



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Campina Grande
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Telemática

Gestão de Manutenção dos Computadores em Ambientes Acadêmicos: Uma Análise das Modalidades Corretiva, Preventiva e Preditiva nos Laboratórios do IFPB

Eric Clementino de Carvalho

Orientador: Dr. Éwerton Rômulo Silva Castro

Campina Grande, Dezembro de 2025

©Eric Clementino de Carvalho



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Campina Grande
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Telemática

Gestão de Manutenção dos Computadores em Ambientes Acadêmicos: Uma Análise das Modalidades Corretiva, Preventiva e Preditiva nos Laboratórios do IFPB

Eric Clementino de Carvalho

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Telemática do IFPB - Campus
Campina Grande, como requisito parcial
para conclusão do curso de Tecnologia em
Telemática.

Orientador: Dr. Éwerton Rômulo Silva Castro

Campina Grande, Dezembro de 2025

Catálogo na fonte:
Ficha catalográfica

C331g Carvalho, Eric Clementino de.

Gestão de Manutenção dos Computadores em Ambientes Acadêmicos: Uma Análise das Modalidades Corretiva, Preventiva e Preditiva nos Laboratórios do IFPB / Eric Clementino de Carvalho. – Campina Grande, 2025.
71f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Telemática) - Instituto Federal da Paraíba, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Éwerton Rômulo Silva Castro.

1. Telemática - Gestão de manutenção. 2. Manutenção Corretiva. 3. Manutenção Preventiva. 4. Manutenção Preditiva. 5. Ambientes Acadêmicos. I. Castro, Éwerton Rômulo Silva (orient.). II. Título.

CDU 004.382:658.58

Gestão de Manutenção dos Computadores em Ambientes Acadêmicos: Uma Análise das Modalidades Corretiva, Preventiva e Preditiva nos Laboratórios do IFPB

ERIC CLEMENTINO DE CARVALHO

Dr. Éwerton Rômulo Silva Castro
Orientador

Me. Bruno de Brito Leite
Membro da Banca

Dr. Alexandre Sales Vasconcelos
Membro da Banca

Campina Grande, Paraíba, Brasil
Dezembro/2025

Dedicatória: Dedico este trabalho aos meus pais, cuja presença e apoio constante foram fundamentais em cada etapa da minha vida e durante todo o percurso acadêmico.

Alguma frase/pensamento (OPCIONAL)

Autor

Agradecimentos

A Deus, pela saúde, força e perseverança que me permitiram concluir esta etapa da minha vida. Aos meus pais e familiares, pelo apoio, incentivo e compreensão em todos os momentos. Ao meu orientador, pela paciência, dedicação e pelas valiosas orientações que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Aos professores do curso de Tecnologia em Telemática do IFPB, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da formação acadêmica. Aos colegas de turma e amigos, pela parceria, troca de conhecimentos e incentivo durante esta jornada. Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), pela estrutura, oportunidades e suporte oferecidos ao longo do curso. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui o meu sincero agradecimento.

Resumo

A gestão da manutenção é fundamental para assegurar a confiabilidade, a disponibilidade e a segurança dos equipamentos em ambientes educacionais. Este trabalho tem como objetivo analisar as práticas de manutenção corretiva, preventiva e preditiva aplicada nos laboratórios de informática do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus Campina Grande, bem como propor alternativas que contribuam para a melhoria da gestão desses recursos. A metodologia adotada consistiu em pesquisa bibliográfica sobre os conceitos e modelos de manutenção, aliada a um estudo de caso realizado por meio de entrevista com o coordenador dos laboratórios. Os resultados revelam que as ações de manutenção são predominantemente corretivas, com atividades preventivas pouco sistematizadas e ausência de um sistema de monitoramento preditivo estruturado. Diante desse cenário, propõe-se a adoção de uma arquitetura de monitoramento automatizado baseada em ferramentas livres e protocolos de comunicação, como SNMP e SMTP, visando à coleta de dados e ao envio de alertas em tempo real. A proposta apresentada demonstra potencial para otimizar recursos, reduzir custos operacionais e aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

Palavras-chave: Manutenção Corretiva. Manutenção Preventiva. Manutenção Preditiva. Gestão de Laboratórios. Monitoramento Automatizado.

Abstract

Maintenance management is essential to ensure the reliability, availability, and safety of equipment in educational environments. This study aims to analyze the corrective, preventive, and predictive maintenance practices applied in the computer laboratories of the Federal Institute of Paraíba (IFPB) – Campina Grande Campus, as well as to propose alternatives that contribute to improving the management of these resources. The adopted methodology consisted of a bibliographic review on maintenance concepts and models, combined with a case study conducted through an interview with the laboratory coordinator. The results reveal that maintenance actions are predominantly corrective, with poorly systematized preventive activities and the absence of a structured predictive monitoring system. In view of this scenario, the adoption of an automated monitoring architecture based on open-source tools and communication protocols such as SNMP and SMTP is proposed, aiming at data collection and real-time alert delivery. The proposed solution demonstrates potential to optimize resources, reduce operational costs, and increase equipment availability, aligning maintenance management with the principles of Industry 4.0 and the Internet of Things.

Keywords: Corrective Maintenance. Preventive Maintenance. Predictive Maintenance. Laboratory Management. Automated Monitoring.

Sumário

Agradecimentos	vii
Lista de Siglas e Abreviaturas	xiii
Lista de Figuras	xiv
Lista de Quadros	xv
1 Introdução	14
1.1 Justificativa e Relevância do Trabalho	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 Metodologia	16
1.3.1 Critérios de Seleção de Fontes	18
1.4 Organização do Documento	18
2 Fundamentação Teórica	19
2.1 Manutenção	19
2.2 Manutenção Corretiva	19
2.3 Manutenção Preventiva	21
2.4 Manutenção Preditiva	23
2.5 Comparação das Três Modalidades de Manutenção	24
2.6 Integração das Modalidades de Manutenção	24
3 Estudo de Caso e Análise dos Resultados	26
3.1 Descrição do Ambiente Pesquisado	26
3.2 Procedimentos de Coleta de Dados	26
3.3 Resultados das Entrevistas	27
3.3.1 Campus Campina Grande	27
3.3.2 Campus João Pessoa	28
3.3.3 Campus Patos	29
3.4 Análise Comparativa: Literatura versus Prática no IFPB	30

3.4.1	Comparação entre a Manutenção Corretiva na Literatura e no IFPB–Campus Campina Grande	31
3.4.2	Comparação entre a Manutenção Preventiva na Literatura e no IFPB–Campus Campina Grande	31
3.4.3	Comparação entre a Manutenção Preditiva na Literatura e no IFPB–Campus Campina Grande	32
3.4.4	Comparação entre a Manutenção Corretiva na Literatura e no IFPB–Campus João Pessoa	32
3.4.5	Comparação entre a Manutenção Preventiva na Literatura e no IFPB–Campus João Pessoa	33
3.4.6	Comparação entre a Manutenção Preditiva na Literatura e no IFPB–Campus João Pessoa	33
3.4.7	Comparação entre a Manutenção Corretiva na Literatura e no IFPB–Campus Patos	34
3.4.8	Comparação entre a Manutenção Preventiva na Literatura e no IFPB–Campus Patos	34
3.4.9	Comparação entre a Manutenção Preditiva na Literatura e no IFPB–Campus Patos	35
3.5	Análise dos Resultados	35
3.6	Síntese do Estudo de Caso	36
4	Proposta de Desenvolvimento para a Coleta de Dados da Manutenção Preditiva no IFPB–Campus Campina Grande	38
4.1	Premissas para Implantação da Coleta de Dados	38
4.2	Arquitetura Proposta para Coleta de Dados Preditivos	39
4.2.1	Benefícios de Implementação desta Proposta	39
4.2.2	Identificação de problemas possíveis a partir do monitoramento	40
4.2.3	Zabbix Server: Camada de Processamento e Armazenamento de Dados - Instalação	41
4.2.4	Zabbix Agent: Conceito, Funcionalidade, Aplicações e Processo de Instalação	43
4.2.5	Grafana: Conceito e Processo de Instalação	44
4.2.6	Resultados Visuais da Implementação da Arquitetura Proposta	44
4.2.7	Dashboards de Monitoramento Desenvolvidos no Cenário Experimental	45
5	Considerações Finais	49
6	Trabalhos Futuros para Expansão da Arquitetura de Monitoramento Preditivo	50
6.1	Expansão para Todos os Laboratórios do Campus	50
6.2	Integração com Processos Formais de Manutenção	50

6.3 Avaliação de Impacto na Rotina Acadêmica	51
Apêndice	51
A Roteiro de Entrevista sobre as Rotinas de Manutenção	52
B Transcrição da Entrevista com o Coordenador dos Laboratórios do IFPB – Campus Campina Grande	54
C Resposta do Questionário para o Campus João Pessoa	58
D Resposta do Questionário para o Campus de Patos	61
Anexo	63
A Guia detalhado de Instalação do Zabbix Server no Ubuntu Server LTS	64
B Guia de Instalação no Linux (Ubuntu/Debian) e Windows	67
C Guia de Instalação do Grafana	69
Referências Bibliográficas	71

Lista de Siglas e Abreviaturas

CPU	<i>Central Processing Unit</i> (Unidade Central de Processamento)
IFPB	<i>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba</i>
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo Médio de Reparo)
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (Transporte de Filas de Mensagem de Telemetria)
RAM	<i>Random Access Memory</i> (Memória de Acesso Aleatório)
SITEFA	<i>Simpósio de Tecnologia da Fatec</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i> (Acordo de Nível de Serviço)
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i> (Protocolo de Transferência de Correio Simples)
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i> (Protocolo Simples de Gerenciamento de Rede)
SSD	<i>Solid-State Drive</i> (Unidade de Estado Sólido)
SUAP	<i>Sistema Unificado de Administração Pública</i>
TI	<i>Information Technology</i> (Tecnologia da Informação)
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i> (Rede sem fio)

Lista de Figuras

2.1	Ciclo padrão da manutenção corretiva	20
2.2	Ciclo padrão da manutenção Preventiva	23
3.1	Tela onde se abre o chamado no SUAP	28
4.1	Ilustração do layout do servidor	45
4.2	Interface do Zabbix Server onde mostra os três hosts ativos.	46
4.3	Dashboard do Grafana onde mostra o CPU user time das três máquinas. . .	46
4.4	Dashboard do Grafana onde mostra o uso de memória do windows.	46
4.5	Dashboard do Grafana onde mostra o número médio de operações de leitura e gravação de disco.	47
4.6	Dashboard do Grafana onde mostra a velocidade da rede Wifi.	47

Lista de Quadros

3.1	Resumo das características de manutenção por campus do IFPB	36
-----	---	----

Capítulo 1

Introdução

A manutenção de computadores e sistemas tem se consolidado como um dos pilares fundamentais para garantir a confiabilidade, a disponibilidade e a segurança em ambientes organizacionais. Historicamente, sua relevância tornou-se evidente desde a Revolução Industrial, quando a mecanização demandou maior cuidado com máquinas e ferramentas para evitar falhas inesperadas e interrupções nos processos produtivos [Pires e Okada 2020; Ferreira *et al.* 2021]. No contexto contemporâneo, caracterizado pela competitividade de mercado e pelo avanço tecnológico, a gestão eficiente da manutenção de computadores assume um papel estratégico, indo além de um mal necessário e passando a representar diferencial competitivo para instituições e empresas [Cordeiro e Assumpção 2016].

No âmbito educacional, instituições como o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) enfrentam o desafio de garantir a disponibilidade e o bom funcionamento dos computadores e das redes de seus laboratórios. Esses ambientes, essenciais para a formação prática dos estudantes, dependem diretamente de estratégias de manutenção bem estruturadas. A ausência de políticas adequadas pode causar interrupções em aulas, pesquisas e projetos, comprometendo a qualidade do ensino e o andamento das atividades acadêmicas.

Entre as modalidades de manutenção mais utilizadas destacam-se a manutenção **corretiva, preventiva e preditiva**. A manutenção corretiva é aplicada quando já ocorreu uma falha no sistema, atuando de forma reativa para restaurar a condição operacional [Munhoz *et al.* 2022; Cordeiro e Assumpção 2016]. A **manutenção preventiva**, por sua vez, busca agir antecipadamente, com base em cronogramas ou recomendações de fabricantes, visando reduzir o risco de falhas e ampliar a vida útil dos ativos [Ferreira *et al.* 2021; Abreu 2023]. Já a **manutenção preditiva**, apoiada em tecnologias de monitoramento e análise de dados, objetiva identificar sinais de falhas iminentes, permitindo intervenções no momento ideal e reduzindo custos decorrentes de paradas inesperadas [Munhoz *et al.* 2022; Pires e Okada 2020].

Diversos estudos comprovam a relevância da integração dessas três modalidades. A literatura ressalta que, enquanto a corretiva oferece respostas imediatas a falhas, a preventiva

contribui para a redução de riscos por meio de rotinas programadas, e a preditiva eleva a eficiência ao associar tecnologia e análise de dados [Munhoz *et al.* 2022; Abreu 2023]. Assim, o equilíbrio entre elas representa a chave para a eficiência operacional, seja em ambientes industriais ou acadêmicos.

Diante desse cenário, este trabalho propõe uma análise voltada à compreensão das práticas de manutenção adotadas nos laboratórios do IFPB dos Campus Campina Grande, João Pessoa e Patos analisando sua efetividade e identificando possíveis oportunidades de aprimoramento.

1.1 Justificativa e Relevância do Trabalho

A escolha deste tema justifica-se pela crescente importância da gestão da manutenção dos computadores e de sua rede em ambientes acadêmicos, especialmente em instituições que dependem fortemente de laboratórios e redes de computadores para a realização de suas atividades pedagógicas, de pesquisa e extensão. No caso do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos dos laboratórios são fatores determinantes para assegurar a continuidade das aulas práticas e o bom desempenho das atividades acadêmicas.

A ausência de estratégias adequadas de manutenção pode ocasionar falhas inesperadas, interrupções de aulas, atrasos em pesquisas e custos elevados com reparos emergenciais. Dessa forma, estudar as modalidades de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, e propor sua aplicação integrada ou, no mínimo, assegurar que cada uma delas esteja efetivamente ativa no contexto institucional constitui não apenas uma medida técnica, mas também uma ação estratégica para otimizar recursos e elevar a qualidade do ensino.

Além disso, a relevância do trabalho está em alinhar a realidade acadêmica às melhores práticas utilizadas em ambientes industriais e corporativos, onde a manutenção já é reconhecida como fator crítico de sucesso. Ao adaptar essas práticas ao contexto educacional, espera-se contribuir para a criação de rotinas mais eficientes de gestão, que assegurem maior disponibilidade dos recursos, redução de custos e fortalecimento da infraestrutura necessária para a formação tecnológica dos estudantes.

Portanto, este estudo busca preencher uma lacuna na literatura e na prática acadêmica, ao destacar a importância da manutenção integrada não apenas como suporte técnico, mas como um diferencial para a gestão institucional e para a qualidade do ensino ofertado.

1.2 Objetivos

Esta seção apresenta os objetivos que nortearam o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente, é definido o objetivo geral, que expressa de forma ampla a finalidade central da pesquisa. Em seguida, são descritos os objetivos específicos, que detalham as etapas ne-

cessárias para alcançar o propósito principal, orientando as ações realizadas e a estrutura metodológica adotada.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar e comparar as práticas de manutenção corretiva, preventiva e preditiva adotadas nos laboratórios de informática dos campi Campina Grande, João Pessoa e Patos do IFPB, avaliando sua efetividade, identificando limitações e oportunidades de melhoria, e propondo alternativas que contribuam para o aprimoramento da gestão da manutenção no Campus Campina Grande, de forma alinhada às boas práticas descritas na literatura técnica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Levantar, junto às coordenações ou responsáveis pelos laboratórios dos campi Campina Grande, João Pessoa e Patos, informações sobre como as modalidades de manutenção são atualmente realizadas nesses ambientes.
- b) Analisar os processos e procedimentos existentes, identificando potenciais falhas, limitações e oportunidades de melhoria.
- c) Comparar as práticas de manutenção adotadas nos diferentes campi do IFPB com os conceitos e boas práticas estabelecida nas referencias deste TCC.
- d) Sugerir estratégias e alternativas que contribuam para otimizar a gestão da manutenção nos laboratórios do IFPB Campus CG, destacando soluções que possam auxiliar diretamente o trabalho da equipe responsável.

1.3 Metodologia

A metodologia deste trabalho foi estruturada em etapas sequenciais que integram a fundamentação teórica com a realidade prática dos laboratórios de informática dos campi Campina Grande, João Pessoa e Patos do IFPB.

Na primeira etapa, realizou-se uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, livros e publicações técnicas, com o objetivo de levantar os conceitos fundamentais sobre manutenção corretiva, preventiva e preditiva, com foco na manutenção de computadores e redes, além das boas práticas de gestão aplicadas em diferentes contextos. Com base nessas questões, foi conduzida uma busca em bases de dados científicas relevantes, como o Even3, o Simpósio de Tecnologia da Fatec (SITEFA), o Portal de Periódicos da CAPES e o Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas foram: Gestão de Manutenção, Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva, Laboratórios Acadêmicos, Internet das Coisas IoT (Internet of things - Internet das coisas) e Monitoramento Automatizado. Esses

termos foram pesquisados em inglês e em português e foram cuidadosamente selecionados e combinados com filtros específicos e possibilitaram a identificação de publicações alinhadas aos principais temas do estudo como benefícios, desafios e contextos.

Na segunda etapa, foi realizado um levantamento detalhado de informações junto às coordenações e responsáveis pelos laboratórios dos campi Campina Grande, João Pessoa e Patos. Para isso, empregaram-se dois instrumentos de coleta: uma entrevista aplicada presencialmente ao coordenador dos laboratórios do Campus Campina Grande e um questionário enviado por e-mail disponibilizado às coordenações dos Campi João Pessoa e Patos, contendo as mesmas perguntas utilizadas na entrevista, de modo a garantir uniformidade metodológica entre os três campi investigados.

O objetivo desse levantamento foi compreender, com profundidade, como cada modalidade de manutenção é atualmente conduzida no contexto dos laboratórios de informática, com ênfase na realidade operacional, nos procedimentos adotados, nas ferramentas utilizadas, nas dificuldades enfrentadas e nas oportunidades de melhoria percebidas pelos responsáveis.

O roteiro completo da entrevista e do questionário encontra-se disponibilizado no anexo A. Assim, essa etapa empírica constituiu-se como elemento essencial para aproximar a pesquisa da realidade institucional, permitindo que os resultados obtidos e as propostas apresentadas neste trabalho estejam alinhados às necessidades concretas dos laboratórios e subsidiem decisões gerenciais com maior precisão.

A terceira etapa consistiu na aplicação de um estudo de caso envolvendo os laboratórios dos campi Campina Grande, João Pessoa e Patos do IFPB. Essa etapa teve como finalidade integrar os dados coletados na pesquisa teórica e no levantamento de campo, possibilitando uma análise das práticas de manutenção adotadas em cada campus. Para isso, os resultados das entrevistas e questionários foram organizados, categorizados e comparados com os conceitos e recomendações presentes na literatura sobre manutenção que fundamentam este TCC.

Nessa fase, foram analisados os fluxos operacionais, as rotinas de trabalho, as ferramentas utilizadas, os pontos críticos identificados e o nível de maturidade de cada modalidade de manutenção. A comparação sistemática entre os três campi permitiu evidenciar diferenças estruturais, operacionais e tecnológicas, além de destacar boas práticas e limitações específicas de cada realidade. O estudo de caso também possibilitou identificar lacunas existentes na gestão da manutenção, especialmente no Campus Campina Grande.

Os resultados obtidos nessa etapa foram fundamentais para embasar a análise comparativa apresentada no capítulo seguinte e orientar a elaboração das propostas de melhoria direcionadas ao Campus Campina Grande. Assim, a Etapa 3 consolida-se como a fase integradora da metodologia, unindo teoria, coleta empírica e análise crítica, garantindo que as conclusões e recomendações deste trabalho estejam alinhadas tanto às referências bibliográficas quanto à realidade prática dos laboratórios investigados.

Portanto, a estruturação em etapas sequenciais desde a consolidação do referencial teórico até a análise prática do estudo de caso justifica o procedimento metodológico deste

trabalho. Tal abordagem sistemática permitiu a triangulação entre o conhecimento científico, a coleta de dados primários e a análise contextual, estabelecendo as bases necessárias para a confiabilidade dos resultados e a validade das contribuições propostas.

1.3.1 Critérios de Seleção de Fontes

Com o objetivo de construir uma fundamentação teórica robusta e alinhada com as inovações em gestão de manutenção, definiu-se um conjunto específico de critérios para a seleção das publicações. Estes parâmetros foram aplicados para delimitar a busca e assegurar que as referências contemplasse as temáticas centrais do estudo e mantivesse a coerência temporal e acadêmica:

- a. Artigos publicados de 2012 a 2025;
- b. Trabalhos que abordassem práticas de manutenção, gestão de ativos ou monitoramento tecnológico em contextos institucionais ou educacionais;
- c. Publicações em português e inglês;
- d. Exclusão de materiais sem fundamentação científica, como textos opinativos e resumos não revisados por pares.

1.4 Organização do Documento

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, além das referências bibliográficas.

No Capítulo 1, é apresentada a introdução ao tema, destacando a justificativa, os objetivos, a metodologia adotada e a relevância da pesquisa.

O Capítulo 2 corresponde à fundamentação teórica, onde são abordados os conceitos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, bem como a importância de sua integração no contexto acadêmico.

No Capítulo 3 são apresentados os dados levantados junto à coordenação dos laboratórios do IFPB – Campi Campina Grande, João Pessoa e Patos, bem como a análise das práticas atuais de manutenção em cada campus e a análise comparativa entre a literatura e a prática atualmente adotada.

O Capítulo 4 apresenta uma proposta metodológica e técnica para implantar/criar um modelo, em um laboratório selecionado como protótipo inicial, um sistema de coleta de dados voltado à manutenção preditiva no Campus Campina Grande.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais, destacando as contribuições do estudo.

O capítulo 6 apresenta propostas de trabalhos futuros.

Por fim, as **Referências Bibliográficas** reúnem todas as obras consultadas ao longo do trabalho.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica apresentada neste capítulo tem como objetivo fornecer o embasamento conceitual necessário para compreender as modalidades de manutenção analisadas ao longo deste trabalho. Diante da complexidade crescente dos ambientes computacionais e da dependência das instituições de ensino em relação às tecnologias da informação, torna-se essencial compreender como diferentes estratégias de manutenção corretiva, preventiva e preditiva se estruturam, quais são seus princípios, vantagens, limitações e como podem ser integradas para garantir maior eficiência operacional.

2.1 Manutenção

A manutenção é definida como o conjunto de ações técnicas e administrativas destinadas a preservar ou restaurar um equipamento em condições ideais de operação. Ela desempenha papel estratégico na garantia da disponibilidade, confiabilidade e segurança de ativos, seja em indústrias, empresas de serviços ou instituições educacionais [Pires e Okada 2020; Ferreira *et al.* 2021].

Historicamente, a manutenção evoluiu de uma postura reativa, voltada apenas ao reparo após falhas, para modelos mais sofisticados que incorporam planejamento, monitoramento e análise de dados. Esse avanço reflete a necessidade crescente de redução de custos, otimização de processos e aumento da vida útil dos equipamentos [Cordeiro e Assumpção 2016; Munhoz *et al.* 2022].

2.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva consiste em um conjunto de ações realizadas após a ocorrência de uma falha, com o objetivo de restaurar o funcionamento normal de um equipamento de informática ou sistema computacional. É uma abordagem reativa, aplicada somente quando o defeito já se manifestou, e tem como propósito principal corrigir o problema e devolver o equipamento ao seu estado operacional original. [Munhoz *et al.* 2022]

De forma prática, essa modalidade pode ser compreendida como o ato de consertar depois de quebrar, englobando atividades como substituição de componentes danificados, reinstalação de sistemas operacionais, reparo de cabos e periféricos, correção de falhas em hardware ou software e reconfiguração de redes locais. Em ambientes acadêmicos, como laboratórios de informática, a manutenção corretiva é frequentemente acionada quando um computador deixa de ligar, apresenta lentidão extrema, falhas de rede, superaquecimento, travamentos ou defeitos físicos em peças internas. [Cordeiro e Assumpção 2016]

A Figura 2.1 ilustra o ciclo padrão da manutenção corretiva, destacando a inclusão de uma etapa de manutenção preventiva após o reparo.



Figura 2.1: *Ciclo padrão da manutenção corretiva*

Fonte: O autor (2025)

Segundo [Cordeiro e Assumpção 2016], esse tipo de manutenção requer indicadores que auxiliem na priorização das intervenções, como o MTTR (*Mean Time to Repair*- Tempo Médio de Reparo), que mede o tempo médio necessário para o reparo, e o MTBF (*Mean Time Between Failures*-Tempo Médio Entre Falhas), que calcula o intervalo médio entre falhas. Tais métricas são úteis para monitorar a eficiência do processo e evitar que reparos emergenciais se tornem frequentes.

Embora a manutenção corretiva seja indispensável, ela é considerada a mais onerosa e imprevisível quando realizada de forma não planejada. Isso ocorre porque a falha pode interromper aulas, comprometer o andamento de projetos e causar ociosidade de recursos, especialmente em ambientes com grande número de usuários. Assim, quando um computador ou servidor apresenta falha repentina, é necessário deslocar técnicos, interromper atividades e, em alguns casos, adquirir peças com urgência fatores que disparam os custos diretos, mas sobretudo geram perdas críticas e irreversíveis no cronograma de projetos e na produtividade educacional.

Existem dois principais tipos de manutenção corretiva aplicáveis aos computadores:

- a. **Manutenção corretiva planejada:** ocorre quando uma falha é identificada precocemente, mas ainda não compromete totalmente o funcionamento do equipamento. Por exemplo, um computador que apresenta alertas de disco rígido ou superaquecimento pode ser programado para manutenção antes que a falha se agrave.
- b. **Manutenção corretiva não planejada:** caracteriza-se por falhas súbitas e críticas, como a queima de uma fonte, pane na placa-mãe ou corrupção de sistema operacional. Nesse caso, a ação é emergencial e exige resposta imediata da equipe técnica.

2.3 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste em um conjunto de ações programadas e sistemáticas realizadas com o objetivo de evitar falhas, desgastes ou perdas de desempenho em equipamentos e sistemas computacionais. Diferentemente da manutenção corretiva, que atua após a ocorrência de um defeito, a manutenção preventiva busca antecipar-se aos problemas, assegurando o bom funcionamento dos componentes e prolongando a vida útil dos dispositivos. [Cordeiro 2025]

Segundo Cordeiro e Assumpção (2016), essa modalidade de manutenção é planejada com base em intervalos de tempo, horas de uso ou critérios de desempenho, e tem como finalidade reduzir a frequência e a gravidade das falhas. Nos computadores, a manutenção preventiva envolve a execução de tarefas como limpeza física interna e externa, remoção de poeira, verificação de cabos e conectores, checagem de temperaturas e ventoinhas, além de atualizações de software, antivírus e drivers. Tais ações simples podem prevenir travamentos, superaquecimento e lentidão, garantindo maior confiabilidade ao sistema.

De acordo com [Cordeiro 2025], a manutenção preventiva tem como foco a preservação da integridade dos equipamentos e a redução de custos a longo prazo, uma vez que falhas evitadas são mais econômicas do que reparos emergenciais. Quando aplicada corretamente, essa prática contribui para o aumento da produtividade, diminuição do tempo de inatividade e melhoria da segurança operacional. Em ambientes acadêmicos, como laboratórios de informática, essas vantagens se traduzem em maior disponibilidade dos computadores para aulas, projetos e atividades administrativas.

A [TOTVS 2023] destaca que o planejamento da manutenção preventiva deve ser baseado em registros e históricos de falhas, permitindo identificar padrões de desgaste e estabelecer um cronograma eficiente de inspeções. No caso de computadores, é comum que o cronograma seja definido de forma trimestral ou semestral, incluindo verificações periódicas de hardware (memórias, discos, fontes) e de software (integridade do sistema operacional, atualizações de segurança e limpeza de arquivos temporários).

Entre os principais benefícios da manutenção preventiva em computadores, destacam-se:

- a. Maior durabilidade dos componentes, devido à redução do acúmulo de poeira e calor;

- b. Melhor desempenho operacional, resultante da manutenção regular de hardware e software;
- c. Menor risco de falhas inesperadas, que podem interromper aulas e atividades;
- d. Redução de custos corretivos, uma vez que o conserto de falhas graves tende a ser mais caro;
- e. Melhoria na segurança da informação, por meio de atualizações e verificações preventivas de sistemas.

Na prática, a manutenção preventiva em computadores pode envolver três dimensões principais:

1. **Preventiva física:** limpeza interna, reaplicação de pasta térmica, troca de cabos danificados e verificação de fontes e ventoinhas.
2. **Preventiva lógica:** atualizações de sistemas operacionais, antivírus e softwares, desfragmentação e verificação de integridade de discos.
3. **Preventiva de rede:** inspeção de cabeamentos, conectores, roteadores e pontos de acesso, para garantir estabilidade e desempenho de conexão.

Em síntese, a manutenção preventiva em computadores é uma prática indispensável para qualquer instituição que dependa de tecnologia em suas operações diárias. Sua aplicação reduz custos operacionais e financeiros ao minimizar a necessidade de reparos emergenciais, evitar a substituição precoce de componentes e diminuir o tempo de inatividade dos equipamentos. Além disso, aumenta a vida útil do hardware, otimiza o desempenho dos sistemas e assegura que alunos e servidores tenham acesso a máquinas em plenas condições de uso, reforçando o compromisso com a qualidade, a eficiência e a continuidade dos serviços educacionais. [Ferreira *et al.* 2021]

A Figura 2.2 a seguir, ilustra resumidamente o ciclo padrão de como deve ser as etapas de uma manutenção preventiva.



Figura 2.2: *Ciclo padrão da manutenção Preventiva*
Fonte: O autor (2025)

2.4 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é uma abordagem moderna voltada à antecipação de falhas em equipamentos e sistemas por meio da análise contínua de desempenho e coleta de dados operacionais. Diferente da manutenção preventiva que atua com base em intervalos de tempo definidos a preditiva tem como foco o estado real do equipamento, utilizando indicadores de funcionamento para identificar anomalias antes que se transformem em falhas. Segundo [TOTVS 2023], essa prática adota uma cultura de monitoramento constante, em que sensores, softwares e técnicos observam variações de parâmetros, como temperatura, ruído e desempenho, para prever o momento ideal de intervenção.

No contexto da manutenção de computadores, a aplicação da manutenção preditiva envolve o uso de ferramentas que permitem acompanhar o comportamento dos sistemas em tempo real, analisando dados como temperatura, tráfego de rede, uso de CPU e memória entre outros indicadores críticos. Esses dados são interpretados por softwares de diagnóstico, que identificam tendências de falha e emitem alertas antecipados, possibilitando que o técnico aja antes da quebra do componente. Trata-se, portanto, de uma estratégia que integra análise de dados, inteligência computacional e monitoramento técnico, permitindo prever falhas com base em evidências concretas. [TOTVS 2023]

De acordo com [Cordeiro 2025], a essência da manutenção preditiva está na combinação entre tecnologia e análise inteligente de informações. Por meio de sistemas de monitoramento e algoritmos de aprendizado de máquina, é possível identificar padrões de degradação em

tempo real, estimando a vida útil dos componentes.

A principal diferença em relação à manutenção preventiva é o caráter dinâmico e analítico da preditiva. Enquanto a preventiva segue um cronograma fixo de revisões, a preditiva atua de forma personalizada, reagindo a sinais reais de desgaste identificados por meio da coleta e interpretação de dados. Essa abordagem reduz desperdícios de tempo e recursos, uma vez que as intervenções são realizadas apenas quando há evidências concretas de deterioração, e não por simples periodicidade. [Cordeiro 2025]

Dessa forma, a manutenção preditiva em computadores contribui para uma gestão mais inteligente da infraestrutura de TI, oferecendo maior previsibilidade sobre o comportamento dos equipamentos e melhorando a confiabilidade dos sistemas.

2.5 Comparação das Três Modalidades de Manutenção

As três modalidades de manutenção corretiva, preventiva e preditiva representam abordagens filosóficas fundamentalmente distintas para a gestão de ativos e recursos. A principal diferença reside no momento da intervenção e no grau de planejamento envolvido, o que impacta diretamente a disponibilidade operacional.

A Manutenção Corretiva é, por definição, uma estratégia de caráter reativo, atuando apenas após a falha do equipamento [Cordeiro e Assumpção 2016]. Seu foco é a restauração imediata, resultando em menor controle sobre o tempo de inatividade e potenciais danos colaterais ao sistema.

Em contraste, a Manutenção Preventiva adota uma postura proativa, agindo em intervalos fixos de tempo ou uso [Ferreira *et al.* 2021]. Embora reduza a probabilidade de falhas súbitas, ela pode incorrer em intervenções desnecessárias, substituindo componentes que ainda possuem vida útil.

A Manutenção Preditiva, por sua vez, representa a evolução dessas práticas, sendo uma abordagem condicional. Ela monitora o estado real de funcionamento do equipamento por meio de indicadores de desempenho, permitindo que a intervenção seja agendada no momento ótimo: pouco antes da falha, mas sem desperdício de vida útil [Munhoz *et al.* 2022].

2.6 Integração das Modalidades de Manutenção

A integração entre as modalidades corretiva, preventiva e preditiva é considerada uma estratégia fundamental para a gestão moderna da manutenção. Em vez de tratá-las como ações isoladas, a literatura enfatiza que a combinação equilibrada dessas abordagens permite maior confiabilidade dos equipamentos, otimização de custos e aumento da disponibilidade operacional [Abreu 2023; Munhoz *et al.* 2022].

De acordo com [Cordeiro e Assumpção 2016], a eficiência da manutenção depende da capacidade da organização em planejar e reagir adequadamente aos diferentes tipos de falhas.

Assim, a integração entre as modalidades deve ser vista como um sistema contínuo de gestão, em que cada tipo de manutenção exerce uma função complementar dentro do ciclo de vida dos ativos. A manutenção corretiva atua como resposta imediata a falhas inevitáveis; a preventiva busca minimizar sua ocorrência; e a preditiva, com base em dados e indicadores, antecipa problemas e orienta decisões mais assertivas.

[Munhoz *et al.* 2022] destacam que a integração adequada dessas modalidades permite estabelecer planos de manutenção híbridos, nos quais a priorização é definida pela criticidade dos equipamentos. Equipamentos de alta importância, como servidores e roteadores principais, podem ser monitorados por técnicas preditivas; já periféricos e dispositivos de menor impacto podem seguir planos preventivos. Quando, apesar dessas medidas, ocorrem falhas inesperadas, a manutenção corretiva entra em ação de forma mais direcionada, apoiada por registros e análises anteriores.

Além disso, indicadores como MTBF e MTTR desempenham papel central nessa integração, pois permitem mensurar o desempenho das ações executadas e ajustar os planos de manutenção conforme os resultados. Esses dados ajudam a definir prioridades e alocar recursos de forma mais eficiente, reduzindo o tempo de inatividade e aumentando a vida útil dos equipamentos [Ferreira *et al.* 2021].

No contexto de instituições educacionais, como o Instituto Federal da Paraíba (IFPB), a integração das modalidades de manutenção assume papel estratégico para assegurar o funcionamento contínuo dos laboratórios de informática e demais ambientes técnicos. A combinação das ações corretivas (resposta imediata), preventivas (planejamento sistemático) e preditivas (monitoramento contínuo) garante maior confiabilidade aos sistemas e evita prejuízos ao cronograma acadêmico, como atrasos em aulas práticas ou interrupções de projetos de pesquisa.

Outro ponto relevante é a possibilidade de utilização de ferramentas digitais para apoiar essa integração. O uso de sistemas informatizados, como o SUAP, pode facilitar o registro de ocorrências, o controle de cronogramas e o acompanhamento de métricas de desempenho. Futuramente, com a adoção de soluções baseadas em IoT (Internet of things - Internet das Coisas) e Inteligência Artificial, será possível implementar análises automatizadas e prever falhas com base em dados de uso, temperatura, tráfego de rede e desempenho geral dos equipamentos.

Por fim, a integração das modalidades de manutenção deve ser compreendida como um processo evolutivo. Ela requer o comprometimento institucional, capacitação da equipe técnica e planejamento orçamentário contínuo. À medida que as práticas corretivas, preventivas e preditivas são articuladas de forma complementar, a gestão de manutenção deixa de ser apenas uma atividade operacional e passa a representar um diferencial estratégico para a eficiência e a sustentabilidade das operações acadêmicas.

Capítulo 3

Estudo de Caso e Análise dos Resultados

O Capítulo 3 apresenta o estudo de caso desenvolvido no Instituto Federal da Paraíba (IFPB), abrangendo os Campis Campina Grande, João Pessoa e Patos, com foco na análise das práticas de manutenção corretiva, preventiva e preditiva adotadas nos laboratórios de informática. Esta etapa do trabalho busca relacionar os conceitos teóricos discutidos na fundamentação com a realidade prática observada, permitindo avaliar como as modalidades de manutenção são aplicadas no contexto institucional.

Além disso, são descritos o ambiente pesquisado, os métodos utilizados para a coleta de dados e os resultados obtidos por meio da entrevista conduzida com o coordenador dos laboratórios do Campus Campina Grande. Complementarmente, por email a coordenadora dos laboratórios do Campus João Pessoa e o responsável no Campus Patos participaram da pesquisa respondendo a um questionário estruturado com as mesmas perguntas, possibilitando uma comparação entre as práticas adotadas nos campis. A partir dessas informações, realiza-se uma análise detalhada dos processos de manutenção.

3.1 Descrição do Ambiente Pesquisado

O estudo de caso foi realizado no Instituto Federal da Paraíba (IFPB), contemplando os laboratórios de informática dos Campis Campina Grande, João Pessoa e Patos, utilizados pelos cursos da área de tecnologia. Esses ambientes são essenciais para o desenvolvimento das atividades práticas e de pesquisa, exigindo uma gestão eficiente de manutenção para garantir o bom funcionamento dos equipamentos e da rede.

3.2 Procedimentos de Coleta de Dados

Para a coleta de dados, foram utilizadas duas abordagens complementares: uma entrevista semiestruturada com o coordenador dos laboratórios do Campus Campina Grande (apêndice B) e um questionário estruturado aplicado por email, à coordenadora dos laboratórios dos Campi João Pessoa (apêndice C) e Patos (apêndice D), contendo as mesmas perguntas da

entrevista (apêndice A). O objetivo foi compreender como são conduzidas as modalidades de manutenção corretiva, preventiva e preditiva em cada campus, além de identificar as principais dificuldades enfrentadas pelas equipes responsáveis.

A entrevista realizada no Campus Campina Grande foi gravada, transcrita e organizada, enquanto as respostas do questionário do Campus João Pessoa e Patos foram compiladas e analisadas em conjunto, permitindo uma visão comparativa entre os três contextos. As questões aplicadas (apêndice A) abordaram tópicos como:

- a. Procedimentos adotados em casos de falha (manutenção corretiva);
- b. Cronograma e execução das manutenções preventivas;
- c. Situação atual e perspectivas para a manutenção preditiva;
- d. Organização e gestão dos registros de manutenção;
- e. Principais desafios enfrentados pela equipe;
- f. Sugestões de melhorias para otimizar o processo de manutenção.

A transcrição integral da entrevista está disponível no apêndice B e as respostas do questionário do Campus João Pessoa está disponível no apêndice C e o de Patos esta no apêndice D.

3.3 Resultados das Entrevistas

A presente seção apresenta os resultados obtidos a partir da entrevista (apêndice B) realizada com o coordenador dos laboratórios do Campus Campina Grande, bem como das informações fornecidas pelas coordenações dos Campis João Pessoa (apêndice C) e Patos (apêndice D) por meio de questionários estruturados (apêndice A).

3.3.1 Campus Campina Grande

Durante a entrevista, o coordenador destacou que o processo de manutenção corretiva ocorre mediante a abertura de chamados no sistema SUAP, onde o professor responsável pelo laboratório registra o problema identificado. Após o registro, a equipe de manutenção recebe a notificação e agenda o atendimento conforme a disponibilidade. O tempo médio de resposta varia conforme o tipo de ocorrência: até 72 horas para falhas em *hardware* e até 24 horas para falhas de rede.

A figura a seguir, mostra a tela do SUAP, onde é possível abrir chamados caso ocorra um problema nos computadores dos laboratórios.

O entrevistado também ressaltou que, em alguns casos, o atendimento é adiado quando o laboratório está sendo utilizado em aula, priorizando-se a continuidade das atividades acadêmicas.

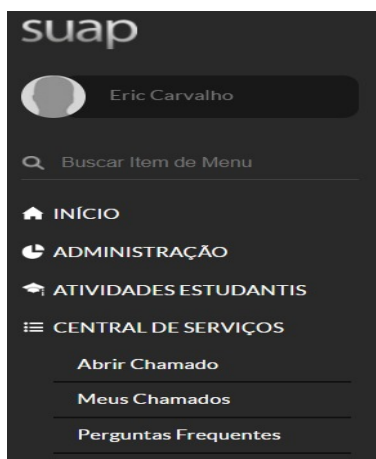


Figura 3.1: Tela onde se abre o chamado no SUAP

Fonte: O autor (2025)

Em relação à manutenção preventiva, foi informado que ela é realizada principalmente no período de recesso entre o final e o início do ano letivo, geralmente entre dezembro a fevereiro. Esse cronograma é limitado pela curta duração das férias docentes, o que restringe o tempo disponível para intervenções mais detalhadas. Ainda assim, a coordenação procura realizar inspeções gerais e substituições básicas de componentes nesse período.

Sobre a manutenção preditiva, o coordenador afirmou que o campus ainda não possui uma rotina estruturada de monitoramento contínuo dos equipamentos, devido a limitações de infraestrutura e à necessidade de atualização da rede.

Quanto à gestão das informações, o coordenador explicou que todos os registros de manutenção ficam armazenados no sistema SUAP, onde é possível consultar o histórico de chamados atendidos. No entanto, ainda não há coleta automatizada de dados por máquina individual, o que limita a análise detalhada do desempenho dos equipamentos.

Por fim, o entrevistado mencionou algumas dificuldades enfrentadas, como a falta de uma hierarquia clara na gestão dos laboratórios multiuso e a necessidade de planejamento orçamentário prévio para aquisição de materiais e melhorias estruturais. Como sugestão, destacou a importância de designar responsáveis por cada laboratório, para facilitar o gerenciamento e o planejamento de manutenções e investimentos.

3.3.2 Campus João Pessoa

No Campus João Pessoa, as informações foram obtidas por meio de um questionário respondido por email pela coordenadora dos laboratórios. As respostas permitiram identificar a organização das rotinas de manutenção e a dinâmica operacional adotada pela equipe local. Assim como no Campus Campina Grande, o processo de manutenção corretiva ocorre a partir da abertura de chamados no sistema SUAP, no qual professores e técnicos administrativos registram as ocorrências. A partir desse registro, os técnicos internos são responsáveis pelo atendimento, que segue o fluxo de disponibilidade da equipe. O tempo de resposta varia

conforme a complexidade da falha, porém a coordenação trabalha com um SLA estabelecido de até 24 horas, o que garante maior previsibilidade no atendimento às demandas.

Quanto à manutenção preventiva, a coordenadora informou que existe um cronograma permanente contemplando todos os ambientes atendidos. As atividades incluem limpeza interna dos equipamentos, troca de pasta térmica, atualizações de programas e rotinas de otimização, como a remoção de *cookies* e arquivos temporários. Nos laboratórios de informática, essas ações são realizadas mensalmente, enquanto nos setores administrativos a periodicidade é bimestral, evidenciando uma adaptação da rotina preventiva conforme o perfil de uso dos equipamentos.

Em relação à manutenção preditiva, o campus já utiliza ferramentas que auxiliam no monitoramento contínuo do desempenho dos computadores e na identificação de anomalias, sendo elas o *Prometheus* [Prometheus 2025], *Grafana* [Grafana Labs 2025] e *Zabbix* [Zabbix 2025]. Esses sistemas permitem acompanhar métricas como temperatura dos equipamentos, tráfego de rede e comportamento geral dos sistemas, fornecendo dados essenciais para antecipação de falhas e tomada de decisão pela equipe técnica.

A coordenadora também destacou os principais desafios enfrentados, entre eles o uso de computadores com mais de cinco anos de funcionamento, o que exige reparos recorrentes para mantê-los operacionais. Outro ponto crítico é a alta ocupação dos laboratórios, que funcionam continuamente das 7h às 22h, dificultando a execução das manutenções mais demoradas. Como sugestão de melhoria, apontou a necessidade de atualização periódica do parque tecnológico, preferencialmente com garantia estendida, além da disponibilização de horários reservados nos laboratórios para que a equipe técnica possa realizar intervenções com maior agilidade.

3.3.3 Campus Patos

No Campus Patos, as informações foram obtidas por meio de um questionário respondido por email, pelos responsáveis técnicos pelo setor de Tecnologia da Informação. As respostas permitiram identificar como são organizadas as rotinas de manutenção e quais práticas são adotadas pela equipe local no atendimento às demandas dos laboratórios e setores administrativos.

Assim como nos demais campis analisados, o processo de manutenção corretiva ocorre mediante a abertura de chamados no sistema SUAP. Professores e técnicos administrativos registram as falhas identificadas, e, a partir desse registro, o sistema direciona automaticamente o chamado para o profissional responsável, podendo ser o Técnico de TI, o Técnico de Laboratório ou o Analista de TI. O atendimento segue uma ordem baseada na criticidade e no SLA definido para cada ocorrência, garantindo que problemas mais urgentes sejam tratados com prioridade. A equipe também destacou que o fluxo de atendimento é influenciado pelo uso dos laboratórios, sendo necessário ajustar os horários das intervenções quando as salas estão ocupadas por atividades acadêmicas.

No que se refere à manutenção preventiva, as atividades são realizadas somente no final do ano onde é incluindo revisão de periféricos, inspeção física dos computadores e verificação dos softwares instalados. As atividades preventivas também envolvem atualizações, instalações e desinstalações de programas conforme necessidade, além da verificação geral das condições de uso dos equipamentos.

Em relação à manutenção preditiva, o Campus Patos apresenta um cenário mais avançado do que o observado no Campus Campina Grande e semelhante ao Campus João Pessoa. O questionário indica que o campus utiliza ferramentas especializadas como *Zabbix*, *Grafana*, *OCS Inventory*, *NXFilter* e *Unifi Controller*, que permitem a coleta e análise de dados de desempenho. Esses sistemas permitem monitorar temperatura, tráfego de rede, uso de CPU e outros indicadores críticos. Essas ferramentas fornecem dados essenciais para antecipação de falhas e identificação de comportamentos anômalos, embora ainda não exista uma rotina formalizada de integração desses alertas com o fluxo de chamados do SUAP.

Entre os principais desafios relatados pela equipe de manutenção, destacam-se a crescente demanda por procedimentos nos laboratórios e as severas limitações de tempo para executá-los, dadas a falta de janelas de tempo e o desrespeito aos avisos de interdição dos ambientes. Além disso, foram apontadas limitações técnicas internas, bem como a indisponibilidade de ferramentas, componentes e materiais necessários para a manutenção. Para facilitar o trabalho e buscar melhorias, a equipe sugere aquisições periódicas de componentes e ferramentas, a melhoria da infraestrutura física e da acomodação dos equipamentos, a qualificação e o engajamento dos profissionais, e, crucialmente, maior valorização e priorização por parte da gestão.

3.4 Análise Comparativa: Literatura versus Prática no IFPB

Esta seção dedica-se ao confronto dos dados obtidos no capítulo **3.3** Resultados das Entrevistas, com os conceitos e boas práticas estabelecidas no referencial teórico Capítulo **2**.

Em resumo A literatura [Munhoz *et al.* 2022; Cordeiro e Assumpção 2016] caracteriza a manutenção corretiva como uma abordagem reativa, acionada somente após a ocorrência de uma falha que compromete o funcionamento adequado do equipamento. Essa modalidade é marcada por intervenções emergenciais e imprevisíveis, que podem ocasionar interrupções nas atividades e aumentar o tempo de indisponibilidade dos sistemas, sendo considerada uma das estratégias mais custosas e menos eficientes quando realizada sem planejamento.

A literatura [TOTVS 2023; Cordeiro 2025; Ferreira *et al.* 2021] apresenta a manutenção preventiva como uma abordagem planejada e periódica, cujo objetivo é reduzir a probabilidade de falhas e prolongar a vida útil dos equipamentos, por meio de inspeções sistemáticas, limpeza, substituição de componentes e atualizações. Em seu formato ideal, a preventiva deve ser baseada em protocolos documentados, métricas históricas e rotinas contínuas, garantindo

interferências antes que os problemas se manifestem.

A literatura [Munhoz *et al.* 2022; TOTVS 2023; Cordeiro 2025; Pires e Okada 2020] define a manutenção preditiva como a modalidade mais avançada dos modelos de manutenção, fundamentada no monitoramento do estado real dos equipamentos, na coleta contínua de dados e no uso de ferramentas de análise para prever falhas antes que ocorram. Esse modelo requer infraestrutura tecnológica, sistemas de coleta de métricas, *dashboards* e algoritmos capazes de identificar padrões de degradação.

3.4.1 Comparação entre a Manutenção Corretiva na Literatura e no IFPB–Campus Campina Grande

Ao comparar o conceito com as práticas de manutenção corretiva adotadas no Campus Campina Grande, identifica-se uma correspondência direta. Conforme relatado na entrevista, todo processo de manutenção corretiva nos laboratórios inicia-se apenas depois que o problema ocorre: um professor responsável percebe a falha, registra-a no SUAP e somente então a equipe técnica é acionada para realizar o reparo. Não existe qualquer mecanismo de detecção antecipada que permita intervir antes da quebra, nem ferramentas que monitorem o estado dos equipamentos em tempo real. Além disso, o atendimento é organizado com base em prazos definidos (até 72 horas para hardware e 24 horas para rede), reforçando o caráter de resposta pós-falha.

Outro ponto que reforça o alinhamento com a definição de corretiva é a dependência total da abertura do chamado. Enquanto a literatura discute a possibilidade de corretiva planejada, quando sinais de desgaste são percebidos e o reparo é agendado no campus essa modalidade não aparece. As falhas relatadas são, em sua maioria, súbitas e inesperadas, encaixando-se no que a literatura classifica como corretiva não planejada, o modelo mais básico e reativo desta modalidade.

Dessa forma, ao confrontar teoria e prática, observa-se que a manutenção executada atualmente nos laboratórios do IFPB é plenamente compatível com o conceito clássico de manutenção corretiva: ela acontece somente após a falha, depende de acionamento manual via SUAP, não utiliza monitoramento preventivo ou preditivo e não possui mecanismos de antecipação. Trata-se, portanto, de um processo que se enquadra tecnicamente como manutenção corretiva em sua forma mais tradicional e reativa.

3.4.2 Comparação entre a Manutenção Preventiva na Literatura e no IFPB–Campus Campina Grande

Quando se compara o modelo teórico com a prática da manutenção preventiva adotada no Campus Campina Grande, percebe-se que a instituição possui ações preventivas, porém em uma escala limitada e aquém do recomendado pela literatura. Segundo a entrevista, as manutenções preventivas são realizadas principalmente durante o recesso acadêmico entre

dezembro e fevereiro, quando há tempo disponível para intervenções mais longas. Embora exista a intenção de realizar essas ações semestralmente, na prática elas ocorrem uma vez ao ano.

Outro ponto importante é que as atividades preventivas executadas são descritas como “inspeções gerais” e “substituições básicas de peças”, sem um detalhamento ou protocolo sistematizado, e sem registros individualizados por máquina. A literatura recomenda que a manutenção preventiva seja baseada em um conjunto de procedimentos padronizados, com checklists, métricas históricas. No campus, no entanto, essa sistematização ainda não está presente: as ações acontecem mais como uma “força-tarefa anual” do que como um processo preventivo estruturado e contínuo.

Em síntese, embora exista manutenção preventiva no Campus, ela ocorre de forma reduzida, concentrada e com baixa periodicidade, diferindo significativamente do modelo ideal proposto pela literatura, que preconiza rotinas frequentes, sistematizadas e baseadas em dados. A prática institucional atual representa um nível básico de manutenção preventiva, funcionando mais como uma revisão anual do que como um programa contínuo de prevenção de falhas.

3.4.3 Comparação entre a Manutenção Preditiva na Literatura e no IFPB–Campus Campina Grande

Ao contrastar o cenário teórico com a realidade observada no Campus Campina Grande, percebe-se que não existe manutenção preditiva em operação no campus. Conforme relatado na entrevista, o instituto não possui monitoramento contínuo, não coleta dados automáticos por máquina e não utiliza ferramentas que acompanhem o uso de CPU, tempo de atividade ou qualquer indicador de desgaste dos computadores. A única fonte de informação é o SUAP, que armazena apenas os chamados abertos após a falha, o que, por definição, pertence ao domínio da manutenção corretiva, e não da preditiva.

Em síntese, ao comparar teoria e prática, conclui-se que a manutenção preditiva proposta pela literatura ainda não existe nos laboratórios. O campus encontra-se em um estágio nulo desta modalidade, onde atualmente opera sem qualquer mecanismo preditivo, sem monitoramento contínuo e sem sistemas capazes de antecipar falhas. Dessa forma, a manutenção institucional está distante do modelo preditivo recomendado pela literatura, funcionando exclusivamente nos níveis corretivo e, em menor escala, preventivo.

3.4.4 Comparação entre a Manutenção Corretiva na Literatura e no IFPB–Campus João Pessoa

Ao confrontar o referencial teórico com as práticas de manutenção corretiva adotadas no Campus João Pessoa, observa-se uma forte aderência ao modelo clássico de manutenção corretiva. Conforme relatado no questionário institucional, todo o processo corretivo inicia-se

a partir da abertura de chamados no SUAP, realizados por professores ou técnicos administrativos responsáveis pela identificação da falha. A partir desse registro, os técnicos internos são acionados para realizar o atendimento, seguindo um fluxo operacional semelhante ao preconizado pela literatura para sistemas reativos. O campus opera ainda com um SLA definido de até 24 horas, o que confere certo grau de previsibilidade, embora continue sendo uma abordagem pós-falha.

Portanto, conclui-se que a manutenção corretiva no Campus João Pessoa está plenamente alinhada ao conceito tradicional apresentado pelos autores.

3.4.5 Comparação entre a Manutenção Preventiva na Literatura e no IFPB–Campus João Pessoa

Quando confrontamos o referencial teórico com a prática de manutenção preventiva do Campus João Pessoa, observa-se que o campus apresenta um grau de maturidade significativamente superior ao identificado em Campina Grande. Segundo as respostas do questionário, o campus possui um cronograma permanente de manutenção preventiva, organizando atividades como limpeza interna, troca de pasta térmica, atualizações de softwares e rotinas de otimização. O aspecto mais relevante é a periodicidade elevada: manutenções são realizadas mensalmente nos laboratórios de informática e bimestralmente nos setores administrativos, demonstrando uma estrutura mais próxima das recomendações da literatura.

Diferentemente do modelo campinense, que concentra sua preventiva no recesso acadêmico, o Campus João Pessoa aplica um ciclo contínuo, o que reduz o risco de desgaste acumulado e aproxima o campus do modelo preventivo ideal. O campus já demonstra um esforço robusto de institucionalização da preventiva, sendo a prática mais consistente entre os dois campi analisados.

Assim, conclui-se que a manutenção preventiva no Campus João Pessoa apresenta forte convergência com as recomendações teóricas, sobretudo em periodicidade, variedade de atividades realizadas e estrutura organizacional.

3.4.6 Comparação entre a Manutenção Preditiva na Literatura e no IFPB–Campus João Pessoa

Ao comparar o referencial teórico com a prática de manutenção preditiva no Campus João Pessoa, identifica-se um cenário de alta correspondência. Conforme informado no questionário, o campus utiliza ferramentas robustas de monitoramento contínuo, como *Zabbix*, *Prometheus* e *Grafana*, amplamente reconhecidas na literatura como soluções consolidadas para coleta e análise de dados de desempenho. Esses sistemas permitem monitorar temperatura, tráfego de rede, uso de CPU e outros indicadores críticos, viabilizando um modelo preditivo autêntico.

Diferentemente do Campus Campina Grande, que ainda não implementou qualquer forma

de manutenção preditiva, João Pessoa demonstra estar em um nível avançado dessa modalidade, utilizando métricas reais e sistemas de análise contínua. A aplicação prática observada é totalmente compatível com o que a literatura apresenta como manutenção preditiva estruturada.

Assim, a prática do Campus João Pessoa não apenas se alinha ao modelo teórico, como representa um exemplo concreto de implementação efetiva desse tipo de manutenção no contexto institucional.

3.4.7 Comparação entre a Manutenção Corretiva na Literatura e no IFPB–Campus Patos

Ao confrontar o referencial teórico com a prática de manutenção corretiva adotada no Campus Patos, observa-se uma aderência significativa ao modelo tradicional de manutenção corretiva. Conforme descrito no questionário, o processo de atendimento ocorre por meio da abertura de chamados no SUAP, procedimento realizado por servidores que identificam a falha. A partir desse registro, os técnicos responsáveis: Técnico de TI, Técnico de Laboratório ou Analista de TI são acionados para realizar o diagnóstico e a intervenção necessária, seguindo um fluxo operacional coerente com o modelo reativo apresentado pela literatura. Além disso, o campus trabalha com SLAs definidos no próprio sistema, conferindo alguma previsibilidade ao atendimento, embora a natureza da ação permaneça essencialmente pós-falha.

Portanto, conclui-se que a manutenção corretiva no Campus Patos está alinhada ao conceito clássico discutido pelos autores, configurando uma prática fundamentada na reação às ocorrências e na resolução imediata das falhas registradas.

3.4.8 Comparação entre a Manutenção Preventiva na Literatura e no IFPB–Campus Patos

Ao comparar o referencial teórico com a prática de manutenção preventiva adotada no Campus Patos, percebe-se um cenário de organização preventiva parecido com o observado em Campina Grande. Segundo as respostas do questionário, o campus executa um cronograma permanente de manutenção preventiva, contemplando atividades como revisão de periféricos, inspeção física dos equipamentos e verificação dos softwares instalados, incluindo atualizações e adequações conforme a necessidade, porém a periodicidade é um aspecto relevante, pois eles só fazem essas revisões ao final de cada ano letivo, evidenciando um ciclo que não se mostra coerente com o que é recomendado pela literatura.

Em síntese, embora exista manutenção preventiva no Campus Patos, ela ocorre com baixa periodicidade, diferindo significativamente do modelo ideal proposto pela literatura, que preconiza rotinas frequentes e sistematizadas.

3.4.9 Comparação entre a Manutenção Preditiva na Literatura e no IFPB–Campus Patos

Ao comparar o referencial teórico com as práticas de manutenção preditiva adotadas no Campus Patos, observa-se uma convergência expressiva entre teoria e realidade. Conforme indicado no questionário, o campus utiliza ferramentas consolidadas como *Grafana*, *Zabbix*, *OCS Inventory*, *NXFilter* e *Unifi Controller*, amplamente reconhecidas pelo meio técnico como soluções eficientes para monitoramento contínuo de temperatura, tráfego de rede, tempo de resposta e outros indicadores críticos. A utilização integrada dessas ferramentas possibilita à equipe antecipar comportamentos anômalos e agir de forma mais planejada.

Diferentemente do cenário observado em Campina Grande, que não adota práticas preditivas, o Campus Patos demonstra um nível de maturidade significativamente superior, apresentando os elementos essenciais de um modelo preditivo efetivo. Embora não haja menção explícita à existência de fluxos formais de resposta automática ou integração direta com sistemas de chamados, o monitoramento contínuo e a disponibilidade de métricas reais aproximam o campus da estrutura ideal apresentada pela literatura.

Assim, conclui-se que a manutenção preditiva no Campus Patos encontra-se bem alinhada ao estrutural teórico, representando uma implementação robusta e tecnicamente consistente no contexto dos campi analisados.

3.5 Análise dos Resultados

A análise dos resultados obtidos a partir das entrevistas e questionários aplicados nos três campi revela cenários distintos quanto ao nível de maturidade das modalidades de manutenção. O Campus Campina Grande apresenta-se como o mais limitado estruturalmente, mantendo uma rotina predominantemente corretiva, com ações preventivas concentradas em um único período anual e ausência total de ferramentas e práticas de monitoramento contínuo. Esse comportamento confirma a forte dependência de intervenções reativas, coerente com os modelos básicos de manutenção descritos na literatura, mas distante das boas práticas recomendadas.

Por outro lado, os Campus João Pessoa e Patos apresentam estruturas mais consolidadas e avanços significativos. João Pessoa se destaca pela regularidade da manutenção preventiva, conduzida mensalmente nos laboratórios, além do uso eficiente de ferramentas de monitoramento, como *Zabbix* [Zabbix 2025], *Grafana* [Grafana Labs 2025] e *Prometheus* [Prometheus 2025], que fortalecem a modalidade preditiva. O Campus Patos, de forma semelhante, também utiliza ferramentas robustas como *OCS Inventory* [OCS Inventory NG 2025], *NXFilter* [NXFilter 2025] e *Unifi Controller* [Ubiquiti 2025], evidenciando uma infraestrutura mais moderna e alinhada às recomendações da literatura técnica.

A comparação entre os campi evidencia que, embora todos adotem a manutenção corretiva como base, a distância entre eles torna-se evidente nas práticas preventiva e preditiva.

Enquanto Campina Grande apresenta limitações estruturais, ausência de monitoramento e periodicidade reduzida da rotina preventiva, os outros dois campi demonstram maior planejamento e maturidade operacional.

Portanto, observa-se que o IFPB, como instituição, apresenta heterogeneidade na gestão da manutenção de seus laboratórios.

No quadro 3.1 a seguir, possui o resumidamente as características de manutenção por campus do IFPB.

Quadro 3.1: *Resumo das características de manutenção por campus do IFPB*

Campus	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva
Campina Grande	Predominantemente corretiva, baseada em intervenções reativas após falhas.	Ações concentradas em um único período anual, com baixa frequência e planejamento limitado.	Inexistente; não há uso de ferramentas ou práticas de monitoramento contínuo.
João Pessoa	Utilizada como base, porém com menor dependência em comparação ao Campus Campina Grande.	Realizada mensalmente nos laboratórios, com maior regularidade e organização.	Bem estruturada, utilizando as ferramentas <i>Zabbix</i> , <i>Grafana</i> e <i>Pro-metheus</i> .
Patos	Utilizada como base, porém com menor dependência em comparação ao Campus Campina Grande, sendo muito parecido com o Campus João Pessoa	Ações concentradas em um único período anual, com baixa frequência.	Bem estruturada e implementada por meio de ferramentas como <i>Zabbix</i> , <i>Grafana</i> , <i>OCS Inventory</i> , <i>NXFilter</i> e <i>Unifi Controller</i> .

3.6 Síntese do Estudo de Caso

O estudo de caso permitiu compreender, de maneira ampla e comparativa, como as modalidades de manutenção corretiva, preventiva e preditiva são aplicadas nos Campi Campina Grande, João Pessoa e Patos do Instituto Federal da Paraíba.

Os resultados mostram que Campina Grande opera em um patamar inicial de gestão de manutenção, apoiando-se quase exclusivamente em ações corretivas e em um modelo preventivo anual, limitado pelo tempo do recesso acadêmico e sem apoio de sistemas que possibilitem análises avançadas. O campus também enfrenta desafios de infraestrutura, ausência de monitoramento, falta de padronização e necessidade de uma hierarquia mais clara na gestão dos laboratórios.

Em contraste, João Pessoa e Patos demonstram maior nível de maturidade, tanto técnica quanto organizacional. Ambos utilizam ferramentas de monitoramento contínuo, permitindo identificar anomalias, antecipar falhas e aprimorar o processo decisório. João Pessoa apresenta especial destaque pela periodicidade preventiva mensal, enquanto Patos integra um conjunto de ferramentas modernas que proporcionam excelente capacidade de diagnóstico e acompanhamento.

Em conjunto, a análise reforça a necessidade de que o IFPB adote diretrizes institucionais que harmonizem os procedimentos entre os campi que contemple:

1. O uso institucional de ferramentas de monitoramento.
2. A padronização de registros e práticas.
3. A ampliação da periodicidade preventiva.
4. O fortalecimento da infraestrutura.

Assim, a síntese do estudo evidencia que a evolução da gestão de manutenção depende diretamente da integração das três modalidades, da modernização tecnológica e do planejamento estratégico. Com esses avanços, os campi poderão assegurar maior disponibilidade dos equipamentos, redução de custos operacionais e um ambiente mais seguro e eficiente para ensino, pesquisa e extensão.

Capítulo 4

Proposta de Desenvolvimento para a Coleta de Dados da Manutenção Preditiva no IFPB–Campus Campina Grande

Com base nos resultados obtidos no estudo de caso e na análise comparativa entre os campi Campina Grande, João Pessoa e Patos, tornou-se evidente que o Campus Campina Grande opera atualmente sem qualquer forma estruturada de manutenção preditiva. A ausência de ferramentas de monitoramento contínuo, aliada à dependência quase exclusiva da manutenção corretiva, compromete a disponibilidade dos laboratórios.

Este capítulo apresenta uma proposta metodológica e técnica para implantar/criar um modelo, em um laboratório selecionado como protótipo inicial, um sistema de coleta de dados voltado à manutenção preditiva no Campus Campina Grande. A proposta é construída a partir da literatura, das boas práticas observadas em outros campi do IFPB e das limitações reais identificadas durante as entrevistas. O objetivo é estabelecer um modelo viável, de baixo custo e escalável, que permita iniciar a transição para um sistema de manutenção mais eficiente e previsível.

4.1 Premissas para Implantação da Coleta de Dados

Os resultados do estudo de caso demonstraram que o campus possui os seguintes desafios:

1. Inexistência de ferramentas de monitoramento contínuo;
2. Dependência exclusiva do SUAP para registro de falhas, restrito à manutenção corretiva;
3. Ausência de métricas individuais de desempenho por computador;

4. Infraestrutura de TI limitada, com máquinas de diferentes idades e configurações;

A proposta apresentada aqui foi elaborada levando em consideração tais limitações, propondo ações que possam ser implementadas gradualmente e sem aumento significativo de custos.

4.2 Arquitetura Proposta para Coleta de Dados Preditivos

Para viabilizar a manutenção preditiva, torna-se necessária a implementação de uma arquitetura básica capaz de coletar, armazenar e analisar dados operacionais dos computadores. Nesse contexto, optou-se por não incluir três ferramentas apresentadas anteriormente (OCS Inventory, NXFilter e UniFi Controller) uma vez que sua adoção tornaria a proposta excessivamente complexa para uma arquitetura básica, desviando o foco do objetivo principal do estudo. Para isso, optou-se por utilizar um conjunto de ferramentas gratuitas e amplamente consolidadas no mercado. A primeira delas é o *Zabbix* [Zabbix 2025], composto por duas partes: o *Zabbix Server*, responsável por centralizar e armazenar todas as métricas coletadas, e o *Zabbix Agent*, instalado nas máquinas dos laboratórios, cujo papel é monitorar o desempenho dos equipamentos e enviar automaticamente informações sobre funcionamento, status e eventuais falhas ao servidor. Complementando essa infraestrutura, utiliza-se o *Grafana* [Grafana Labs 2025], que oferece uma plataforma aberta, interativa e altamente personalizável para visualização dos dados enviados ao *Zabbix*, possibilitando a criação de painéis gráficos que facilitam o acompanhamento contínuo das condições dos equipamentos.

4.2.1 Benefícios de Implementação desta Proposta

A implementação da arquitetura proposta para coleta de dados preditivos traz benefícios diretos tanto do ponto de vista operacional quanto gerencial. Ao permitir o monitoramento contínuo dos computadores dos laboratórios, torna-se possível identificar padrões de comportamento anormais, degradações de desempenho e falhas recorrentes antes que estas resultem em interrupções críticas dos serviços. Dessa forma, a manutenção deixa de ser predominantemente reativa e passa a incorporar práticas preditivas, reduzindo o tempo de indisponibilidade dos equipamentos e aumentando sua vida útil.

Outro benefício relevante está relacionado à otimização dos recursos humanos e financeiros. Com base nos dados históricos coletados pelo *Zabbix* e analisados por meio dos painéis do *Grafana*, as equipes de tecnologia da informação podem planejar intervenções de forma mais precisa, evitando manutenções desnecessárias e concentrando esforços nos equipamentos que realmente apresentam risco de falha. Esse planejamento contribui para a redução de custos com reposição de hardware e para uma melhor alocação do tempo da equipe técnica.

Além disso, a centralização das informações em uma única plataforma favorece a padronização dos processos de manutenção entre diferentes laboratórios ou campi, facilitando a

comparação de indicadores. A utilização de ferramentas gratuitas e amplamente difundidas no mercado também garante maior viabilidade econômica à proposta, bem como facilidade de expansão e integração com outras soluções no futuro, reforçando o potencial de escalabilidade da arquitetura apresentada.

4.2.2 Identificação de problemas possíveis a partir do monitoramento

A análise contínua dos dados coletados pelos sistemas de monitoramento permite identificar uma ampla variedade de problemas potenciais nos computadores, muitos dos quais não seriam percebidos em uma abordagem puramente corretiva. Além das elevações anormais de temperatura do processador, que podem indicar degradação da pasta térmica, falhas em ventoinhas ou obstrução do fluxo de ar por acúmulo de poeira, o monitoramento também possibilita detectar temperaturas elevadas em outros componentes, como placas-mãe e unidades de armazenamento, as quais podem comprometer a estabilidade e reduzir a vida útil do hardware.

O acompanhamento do uso de memória RAM (Random Access Memory - Memória de Acesso Aleatório) pode revelar situações de consumo excessivo, vazamentos de memória ou utilização constante próxima ao limite, o que pode resultar em lentidão generalizada, travamentos frequentes e degradação da experiência do usuário. Esses comportamentos podem estar associados tanto a aplicações mal dimensionadas quanto a falhas no sistema operacional, indicando a necessidade de ajustes de software, atualizações ou até mesmo expansão de memória em casos recorrentes. De forma semelhante, o monitoramento do uso do processador permite identificar sobrecarga prolongada, processos em loop ou tarefas executadas fora do horário esperado, o que pode sinalizar configurações inadequadas, erros de aplicação ou atividades indevidas nos equipamentos.

Problemas relacionados ao armazenamento também podem ser antecipados por meio da análise de métricas como tempo de resposta, taxa de erros de leitura e escrita e indicadores de saúde dos discos. Aumento gradual na latência ou falhas recorrentes podem indicar desgaste físico de discos rígidos ou degradação de unidades SSD (Solid-State Drive - Unidade de Estado Sólido), possibilitando sua substituição preventiva antes da ocorrência de falhas críticas ou perda de dados. Além disso, o monitoramento da capacidade disponível permite identificar situações de armazenamento próximo ao limite, que podem impactar negativamente o desempenho do sistema e causar falhas em aplicações.

Por fim, a correlação histórica desses indicadores permite identificar equipamentos com comportamento recorrente de falhas, desempenho inferior ao esperado ou maior incidência de alertas, fornecendo subsídios técnicos para decisões relacionadas à atualização, substituição ou descarte de máquinas. Dessa forma, o monitoramento contínuo não apenas contribui para a detecção antecipada de falhas, mas também fortalece uma estratégia de manutenção preditiva fundamentada em dados objetivos, promovendo maior confiabilidade e disponibi-

lidade.

4.2.3 Zabbix Server: Camada de Processamento e Armazenamento de Dados - Instalação

O *Zabbix Server* é o núcleo da arquitetura de monitoramento, responsável por coletar, armazenar, processar e disponibilizar as métricas enviadas pelos agentes instalados nos computadores dos laboratórios. Para garantir seu funcionamento adequado, é necessário atender a alguns requisitos mínimos e seguir um conjunto de etapas de instalação.

Requisitos para Instalação do Zabbix Server

A instalação do *Zabbix Server* requer três componentes essenciais, sendo um deles o sistema operacional compatível. O *Zabbix* oferece suporte oficial para diversas distribuições Linux, entre as quais se destacam:

- **Debian** 11 ou 12;
- **Ubuntu Server** 20.04 LTS ou superior;
- **CentOS, AlmaLinux** ou **Rocky Linux**.

Para fins acadêmicos, de compatibilidade e facilidade de administração, recomenda-se a utilização do **Ubuntu Server LTS**, que oferece ampla documentação, estabilidade e praticidade durante o processo de instalação do *Zabbix Server*.

Recursos de Hardware

Os requisitos de hardware variam conforme o número de máquinas monitoradas. Para um ambiente institucional com até 50 computadores, recomenda-se:

1. **CPU:** 1 a 2 núcleos Para 50 computadores, 1 núcleo já funciona, mas 2 núcleos garantem estabilidade e margem para crescimento.
2. **Memória RAM:** 2 GB (mínimo), 4 GB (ideal), onde 4 GB é o melhor ponto de equilíbrio para um *Zabbix Server* com histórico de 1 a 3 meses.
3. **Armazenamento:** aproximadamente 20 GB para histórico curto (30 dias) e 30 GB para manter um histórico maior, como 3 a 6 meses;
4. **Rede:** interface Gigabit para garantir estabilidade na comunicação com os agentes.

c) Banco de Dados

O *Zabbix Server* requer um banco de dados para armazenar métricas, histórico, eventos e configurações. Os sistemas suportados incluem:

1. MySQL/MariaDB (mais utilizado);
2. PostgreSQL;
3. SQLite (não recomendado para ambientes reais).

Para este projeto, recomenda-se a utilização do MariaDB, por oferecer melhor desempenho e estabilidade em aplicações de monitoramento.

d) Serviços Adicionais Necessários

A instalação do *Zabbix Server* também exige a presença dos seguintes componentes:

1. **Servidor Web:** Apache ou Nginx;
2. **PHP:** versão 7.4 ou superior;
3. **Extensões PHP:** php-mysql, php-gd, php-xml, php-bcmath, php-mbstring, entre outras dependências;
4. **Configuração de Firewall:** liberação das portas:
 - (a) 10051/TCP – comunicação entre o *Zabbix Server* e os agentes;
 - (b) 80/443 – acesso à interface web do *Zabbix*.

Como Instalar o Zabbix Server no Ubuntu Server LTS

Segue um guia detalhado no anexo A, conforme a documentação oficial do *Zabbix*, apresentando os comandos necessários para instalação e configuração no sistema Ubuntu Server LTS.

Com a instalação do *Zabbix Server* concluída, o acesso à interface web pode ser realizado por meio do navegador, utilizando o endereço IP do servidor seguido de “/Zabbix”. Por exemplo:

`http://192.168.0.1/Zabbix`

Na tela inicial, o usuário deve autenticar-se utilizando o nome de usuário padrão Admin (com “A” maiúsculo) e a senha padrão que é Zabbix. A partir desse ponto, estabelece-se a camada central da arquitetura de manutenção preditiva, na qual o *Zabbix Server* passa a:

- a) receber métricas enviadas pelos *Zabbix Agents* instalados nos computadores dos laboratórios;
- b) armazenar dados em um banco de alta disponibilidade;
- c) analisar tendências de funcionamento;
- d) detectar anomalias automaticamente;

- e) emitir alertas para futuras falhas;
- f) fornecer dados estruturados ao *Grafana* para visualizações avançadas.

Esta camada é fundamental para transformar dados técnicos em informações úteis, criando assim a base necessária para a implementação efetiva de uma manutenção preditiva.

4.2.4 Zabbix Agent: Conceito, Funcionalidade, Aplicações e Processo de Instalação

O *Zabbix Agent* é um componente fundamental dentro da arquitetura de monitoramento do *Zabbix*. Ele atua diretamente nas máquinas monitoradas, coletando métricas relacionadas ao desempenho, ao estado dos componentes e ao comportamento geral do sistema operacional. Trata-se de um serviço leve, eficiente e multiplataforma, projetado para funcionar de maneira contínua sem causar impacto significativo no desempenho do equipamento.

O que é o Zabbix Agent

O *Zabbix Agent* é um programa executado localmente em computadores, servidores e dispositivos que precisam ser monitorados. Sua função principal é:

- a) coletar métricas do hardware e do sistema operacional,
- b) enviar essas informações ao *Zabbix Server*,
- c) executar verificações internas (como temperatura, RAM, utilização de CPU),
- d) reportar falhas, lentidões e anomalias de funcionamento.

Em resumo, ele é o “sensor” responsável por fornecer ao *Zabbix Server* dados em tempo real sobre a condição de cada máquina monitorada e por ser multiplataforma o *Zabbix Agent* pode ser instalado em uma ampla variedade de máquinas e sistemas operacionais, incluindo Linux, Windows, macOS e sistemas do tipo Unix.

Instalação do Zabbix Agent

A instalação do *Zabbix Agent* é um processo simples, podendo variar de acordo com o sistema operacional utilizado. No anexo B, apresentam-se os procedimentos recomendados para ambientes acadêmicos, com foco nos sistemas Linux (Ubuntu/Debian) e Windows, que são os mais utilizados nos laboratórios.

Após os passos descritos no anexo B, o agente passa imediatamente a enviar métricas ao *Zabbix Server*.

O *Zabbix Agent* constitui a base operacional da manutenção preditiva, sendo responsável pela coleta contínua das informações essenciais sobre o funcionamento das máquinas. Sua capacidade de monitorar desempenho, condições físicas e comportamentos anômalos permite antecipar falhas antes que interfiram nas atividades acadêmicas. Ao ser instalado em todos os computadores de um laboratório, cada equipamento torna-se uma fonte ativa de dados, possibilitando análises precisas pelo *Zabbix Server* e alimentando os painéis visualizados no *Grafana*.

4.2.5 Grafana: Conceito e Processo de Instalação

O *Grafana* é uma plataforma de código aberto voltada para a visualização e análise de dados provenientes de diversas fontes. Ele permite a criação de *dashboards* interativos, gráficos dinâmicos, alertas visuais e painéis personalizados que facilitam o monitoramento de sistemas, redes e infraestrutura computacional.

Sua principal função é transformar dados brutos em informações visuais claras e facilmente interpretáveis, possibilitando a identificação rápida de tendências, anomalias e falhas potenciais. No contexto da manutenção preditiva, o *Grafana* desempenha um papel essencial ao exibir, de forma consolidada, as métricas coletadas pelo *Zabbix Server* por meio de gráficos e indicadores.

Como o Grafana é instalado

A instalação do *Grafana* é simples e compatível com diversos sistemas operacionais, incluindo Linux, Windows e Docker. No anexo C, apresenta-se o procedimento recomendado para servidores Linux (Ubuntu/Debian), que são amplamente utilizados em ambientes acadêmicos e institucionais.

Com a integração concluída, é possível criar *dashboards* personalizados utilizando qualquer métrica coletada pelo *Zabbix*.

4.2.6 Resultados Visuais da Implementação da Arquitetura Proposta

Esta seção apresenta os resultados visuais obtidos a partir da implementação prática da arquitetura de manutenção preditiva proposta neste trabalho. O cenário experimental foi composto por um servidor *Zabbix* instalado em uma máquina virtual com sistema operacional Ubuntu server 24.04 LTS, responsável pelo processamento e armazenamento dos dados, e por máquinas monitoradas com *Zabbix Agent* instalados tanto em ambiente Linux também sendo uma máquina virtual com Ubuntu, quanto em ambiente Windows sendo essa a minha máquina física.

A figura 4.1 a seguir, ilustra o layout da arquitetura, onde uma máquina servidor possui duas máquinas hosts.

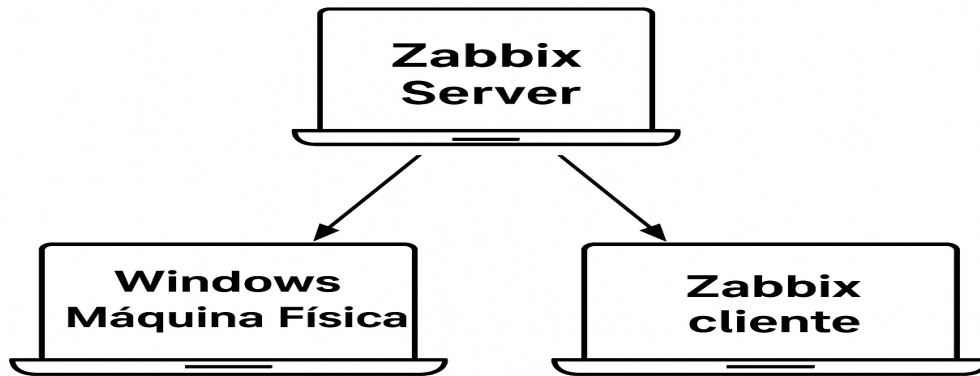


Figura 4.1: *Ilustração do layout do servidor*

Fonte: O autor (2025)

Os dados coletados pelos agentes foram integrados ao *Zabbix Server* e posteriormente visualizados por meio da plataforma *Grafana*, possibilitando a construção de *dashboards* interativos para acompanhamento em tempo real das principais métricas de desempenho dos computadores monitorados. Entre os indicadores analisados destacam-se a utilização de CPU, o consumo de memória RAM, o uso de disco e parâmetros relacionados ao desempenho da rede.

A apresentação desses resultados por meio de painéis gráficos permite demonstrar, de forma prática, a viabilidade da arquitetura proposta para aplicação em ambientes acadêmicos, como os laboratórios do IFPB-Campus Campina Grande. Além disso, os *dashboards* evidenciam como a manutenção preditiva pode ser apoiada por ferramentas de monitoramento, fornecendo subsídios para a identificação antecipada de falhas e para a tomada de decisões técnicas mais rápidas e assertivas.

Nas linhas a seguir, são apresentados os *dashboards* desenvolvidos, acompanhados de suas respectivas capturas de tela (prints), bem como a análise técnica dos principais indicadores exibidos em cada painel.

4.2.7 Dashboards de Monitoramento Desenvolvidos no Cenário Experimental

A figura 4.2 a seguir, mostra as três máquinas descritas anteriormente sendo eles o *Zabbix server*, o *Zabbix client* e o *windows* cliente e seus respectivos IPS.

A figura 4.3 a seguir, mostra o *dashboard* da métrica CPU onde esta sendo monitorada o CPU *user time* das três máquinas e onde o comando `/*` utilizado no *group* e no *host* significa qualquer um grupo ou *host* que tenha no seu *Zabbix*.

Nome	Itens	Triggers	Gráficos	Descoberta	Web	Interface	Proxy	Templates	Estado	Disponibilidade	Encrypção do agente	Informação	Etiquetas
Windows Máquina Física	Itens 143	Triggers 101	Gráficos 18	Descoberta 4	Web 192.168.10.93:10050			Windows by Zabbix agent	Ativado	ZBX	Nenhum		
Zabbix cliente	Itens 75	Triggers 30	Gráficos 16	Descoberta 3	Web 192.168.10.168:10050			Linux by Zabbix agent	Ativado	ZBX	Nenhum		
Zabbix server	Itens 153	Triggers 83	Gráficos 16	Descoberta 6	Web 127.0.0.1:10050			Linux by Zabbix agent, Zabbix server health	Ativado	ZBX	Nenhum		

A mostrar 3 de 3 encontrados

Figura 4.2: Interface do Zabbix Server onde mostra os três hosts ativos.

Fonte: O autor (2025)



Figura 4.3: Dashboard do Grafana onde mostra o CPU user time das três máquinas.

Fonte: O autor (2025)

A figura 4.4 a seguir, apresenta um painel de monitoramento desenvolvido no *Grafana*, integrado ao *Zabbix Server*, que exibe o comportamento do consumo de memória RAM de uma máquina com sistema operacional Windows ao longo do período das últimas 24 horas. O gráfico mostra, em tempo real, a variação da memória utilizada, permitindo a visualização de picos, estabilidade e possíveis tendências de sobrecarga.



Figura 4.4: Dashboard do Grafana onde mostra o uso de memória do windows.

Fonte: O autor (2025)

A figura 4.5 a seguir, apresenta um painel de monitoramento desenvolvido no *Grafana*, integrado ao *Zabbix Server*, que representa o comportamento da fila média de leitura e escrita do disco (Disk Average Queue Size) da unidade C: de uma máquina com sistema operacional Windows ao longo das últimas 24 horas. Esse indicador demonstra o nível de demanda sobre o disco, permitindo identificar momentos de maior sobrecarga, possíveis gargalos de I/O e

riscos de degradação no desempenho.

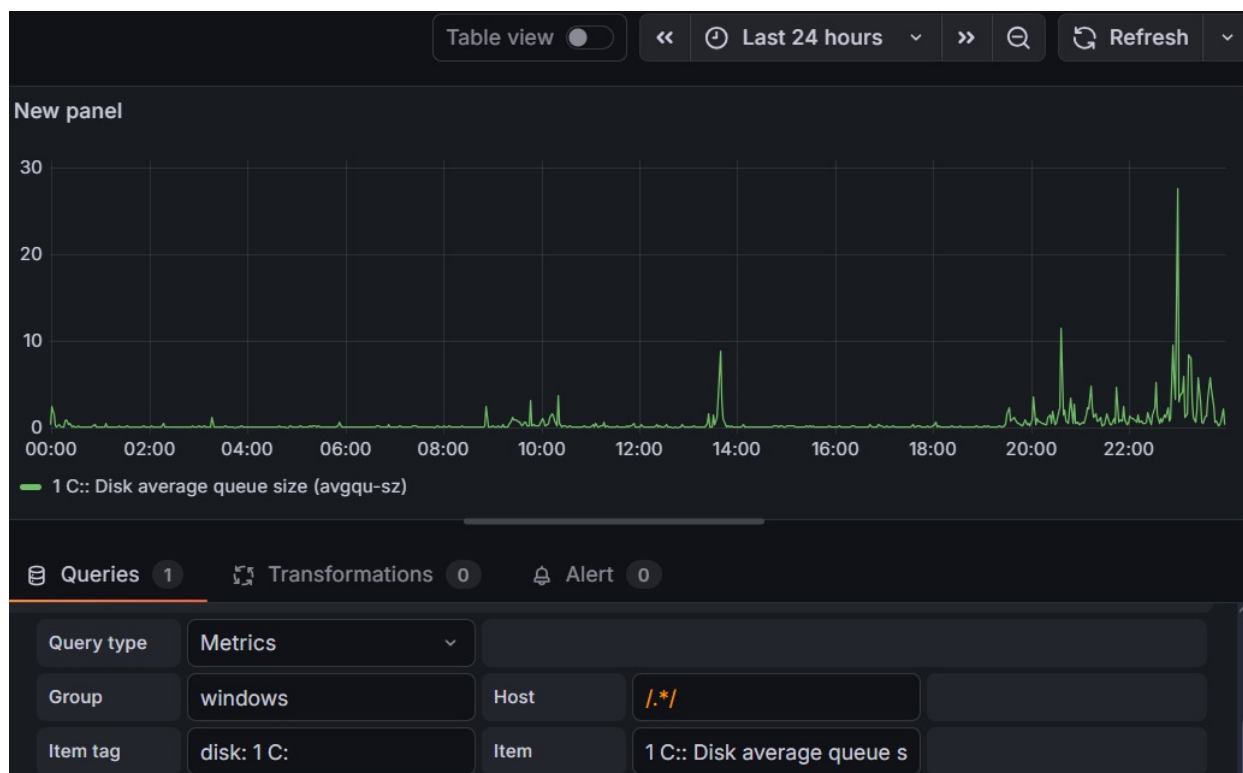


Figura 4.5: Dashboard do Grafana onde mostra o número médio de operações de leitura e gravação de disco.

Fonte: O autor (2025)

A figura 4.6 a seguir, apresenta um painel de monitoramento de rede desenvolvido no *Grafana*, que ilustra a variação da velocidade de transmissão da interface de rede sem fio (Wi-Fi – Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3165) de uma máquina com sistema operacional Windows ao longo das últimas 24 horas. Esse gráfico permite acompanhar oscilações na taxa de transferência de dados, identificar quedas de desempenho, instabilidades na conexão e possíveis interferências na comunicação de rede.

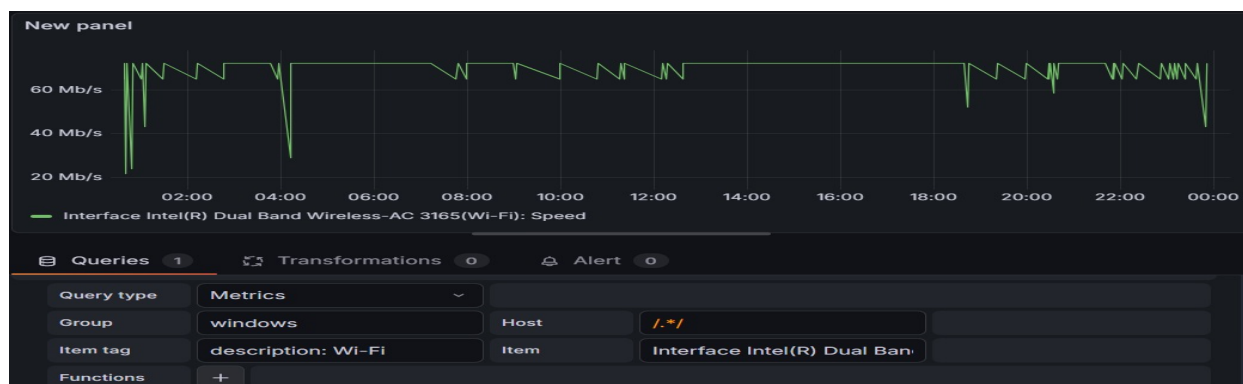


Figura 4.6: Dashboard do Grafana onde mostra a velocidade da rede Wifi.

Fonte: O autor (2025)

Os resultados apresentados neste capítulo evidenciam que a arquitetura proposta, baseada na integração entre *Zabbix* e *Grafana*, é plenamente capaz de coletar e visualizar, em

tempo real, métricas essenciais de desempenho, como uso de CPU, memória RAM, disco e rede, nos computadores monitorados. A construção dos *dashboards* demonstrou, na prática, que é possível identificar tendências de sobrecarga, gargalos de I/O e instabilidades na comunicação de rede, oferecendo subsídios concretos para a tomada de decisão no contexto da manutenção preditiva nos laboratórios Campus Campina Grande. Além das métricas exemplificadas, destaca-se que a solução adotada é altamente extensível. O *Zabbix* permite o monitoramento de uma infinidade de outros parâmetros, como latência/tempo de resposta, taxa de Erros, utilização detalhada de recursos de sistema, disponibilidade de serviços, comportamento da rede em diferentes camadas, engajamento do Usuário, contagem de logs e etc. Enquanto o *Grafana* possibilita a construção de novos painéis e indicadores personalizados a partir desses dados. Dessa forma, a implementação realizada neste trabalho representa não apenas uma prova de conceito funcional, mas também uma base escalável para o acompanhamento contínuo da infraestrutura de TI do campus, podendo ser gradualmente expandida para outros laboratórios, serviços e tipos de equipamentos.

Capítulo 5

Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo propor e implementar uma arquitetura de monitoramento voltada à manutenção preditiva dos computadores do laboratório do IFPB Campus Campina Grande, utilizando as ferramentas *Zabbix* e *Grafana*. A partir do estudo dos conceitos de monitoramento, observabilidade e manutenção preditiva, bem como da análise das características das ferramentas selecionadas, foi possível elaborar uma solução capaz de coletar, armazenar e visualizar métricas de desempenho em tempo quase real, visando sanar a lacuna da manutenção preditiva observada pela entrevista.

A implementação contemplou a instalação e configuração do *Zabbix Server* em uma máquina virtual, bem como o uso de agentes em sistemas operacionais distintos, incluindo máquinas com GNU/Linux e Windows. Foram definidas métricas básicas de desempenho, tais como uso de CPU, memória, disco e rede, cujos dados foram submetidos a testes e posteriormente apresentados por meio de *dashboards* construídos no Grafana. Esses painéis permitiram observar picos de uso, comportamentos recorrentes e possíveis gargalos de recursos, demonstrando, na prática, o potencial da arquitetura para apoiar decisões de manutenção.

Os resultados obtidos evidenciam que o uso integrado de *Zabbix* e *Grafana* se mostra adequado ao contexto de laboratórios acadêmicos, uma vez que oferece uma visão consolidada do estado dos equipamentos e permite identificar, com antecedência, sinais de degradação de desempenho que podem levar a falhas. Dessa forma, a solução proposta contribui para a transição de um modelo predominantemente corretivo para uma abordagem mais preventiva e preditiva, reduzindo a probabilidade de indisponibilidade dos recursos computacionais durante atividades de ensino.

Além disso, verificou-se que a arquitetura é flexível e escalável, podendo ser expandida para abranger um número maior de máquinas, laboratórios e serviços de infraestrutura, bem como adaptada para monitorar diferentes tipos de métricas e sistemas. Outro aspecto relevante é a utilização de ferramentas livres, o que reduz custos de licenciamento e favorece a autonomia tecnológica da instituição, alinhando-se à realidade orçamentária de instituições públicas de ensino.

Capítulo 6

Trabalhos Futuros para Expansão da Arquitetura de Monitoramento Preditivo

Este capítulo apresenta propostas de trabalhos futuros voltados à expansão e ao amadurecimento da arquitetura de manutenção preditiva baseada em *Zabbix* e *Grafana* implantada neste estudo. As sugestões aqui descritas têm como objetivo transformar a prova de conceito realizada em um sistema institucional de monitoramento contínuo, capaz de abranger um número maior de laboratórios, serviços e equipamentos do IFPB Campus Campina Grande.

6.1 Expansão para Todos os Laboratórios do Campus

Como primeiro desdobramento, propõe-se a ampliação gradual da arquitetura de monitoramento para todos os laboratórios de informática do campus. A instalação do *Zabbix Agent* em cada máquina permitiria:

- coletar métricas de CPU, memória, disco e rede de forma padronizada;
- acompanhar diferenças de desempenho entre laboratórios com perfis de uso distintos;
- identificar equipamentos mais críticos ou mais suscetíveis a falhas recorrentes.

Essa expansão deve ser acompanhada da criação de grupos de *hosts* e *templates* específicos no *Zabbix*, facilitando a organização por laboratório, curso ou tipo de atividade (redes, programação, multimídia, etc.), bem como da construção de *dashboards* temáticos no *Grafana*.

6.2 Integração com Processos Formais de Manutenção

Um passo importante para consolidar a manutenção preditiva é integrar o sistema de monitoramento aos processos formais de manutenção já existentes no campus. Como trabalhos futuros, propõe-se:

- estudar a integração entre o *Zabbix* e o SUAP ou outro sistema de chamados, permitindo a abertura automática de *tickets* quando determinadas condições forem atingidas (por exemplo, temperatura crítica, disco perto do limite de capacidade ou taxa de erros elevada);
- padronizar fluxos de atendimento baseados nos alertas emitidos, definindo prazos, responsáveis e prioridades;
- registrar, nos chamados, as informações coletadas pelo *Zabbix/Grafana* como evidências, facilitando a análise posterior de causa raiz.

Essa integração tende a transformar o monitoramento em uma ferramenta estratégica de gestão, e não apenas em um painel de observação técnica.

6.3 Avaliação de Impacto na Rotina Acadêmica

Por fim, um conjunto relevante de trabalhos futuros envolve a análise do impacto da manutenção preditiva na rotina acadêmica. Sugere-se:

- comparar, ao longo de um período prolongado, indicadores como tempo de indisponibilidade de laboratórios, quantidade de aulas interrompidas por falhas e volume de chamados de manutenção antes e depois da adoção do monitoramento;
- coletar a percepção de professores e estudantes por meio de questionários ou entrevistas, avaliando se houve melhora na confiabilidade dos laboratórios;
- investigar se os dados coletados podem ser utilizados também como recurso didático em disciplinas de redes, sistemas operacionais, gerenciamento de serviços de TI, entre outras.

Essas análises podem reforçar o argumento de que a manutenção preditiva, apoiada por ferramentas como *Zabbix* e *Grafana*, contribui diretamente para a qualidade do ensino.

Apêndice A

Roteiro de Entrevista sobre as Rotinas de Manutenção

As questões a seguir foram elaboradas com o objetivo de compreender as práticas de manutenção realizadas nos laboratórios, abrangendo as modalidades corretiva, preventiva e preditiva, bem como identificar dificuldades e oportunidades de melhoria.

1 - Sobre a rotina de Manutenção Corretiva nos computadores dos laboratórios:

- a. Quando ocorre uma falha em algum equipamento ou rede, como é realizado o processo de correção?
- b. Existe algum tempo médio de resposta?
- c. Quem geralmente é acionado para resolver a situação?

2 - Sobre a rotina de Manutenção Preventiva nos computadores dos laboratórios:

- a. Existe um cronograma de inspeções ou manutenções periódicas?
- b. Quais tipos de atividades preventivas são realizadas?
- c. Com que frequência essas atividades acontecem?

3 - Sobre a Manutenção Preditiva nos computadores dos laboratórios:

- a. Atualmente é realizado algum tipo de monitoramento para prever falhas?
- b. Há coleta de dados como temperatura dos equipamentos, tráfego de rede ou tempo de resposta de servidores?

- c. Quais são as ferramentas que vocês utilizam para auxiliar no monitoramento preditivo?
- d. Existe interesse ou necessidade de adotar ferramentas de predição no futuro?

4 - Dificuldades e Sugestões de Melhoria:

- a. Quais são as maiores dificuldades enfrentadas na manutenção dos laboratórios?
- b. Na sua visão, quais melhorias poderiam ser implementadas para facilitar o trabalho da equipe?

Apêndice B

Transcrição da Entrevista com o Coordenador dos Laboratórios do IFPB – Campus Campina Grande

Identificação da Entrevista

Entrevistado: Coordenador dos Laboratórios de Informática do IFPB – Campus Campina Grande.

Entrevistador: Eric Clementino de Carvalho.

Data da Entrevista: [24/09/2025].

Local: IFPB – Campus Campina Grande.

Transcrição Integral

1 - Sobre a rotina de Manutenção Corretiva nos computadores dos laboratórios:

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta A): A primeira pergunta seria sobre a manutenção corretiva, que é quando ocorre uma falha em algum equipamento ou na rede. Como é feito o processo de correção?

Pessoa 2 (Coordenador): A gente precisa especificar algumas coisas fundamentais, que é como a coordenação funciona. Certo. Existe a Coordenação de Manutenção dos Laboratórios de Informática, que é a que eu pertencço. Nós somos responsáveis apenas pela manutenção nos laboratórios. Certo. Já a Coordenação de TI (Tecnologia da Informação) é responsável pela manutenção da infraestrutura de rede, de campo e da área administrativa. Então, a minha coordenação é basicamente apenas com os laboratórios da porta do labora-

tório para dentro. Essa é a diferença.

Então, tem algumas coisas que eu posso ajudar e outras que ficam mais por conta da TI. Mas, voltando à primeira pergunta, como é que é feita a manutenção quando ocorre uma falha?

Pessoa 1 (Entrevistador): Isso, uma falha do equipamento ou na rede do laboratório.

Pessoa 2 (Coordenador): Pronto. Quando ocorre isso, geralmente alguém nos aciona. Temos um setor onde ficamos lotados, então o professor responsável pelo laboratório, ao identificar o problema, acessa o computador e abre um chamado no sistema *SUAP*. Lá existe uma aba para chamados técnicos. Ele preenche, e nós recebemos essa notificação, colocando o atendimento na nossa ordem de execução. Assim que possível, verificamos o dia e fazemos o reparo.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta B): Qual seria mais ou menos o tempo médio dessa resposta, para ir lá realmente fazer o conserto?

Pessoa 2 (Coordenador): Essa resposta depende. O *SUAP* já tem tempos pré-estabelecidos: manutenção em hardware até 72 horas; em rede, até 24 horas. Geralmente atendemos rápido. O que às vezes atrapalha é o laboratório estar ocupado com aulas, e damos prioridade para que as aulas aconteçam normalmente.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta C): Quem geralmente é mandado para lá é uma equipe interna?

Pessoa 2 (Coordenador): Sim, é uma equipe interna. Temos quatro servidores lotados nesse setor de manutenção.

2 - Sobre a rotina de Manutenção Preventiva nos computadores dos laboratórios:

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta A): Sobre a manutenção preventiva, existe algum cronograma de inspeções das máquinas ou da rede periodicamente?

Pessoa 2 (Coordenador): Sim.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta B): Quais tipos de atividades preventivas são realizadas?

Pessoa 2 (Coordenador): Esse período é curto, então aproveitamos para fazer as inspeções gerais e substituições de peças.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta C): Com que frequência essas atividades acontecem?

Pessoa 2 (Coordenador): Geralmente fazemos isso a cada seis meses, mas, na prática, ocorre uma vez por ano, entre dezembro e fevereiro, durante o recesso docente.

3 - Sobre a Manutenção Preditiva nos computadores dos laboratórios:

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta A): Sobre a manutenção preditiva, hoje é feito algum tipo de monitoramento para prever as falhas?

Pessoa 2 (Coordenador): No momento, não. Estamos implementando isso. Antes, havia limitações de infraestrutura faltavam servidores e nossa rede era antiga. Agora estamos renovando a rede e, até o final do ano, devemos colocar em funcionamento um sistema que permita isso.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta B): Há alguma coleta de dados sobre o estado das máquinas dos laboratórios?

Pessoa 2 (Coordenador): Não, apenas no *SUAP*. Lá conseguimos ver os chamados abertos e os que já foram atendidos, mas ainda não há coleta por máquina individual.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta C): Quais são as ferramentas que vocês utilizam para auxiliar no monitoramento preditivo?

Pessoa 2 (Coordenador): Nenhuma, pois não existe manutenção preditiva.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta D): Existe interesse ou necessidade de adotar ferramentas de predição no futuro?

Pessoa 2 (Coordenador): Sim, com certeza. Pois há uma grande necessidade de mudar a atual dependência da manutenção corretiva.

4 - Dificuldades e Sugestões de Melhoria:

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta A): Quais são as maiores dificuldades enfrentadas na manutenção dos laboratórios? Seria mais a parte de orçamento e da rede antiga?

Pessoa 2 (Coordenador): Temos algumas dificuldades organizacionais. Há laboratórios multiuso, que não possuem um professor responsável, e isso dificulta a gestão. Em alguns cursos, como o de Mineração, existe um coordenador específico que cuida do laboratório e solicita os softwares necessários, mas nos multiuso há muitos professores e cursos diferentes, o que dificulta o controle.

Na parte de infraestrutura, estamos melhorando: já fazemos compras de reposição e mantemos um pequeno estoque de peças, como fontes, placas e memórias.

Pessoa 1 (Entrevistador)(Pergunta B): Na sua visão como coordenador, quais melhorias poderiam ser feitas para facilitar o trabalho de vocês?

Pessoa 2 (Coordenador): A primeira seria o gerenciamento dos laboratórios. Precisamos de uma hierarquia mais clara. A compra de materiais e melhorias deveria ser responsabilidade de quem gerencia o laboratório, e não do setor de manutenção. Também é importante o planejamento orçamentário no serviço público nada é imediato, tudo precisa de planejamento e solicitação prévia. Então, acho que o que falta é essa gestão mais organizada para que possamos planejar melhor as melhorias.

(Fim da transcrição.)

Apêndice C

Resposta do Questionário para o Campus João Pessoa

Este capítulo apresenta as respostas fornecidas pela coordenadora dos laboratórios do IFPB – Campus João Pessoa ao questionário aplicado por e-mail, contemplando aspectos relacionados às rotinas de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, bem como dificuldades e sugestões de melhoria.

1 - Sobre a rotina de Manutenção Corretiva nos computadores dos laboratórios:

A) Quando ocorre uma falha em algum equipamento ou rede, como é realizado o processo de correção?

Todos os atendimentos são feitos através do Sistema SUAP, onde os professores e técnicos administrativos abrem o chamado e a equipe realiza o atendimento.

B) Existe algum tempo médio de resposta?

O tempo de atendimento depende de vários fatores. Se o problema for simples, a resolução é mais rápida. Nos laboratórios de informática, o horário disponível influencia bastante. Contudo, há um SLA de 24 horas.

C) Quem geralmente é acionado para resolver a situação?

Técnicos internos.

2 - Sobre a rotina de Manutenção Preventiva nos computadores dos laboratórios:

A) Existe um cronograma de inspeções ou manutenções periódicas?

Sim. Existe um cronograma de manutenção preventiva permanente em todos os ambientes.

B) Quais tipos de atividades preventivas são realizadas?

1. Limpeza interna dos equipamentos;
2. Troca de pasta térmica;
3. Atualização de programas quando necessário;
4. Execução de programas para otimizar o desempenho do computador, como remoção de cookies e arquivos temporários.

C) Com que frequência essas atividades acontecem?

Nos laboratórios de informática a frequência é mensal. Na parte administrativa, é bimestral.

3 - Sobre a Manutenção Preditiva nos computadores dos laboratórios:

A) Atualmente é realizado algum tipo de monitoramento para prever falhas?

Sim. Existem ferramentas que auxiliam nesse monitoramento.

B) Há coleta de dados como temperatura dos equipamentos, tráfego de rede ou tempo de resposta de servidores?

Sim.

C) quais são as ferramentas que vocês utilizam para auxiliar no monitoramento preditivo?

Usamos o Prometheus, Grafana, Zabbix.

D) Existe interesse ou necessidade de adotar ferramentas de predição no futuro?

(Resposta não fornecida no questionário, pois eles já possuem.)

4 - Dificuldades e Sugestões de Melhoria:

A) Quais são as maiores dificuldades enfrentadas na manutenção dos laboratórios?

- Computadores com, em média, mais de cinco anos de uso, exigindo reparos frequentes para mantê-los funcionando;
- Ocupação diária dos laboratórios das 7h às 22h, dificultando a realização das manutenções.

B) Quais melhorias poderiam ser implementadas para facilitar o trabalho da equipe de manutenção?

- Atualização periódica do parque tecnológico, com garantia de cinco anos;
- Disponibilização de horários livres nos laboratórios para que as manutenções possam ser realizadas com maior rapidez, evitando manutenções corretivas desnecessárias.

Apêndice D

Resposta do Questionário para o Campus de Patos

1 - Sobre a rotina de Manutenção Corretiva nos computadores dos laboratórios:

A) Quando ocorre uma falha em algum equipamento ou rede, como é realizado o processo de correção?

Todos os chamados são atendidos via módulo da Central de Serviços disponibilizado no SUAP. Para as mais diversas situações, solicita-se aos usuários que abram um chamado na Central, e, dependendo da natureza do serviço (computadores, ativos de rede etc.), a demanda é direcionada ao profissional responsável do setor.

B) Existe algum tempo médio de resposta?

O tempo é determinado pelo SLA atribuído a cada demanda no momento de sua abertura no SUAP. Esse prazo varia conforme a natureza e a complexidade do serviço.

C) Quem geralmente é acionado para resolver a situação?

O setor conta com três profissionais: um Técnico de TI, um Técnico de Laboratório de TI e um Analista de TI. Chamados dos setores administrativos são direcionados ao Técnico de TI; chamados dos laboratórios, ao Técnico de Laboratório; e demandas relativas à rede, ao Analista de TI. Outros profissionais podem atuar quando necessário.

2 - Sobre a rotina de Manutenção Preventiva nos computadores dos laboratórios:

A) Existe um cronograma de inspeções ou manutenções periódicas?

Sim.

B) Quais tipos de atividades preventivas são realizadas?

Revisão de teclados, mouses, verificação da integridade física dos equipamentos e componentes, além de revisão dos programas instalados (atualizações, instalações e desinstalações).

C) Com que frequência essas atividades acontecem?

Ao final de cada ano letivo.

3 - Sobre a Manutenção Preditiva nos computadores dos laboratórios:

A) Atualmente é realizado algum tipo de monitoramento para prever falhas?

Sim.

B) Há coleta de dados como temperatura dos equipamentos, tráfego de rede ou tempo de resposta de servidores?

Sim.

C) Quais são as ferramentas utilizadas para auxiliar no monitoramento preditivo?

Zabbix, Grafana, OCS Inventory, NXFilter e Unifi Controller.

D) Existe interesse ou necessidade de adotar ferramentas de predição no futuro?

(Resposta não fornecida no questionário, pois eles já possuem.)

4 - Dificuldades e Sugestões de Melhoria:

A) Quais são as maiores dificuldades enfrentadas na manutenção dos laboratórios?

Falta de janelas de tempo para realização dos procedimentos; desrespeito aos avisos de interdição; indisponibilidade de ferramentas, componentes e materiais; e limitações técnicas internas.

B) Na sua visão, quais melhorias poderiam ser implementadas para facilitar o trabalho da equipe de manutenção?

Aquisições periódicas de componentes e ferramentas, melhoria da infraestrutura física e da acomodação dos equipamentos, qualificação e engajamento dos profissionais do setor, além de maior valorização e priorização por parte da gestão.

Anexo

Anexo A

Guia detalhado de Instalação do Zabbix Server no Ubuntu Server LTS

a) Instalar o repositório oficial do Zabbix

Primeiramente, atualize os pacotes do sistema:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

Em seguida, instale o repositório oficial do Zabbix:

```
wget https://repo.zabbix.com/zabbix/7.4/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release_7.4-1+ubuntu22.04_all.deb
sudo dpkg -i zabbix-release_7.4-1+ubuntu22.04_all.deb
sudo apt update
```

b) Instalar o servidor, frontend e agente Zabbix

```
sudo apt install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php \
zabbix-apache-conf zabbix-sql-scripts zabbix-agent -y
```

c) Instalar e configurar o banco de dados MySQL

Instale o MySQL Server:

```
sudo apt install mysql-server -y
```

Acesse o console do banco de dados:

```
sudo mysql
```

No console SQL, execute:

```
create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
create user 'zabbix'@'localhost' identified by 'password';
grant all privileges on zabbix.* to 'zabbix'@'localhost';
set global log_bin_trust_function_creators = 1;
quit;
```

Importe o esquema inicial do banco de dados:

```
zcat /usr/share/zabbix/sql-scripts/mysql/server.sql.gz | \
mysql -uzabbix -p zabbix
```

Após a importação, desative a permissão temporária:

```
sudo mysql
set global log_bin_trust_function_creators = 0;
quit;
```

d) **Configurar o banco de dados no servidor Zabbix**

Edite o arquivo de configuração:

```
sudo nano /etc/zabbix/zabbix_server.conf
```

Localize a linha:

```
DBPassword=
```

E altere para:

```
DBPassword=password
```

e) **Ajustar o fuso horário no PHP**

Edite o arquivo:

```
sudo nano /etc/zabbix/apache.conf
```

Descomente e configure:

```
php_value date.timezone America/Sao_Paulo
```

f) **Iniciar o servidor Zabbix e os serviços necessários**

```
sudo systemctl restart zabbix-server zabbix-agent apache2  
sudo systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2
```

g) **Acessar a interface web do Zabbix**

A interface estará disponível no endereço:

`http://host/zabbix`

Apêndice B

Guia de Instalação no Linux (Ubuntu/Debian) e Windows

Passo 1 — Atualizar o sistema

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

Passo 2 — Instalar o repositório do Zabbix

```
wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.0/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.0-4+ubuntu22.04_all.deb
sudo dpkg -i zabbix-release_6.0-4+ubuntu22.04_all.deb
sudo apt update
```

Passo 3 — Instalar o Zabbix Agent

```
sudo apt install zabbix-agent -y
```

Passo 4 — Configurar o Zabbix Agent

Edite o arquivo de configuração:

```
sudo nano /etc/zabbix/zabbix_agentd.conf
```

Configure os parâmetros essenciais:

```
Server=IP_DO_SERVIDOR
ServerActive=IP_DO_SERVIDOR
Hostname=NOME_DA_MAQUINA
```

Passo 5 — Habilitar e iniciar o serviço

```
sudo systemctl restart zabbix-agent
sudo systemctl enable zabbix-agent
```

O agente estará pronto para enviar dados ao Zabbix Server.

Instalação no Windows

Para sistemas Windows, o processo é realizado por meio de instalador gráfico. Os passos são:

1. Acessar o site oficial do Zabbix e escolher o agent na versão windows e baixe o instalador do Zabbix Agent na mesma versão do seu Zabbix server.
2. Executar o instalador e informar:
 - a) Endereço do Zabbix Server;
 - b) Nome do Host;
 - c) Porta padrão: 10050.
3. Concluir a instalação e iniciar o serviço pelo utilitário *Services.msc*.

Apêndice C

Guia de Instalação do Grafana

Instalação do Grafana no Linux (Ubuntu/Debian)

Passo 1 — Atualizar o sistema

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

Passo 2 — Adicionar o repositório oficial do Grafana

```
sudo apt install -y software-properties-common wget  
wget -q -O - https://packages.grafana.com/gpg.key | sudo apt-key add -  
sudo add-apt-repository "deb https://packages.grafana.com/oss/deb stable main"
```

Passo 3 — Instalar o Grafana

```
sudo apt update  
sudo apt install grafana -y
```

Passo 4 — Habilitar e iniciar o serviço

```
sudo systemctl enable grafana-server  
sudo systemctl start grafana-server
```

Acessar a Interface do Grafana

Após a instalação, acesse a interface gráfica do Grafana por meio do navegador utilizando o endereço:

`http://IP_DO_SERVIDOR:3000`

As credenciais padrão são:

1. **Usuário:** admin
2. **Senha:** admin

O sistema solicitará que a senha seja alterada no primeiro acesso.

Integração do Grafana com o Zabbix

Para conectar o Grafana ao Zabbix, é necessário instalar o plugin oficial:

```
sudo grafana-cli plugins install alexanderzobnin-zabbix-app  
sudo systemctl restart grafana-server
```

Após a instalação do plugin, a configuração deve ser feita na interface do Grafana:

1. Acessar o menu *Configuration* → *Data Sources*;
2. Selecionar a opção **Zabbix**;
3. Informar o endereço do *Zabbix Server*;
4. Testar a conexão;
5. Salvar as configurações.

Referências Bibliográficas

[Abreu 2023] ABREU, R. A. d. Eficácia da manutenção preventiva. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 3, p. 2112–2119, abr. 2023. ISSN 2675-3375. 14, 24

[Cordeiro 2025] CORDEIRO, E. *Manutenção Corretiva: O que é, custo e quando fazer*. 2025. Tractian. Disponível em: <<https://tractian.com/blog/manutencao-corretiva>>. Acesso em: 11 nov. 2025. 21, 23, 24, 30, 31

[Cordeiro e Assumpção 2016] CORDEIRO, J. C.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Manutenção corretiva: Um procedimento para estabelecimento de indicadores para gestão de ações na área de manutenção e operações. *Exacta*, v. 14, p. 173–182, 7 2016. ISSN 1983-9308. 14, 19, 20, 24, 30

[Ferreira et al. 2021] FERREIRA, J. C. M. et al. Gestão da manutenção preventiva e sua importância. In: *Anais do Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial*. [S.l.]: Even3, 2021. ISBN 978-65-5941-094-1. 14, 19, 22, 24, 25, 30

[Grafana Labs 2025] Grafana Labs. *Grafana Official Website*. 2025. Disponível em: <<https://grafana.com>>. 29, 35, 39

[Munhoz et al. 2022] MUNHOZ, L. E. et al. Manutenção preditiva e suas vantagens. In: *Anais do Simpósio de Tecnologia da Fatec (SITEFA)*. [S.l.: s.n.], 2022. p. 142–157. 14, 15, 19, 24, 25, 30, 31

[NXFilter 2025] NXFilter. *NXFilter Official Website*. 2025. Disponível em: <<https://nxfilter.org>>. 35

[OCS Inventory NG 2025] OCS Inventory NG. *OCS Inventory NG Official Website*. 2025. Disponível em: <<https://ocsinventory-ng.org>>. 35

[Pires e Okada 2020] PIRES, C. A.; OKADA, R. H. Manutenção preditiva. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, p. 635–647, 7 2020. ISSN 2447-0864. 14, 19, 31

[Prometheus 2025] Prometheus. *Prometheus Official Website*. 2025. Disponível em: <<https://prometheus.io>>. 29, 35

[TOTVS 2023] TOTVS. *Manutenção Preventiva: o que é, como funciona e como aplicar*. 2023. Blog TOTVS. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/manutencao-preventiva>>. Acesso em: 12 nov. 2025. 21, 23, 30, 31

[Ubiquiti 2025] Ubiquiti. *UniFi Controller Official Website*. 2025. Disponível em: <<https://ui.com/software>>. 35

[Zabbix 2025] Zabbix. *Zabbix Official Website*. 2025. Disponível em: <<https://www.zabbix.com>>. 29, 35, 39

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Campina Grande - Código INEP: 25137409
	R. Tranquilino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

Documento Digitalizado Restrito

Entrega da Versão Final do TCC

Assunto:	Entrega da Versão Final do TCC
Assinado por:	Eric Clementino
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Restrito
Hipótese Legal:	Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Eric Clementino de Carvalho, DISCENTE (202311210009) DE TECNOLOGIA EM TELEMÁTICA - CAMPINA GRANDE, em 11/01/2026 00:01:53.

Este documento foi armazenado no SUAP em 11/01/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1726521
Código de Autenticação: ac688032ad

