da estrutura ótica (D x E ): 210 x 50 mm
- Medidas do braço metálico(C x L x A): 1150 x 80 x 80 mm		
Acessórios e insumos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixador de bancada</li> <li>- Lâmpada Fluorescente mod.: LB-100</li> </ul>		
Itens	Ref. Fabricante	Código

## Folha de Especificação – Microscópio Biológico

Folha de especificação nº: 13		Equipamento: Microscópio Biológico																								
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil																										
Descrição: O Microscópio Biológico modelo BIOVIDEO está equipado com um suporte ergonômico em alumínio e um design requintado e inovador. Tal microscópio é adequado para demonstrações práticas em escolas e laboratórios, pesquisa científica e trabalho médico-biológico.																										
Aplicação: Análises visual de fibras, fios e tecidos																										
Fabricante: BEL Photonics																										
Modelo: BIOVIDEO																										
Dados Técnicos:																										
Monitor																										
– Tamanho da Tela: 6,4"		– Pixels do sensor total: 795 (H) x 596 (V) (PAL)																								
– Formato de apresentação: 960 x 234 pixel		811 (H) x 508 (V) (NTSC)																								
– Área visível: 129,6 (H) mm x 97,34 (V) mm		– Sistema de digitalização: 625 linhas, 25 campos/sec (PAL)																								
		525 linhas, 30 campos/sec (NTSC)																								
– Tamanho do pixel da tela: 0,135 (H) mm x 0,416 (V) mm		– Obturador eletrônico : 1/50 ~ 1/120.000 sec. (PAL)																								
– Relação de contraste: 150:1		1/60 ~ 1/120.000 sec. (NTSC)																								
– Ângulo de visão: (V) +40° / -55° ; (H) ±60°		– Iluminação CCD mínima: 0,8 Lux @F1.2 5600K																								
– Brilho externo: 330 Cd/m <sup>2</sup>		– Resolução CCD: 470 TVL – 580 TVL (interpola)																								
– Sensor: Sensor CCD 1/3"		– Balanço de branco: AWC – Varia: 3200 k – 10000 k																								
		– Ganhar controle: Automático																								
		– Saída de vídeo: Vídeo Composto (RCA)																								
		Codificação: PAL ou NTSC																								
Outras Características																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 15%;">Ampliação</th> <th style="width: 15%;">Abertura numérica</th> <th style="width: 15%;">Distância de trabalho (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Acromático</td> <td style="text-align: center;">4X</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> <td style="text-align: center;">37,4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10X</td> <td style="text-align: center;">0,25</td> <td style="text-align: center;">6,6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20X (opz.)</td> <td style="text-align: center;">0,4</td> <td style="text-align: center;">4,4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40X</td> <td style="text-align: center;">0,65</td> <td style="text-align: center;">0,64</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">60X</td> <td style="text-align: center;">0,85</td> <td style="text-align: center;">0,45</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">100X (opz.)</td> <td style="text-align: center;">1,25</td> <td style="text-align: center;">0,19</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo	Ampliação	Abertura numérica	Distância de trabalho (mm)	Acromático	4X	0,1	37,4	10X	0,25	6,6	20X (opz.)	0,4	4,4	40X	0,65	0,64	60X	0,85	0,45	100X (opz.)	1,25	0,19
Tipo	Ampliação	Abertura numérica	Distância de trabalho (mm)																							
Acromático	4X	0,1	37,4																							
	10X	0,25	6,6																							
	20X (opz.)	0,4	4,4																							
	40X	0,65	0,64																							
	60X	0,85	0,45																							
	100X (opz.)	1,25	0,19																							
– Condensador de campo claro Abbe com suporte de filtro, abertura numérica: 1,25																										
– Excursão da mesa de amostra: longitudinal 35 mm, transversal 75 mm																										
– Ajuste da distância interpupilar: de 55mm a 75mm; da diferença dióptrico: ± 5mm																										
– Fonte de luz: Lâmpada halógena de 20W, com intensidade de luz ajustável																										
– Anti-mofo																										
– Especificações elétricas																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;"></th> <th style="width: 25%;">Fonte de alimentação microscopio</th> <th style="width: 25%;">Fonte alimentação monitor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo</td> <td>Troca de alimentador 100-240 V, 50-60 Hz</td> <td>Troca de alimentador 100-240 V, 50-60 Hz</td> </tr> <tr> <td>Saída</td> <td>6 Volt DC/ 5A</td> <td>12 Volt DC/ 2,2A</td> </tr> <tr> <td>Potência máxima absorvida</td> <td>35 Watt</td> <td>9 Watt</td> </tr> </tbody> </table>					Fonte de alimentação microscopio	Fonte alimentação monitor	Tipo	Troca de alimentador 100-240 V, 50-60 Hz	Troca de alimentador 100-240 V, 50-60 Hz	Saída	6 Volt DC/ 5A	12 Volt DC/ 2,2A	Potência máxima absorvida	35 Watt	9 Watt											
	Fonte de alimentação microscopio	Fonte alimentação monitor																								
Tipo	Troca de alimentador 100-240 V, 50-60 Hz	Troca de alimentador 100-240 V, 50-60 Hz																								
Saída	6 Volt DC/ 5A	12 Volt DC/ 2,2A																								
Potência máxima absorvida	35 Watt	9 Watt																								
– Especificações físicas																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 20%;">Faixa de temperatura de uso</th> <th style="width: 20%;">Dimensão (mm)</th> <th style="width: 20%;">Peso (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BIOVIDEO</td> <td style="text-align: center;">0° C – 40° C</td> <td style="text-align: center;">195x320x400</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </tbody> </table>					Faixa de temperatura de uso	Dimensão (mm)	Peso (kg)	BIOVIDEO	0° C – 40° C	195x320x400	6															
	Faixa de temperatura de uso	Dimensão (mm)	Peso (kg)																							
BIOVIDEO	0° C – 40° C	195x320x400	6																							
Acessórios e insumos:																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Itens</th> <th style="width: 30%;">Ref. Fabricante</th> <th style="width: 30%;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				Itens	Ref. Fabricante	Código																				
Itens	Ref. Fabricante	Código																								

## Folha de Especificação – Microscópio Trinocular

Folha de especificação nº: 14	Equipamento: Microscópio Metalográfico Trinocular	
Grupo de máquina: Controle de Qualidade Têxtil		
<p>Descrição: Microscópio Metalográfico Trinocular com óptica corrigida ao infinito composto de estativa com base e coluna construída com liga de alumínio. Possui cabeçote trinocular com saída para a utilização de câmeras. Equipado com oculares de campo amplo e controle de dioptria e alojamento de retículos. O tubo de observação é do tipo "sidentopf" com inclinação de 30 graus e distância interpupilar de 55 a 75mm. Platina móvel. Revólver (porta-objetiva) invertido para até 4 objetivas. Equipado com objetivas planacromáticas. Iluminação halogena com lâmpada de 12v20w. Ideal para trabalhos onde a iluminação é essencial para uma visualização uniforme e clara. Conjunto de micrométrico com sensibilidade de 0,002mm por rotação e macrométrico com 40mm por rotação. Controle de torque e trava de segurança, incluídos no conjunto de macromicrométrico.</p>		
Aplicação: Análises visual de fibras, fios e tecidos onde a iluminação é essencial para uma visualização uniforme e clara.		
Fabricante: BIOVAL		
Modelo: MC-B1000		
Dados Técnicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cabeçote: Trinocular, tipo Siendentopf, inclinada a 45° e saída para fototubo</li> <li>– Oculares: Um par WF10x/18mm (aumento 10x e campo amplo de 18mm) e uma peça WF10X com retículo de cruz 0,1mm</li> <li>– Objetivas Metalográficas Planacromáticas: 4x, 10x, 20x e 40x (100x seco-opcional)</li> <li>– Estantiva: metálica reforçada com base de grande porte</li> <li>– Platina Móvel: Área de 172x142mm, com mobilidade (30x30mm), com comanda a direita, condensador e charriot</li> <li>– Sistema de Charriot: Coaxial xy, milimetrado/graduado</li> <li>– Iluminador: Luz Incidente em halogênio 12v20w</li> <li>– Controle de Intensidade de Luz: Eletrônico</li> <li>– Ajuste: Interpupilar 55-75mm</li> <li>– Enfoque: Macro e micrométrico, ajustes de altura bilaterais com divisão</li> <li>– Revólver: Reverso com suporte para 4 objetivas</li> <li>– Tubo Adaptador: Foto-tubo trinocular</li> <li>– Sistema de Polarização: Analisador rotativo 360°. Polarizador e analisador</li> <li>– Alimentação: Bivolt automático 85~265v - 50/60hz</li> </ul>		
Outras Características:		
Dimensões:		
Acessórios e insumos:		
Itens	Ref. Fabricante	Código

**APÊNDICE C - Ficha para Inspeção Visual**

## Ficha para Inspeção Visual

Inspeção Visual										
Local: Laboratório Controle de Qualidade - M107								Rota:		
Data: ___/___/___								Frequência: Semanal		
EQUIPAMENTO	COD	FIXAÇÃO	TEMPERATURA	RUIDO	VIBRAÇÃO	LIMPEZA	VEDAÇÃO	CONDIÇÕES GERAIS DE INTEGRIDADE	CONDUTORES ELÉTRICOS	ILUMINAÇÃO
Torciômetro	393930									
Crock Teste	426236									
Pilling	506750									
Perspirômetro	506757									
Teste de Encolhimento	509317									
Aspa Eletrônica	389058									
Seriplano	500243									
Rama	383236									
Balança Digital	98593									
Lupa de mesa	99695									
Microscópio Biológico	535833									
Microscópio Trinocular	453635									
LEGENDA:		P - Equipamento Parado N - Situação Não Conforme (Problemática) OK - Situação Conforme (Sem Problemas)								

Descrição das anormalidades									
Local: Laboratório Controle de Qualidade - M107								Rota:	
Data: ___/___/___								Frequência: Semanal	
ITEM	DEFEITO	DESCRIÇÃO	PREVENTIVA	EMERGÊNCIA	URGÊNCIA	MONITORAMENTO	PEÇAS NECESSÁRIAS		
							REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
LEGENDA:		Preventiva - Será executada durante manutenção preventiva. Emergência - Necessita de correção imediata. Urgência - Providenciar peças e monitorar. Monitoramento - Acompanhamento de evolução de um problema.							

EXECUTANTE: \_\_\_\_\_

Visto


**APÊNDICE D - Ficha para planejamento preventivo**





**APÊNDICE E - Ficha ordem de serviço manutenção preventiva**

Ficha ordem de serviço manutenção preventiva

	<b>ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b>	Categoria : _____ Revisão : _____ Resp. : _____		
OS N°: _____ Setor: _____ Data : _____ / _____ / _____ Equipamento: _____ Tipo: _____ Técnico: _____ Horário de início: _____ : _____ Horário de Término: _____ : _____				
Descrição do serviço: <u>REALIZAR MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONFORME CHECKLIST.</u>				
<b>CHECKLIST</b>	<b>TAREFAS</b>	<b>OK</b>	<b>Não OK</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
-1				
-2				
-3				
-4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
<b>Segurança:</b>				
1 - DESLIGAR A CHAVE GERAL DA MÁQUINA PARA REALIZAR OS SERVIÇOS 2 - IDENTIFICAR QUE A MÁQUINA ESTÁ EM MANUTENÇÃO 3 - INFORMAR O USUÁRIO QUE A MÁQUINA ESTÁ EM MANUTENÇÃO 4 - INFORMAR O TÉRMINO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA				
DATA : _____ / _____ / _____ _____ MANUTENÇÃO		DATA : _____ / _____ / _____ _____ PLANEJAMENTO		

## APÊNDICE F - FMEA

