



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Campus João Pessoa

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação

Nível Mestrado Profissional

LUCAS VELOSO BARREIRO PAULO

TÍTULO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOÃO PESSOA

2025

Lucas Veloso Barreiro Paulo

Título

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Dr. Nome Sobrenome

João Pessoa

2025

D383m	AutorSobrenome, AutorNome Título/ Lucas Veloso Barreiro Paulo. – 2025. 19 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.
	Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação, João Pessoa, PB, 2025.
	Orientador: Prof. Dr. Nome Sobrenome;
	1. Palavra-chave1 2. Palavra-chave1 3. Palavra-chave1 I. Título

CDU 621.3

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Nome Sobrenome – CRB 10/1298)

Lucas Veloso Barreiro Paulo

Título

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Aprovado em 11 de Janeiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Nome Sobrenome – IFPB
Avaliador

Prof. Dr. Nome Sobrenome – UFPB
Avaliador Externo

Prof. Dr. Nome Sobrenome – UFCG
Avaliador Externo

Prof. Dr. Nome Sobrenome (Orientador)
(Coorientador)

Visto e permitida a impressão
João Pessoa

Prof. Dr. Nome do Coordenador do curso
Coordenador PPPGTI

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

AGRADECIMENTOS

RESUMO

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Palavras-chaves: Redes de computadores, protocolos de acesso ao meio.

ABSTRACT

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Key-words: Computer networks, MAC protocols.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de atividades para a conclusão da pesquisa.	18
Tabela 2 – Cronograma para conclusão da pesquisa.	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

abnTeX ABsurdas Normas para TeX

LISTA DE SÍMBOLOS

Γ Letra grega Gama

Λ Lambda

ζ Letra grega minúscula zeta

\in Pertence

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos da pesquisa	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Gestão e Eficiência Energética	15
2.2	Monitoramento e Aquisição de Dados Industriais	15
2.3	Motores Elétricos e Diagnóstico de Falhas	15
2.4	Instrumentação e Dispositivos de Medição	16
3	DESCRIÇÃO DA PROPOSTA	17
3.1	Aplicabilidade	17
3.2	Metodologia	17
3.3	Resultados Parciais	17
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
4.1	Propostas para Continuação da Pesquisa	18
4.2	Cronograma	18
4.3	Comentários sobre as Referências	19

1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de aprimorar a eficiência energética industrial tem levado as organizações a adotar metodologias e sistemas de gestão baseados em normas internacionais, como a ISO 50001, que estabelece diretrizes para o desenvolvimento, implementação e melhoria contínua de sistemas de gestão de energia. Essa norma orienta as empresas a monitorar, medir e analisar o consumo energético de forma sistemática, permitindo identificar oportunidades de otimização e redução de custos operacionais sem comprometer a produtividade. Segundo a ABNT NBR ISO 50001:2018, a aplicação de um sistema de gestão de energia visa “habilitar uma organização a seguir uma abordagem sistemática para alcançar a melhoria contínua do desempenho energético, incluindo eficiência, uso e consumo de energia” (ABNT, 2018).

No cenário industrial brasileiro, a busca por maior eficiência energética também se apresenta como uma necessidade estratégica diante do crescimento das demandas de produção e do aumento dos custos com energia elétrica. De acordo com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o setor industrial representa uma das maiores parcelas do consumo energético nacional, e a adoção de práticas sistemáticas de gestão e monitoramento pode reduzir em até 20%

Definição do problema e motivação

O principal desafio enfrentado por muitas indústrias é atender às exigências de rastreabilidade e controle energético impostas pela ISO 50001, sem incorrer em altos custos de implantação de novos sistemas. Em muitos casos, há equipamentos de medição e comunicação já instalados na planta, porém subutilizados devido à falta de integração entre dispositivos, protocolos e plataformas de supervisão.

Surge, portanto, a necessidade de propor uma solução que aproveite a infraestrutura existente, integrando dados de medidores e sensores industriais em um sistema único de monitoramento energético. Além de atender às normas de gestão, essa integração pode ampliar a capacidade de diagnóstico técnico, auxiliando equipes de manutenção na identificação de falhas, anomalias e comportamentos anormais de consumo.

1.1 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema de monitoramento energético industrial baseado na integração de equipamentos e dados já disponíveis na planta, com o propósito de atender aos requisitos da ISO 50001 e fornecer suporte técnico para manutenção e análise de desempenho.

Os objetivos específicos são:

Mapear os pontos de medição existentes na instalação e suas respectivas variáveis elétricas e energéticas;

Integrar os dispositivos inteligentes (medidores, sensores e controladores) por meio de protocolos industriais de comunicação;

Desenvolver um sistema supervisório para coleta, armazenamento e visualização de dados em tempo real;

Implementar indicadores energéticos (EnPIs) conforme as diretrizes da ISO 50001;

Avaliar o desempenho do sistema quanto à confiabilidade, precisão e utilidade para análise de falhas e manutenção preventiva.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Após introduzir o contexto da eficiência energética industrial e a necessidade de monitoramento conforme a ISO 50001, esta seção apresenta os conceitos fundamentais relacionados à gestão de energia, aquisição de dados industriais e diagnóstico de falhas em motores elétricos, os quais embasam o desenvolvimento do sistema proposto.

2.1 Gestão e Eficiência Energética

A gestão energética tem como objetivo otimizar o uso dos recursos elétricos de modo a reduzir perdas e custos operacionais. No contexto industrial, o consumo elétrico está fortemente associado ao uso de motores e equipamentos de grande porte, o que torna essencial o acompanhamento contínuo de indicadores de desempenho energético.

A norma ISO 50001 estabelece diretrizes para implementação de sistemas de gestão de energia (SGE), baseados no ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir). O cumprimento dessa norma exige medições precisas de consumo, definição de indicadores e documentação de melhorias contínuas no desempenho energético.

2.2 Monitoramento e Aquisição de Dados Industriais

O monitoramento contínuo é um dos pilares para atender aos requisitos da ISO 50001. Em ambientes industriais, ele é realizado por dispositivos de medição, como analisadores de energia e controladores programáveis, integrados via protocolos de comunicação.

Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) permitem a supervisão de processos e o registro de variáveis elétricas em tempo real. A integração desses sistemas com tecnologias IoT possibilita o armazenamento e análise remota dos dados energéticos.

Os principais protocolos utilizados em redes industriais são Modbus, Profinet e OPC UA, que garantem interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes e compatibilidade com plataformas de análise.

2.3 Motores Elétricos e Diagnóstico de Falhas

Os motores de indução trifásicos são responsáveis por uma parcela significativa do consumo energético industrial. O desempenho desses motores é diretamente afetado por condições elétricas e mecânicas, sendo o diagnóstico precoce de falhas essencial para evitar paradas não programadas.

As falhas mais comuns incluem curto-circuitos entre espiras, desgaste de rolamentos, desalinhamentos e desequilíbrios de fase. Técnicas de diagnóstico como a Análise de Assinatura de Corrente (MCSA) e o uso da Transformada Rápida de Fourier (FFT) permitem identificar variações nos sinais de corrente e vibração associadas a essas falhas.

2.4 Instrumentação e Dispositivos de Medição

Para o monitoramento elétrico, utilizam-se sensores de corrente, tensão e temperatura, além de medidores inteligentes que consolidam as informações de consumo e qualidade de energia. Dispositivos como o Siemens Sentron PAC3200 possibilitam a leitura detalhada de parâmetros como potência ativa e reativa, fator de potência e distorção harmônica total (THD).

Esses dados, quando tratados e analisados, permitem tanto o acompanhamento do desempenho energético quanto a identificação de condições anormais em equipamentos, alinhando o sistema às práticas de manutenção preditiva e gestão energética exigidas pela ISO 50001.

3 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

3.1 Aplicabilidade

3.2 Metodologia

O QUE PODE TER:

- passo a passo para que o leitor possa REPLICAR o que você fez e DESCRIÇÃO DE MATERIAIS também suficientemente claros para uma replicação da pesquisa
- modalidades da pesquisa
- dependendo se for qualitativa ou quantitativa, os detalhamentos são diferentes. Por exemplo, que grupo de controle usará em um trabalho que usa estatística ou o modo como fará a triangulação dos dados em um estudo de caso
- dependendo do nível em que estiver a pesquisa (exploratória, descritiva ou explicativa), justificar os métodos adotados
- mostrar como os dados são coletados
- ferramentas utilizadas e JUSTIFICAR O FERRAMENTAL!
- CUIDADO!! Alguém na banca poderá perguntar “Por que você usou esta metodologia/- tecnologia/ferramenta e não outra?” – já vá se preparando para responder sobre isso no futuro
- Explique detalhadamente como o trabalho será desenvolvido, etapa por etapa, e quem participará de sua pesquisa se for o caso
- Esclareça sobre os procedimentos técnicos, as técnicas que serão utilizadas e como os dados serão tabulados e analisados
- Defina processos adotados
- Detalhe, dependendo de como o material estiver relacionado ao problema de sua pesquisa, hardware, software, algoritmos, métodos de desenvolvimento, técnicas utilizadas – se houver muitas categorias, divida-as em SUB-SEÇÕES

3.3 Resultados Parciais

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Propostas para Continuação da Pesquisa

4.2 Cronograma

PENSE:

- o que vai gastar
- ... e com quê
- quanto
- quem vai financiar...
- mas não é da sua vida no mestrado, é da SUA PESQUISA
- pode incluir estudos prévios e deve prever publicação

Um exemplo de lista de atividades é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Lista de atividades para a conclusão da pesquisa.

Etapas	
Atividade	Descrição
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Exemplo de tabela para cronograma é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Cronograma para conclusão da pesquisa.

Atividade	Meses										
	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20	09/20	10/20	11/20	12/20	01/21	02/21
1	X	X	X								
2		X	X	X							
3				X	X	X					
4						X	X				
5						X	X	X			
6									X	X	X

4.3 Comentários sobre as Referências

obs: Retirar essa seção para o documento final

DEVE:

- listar tudo que foi citado E CITAR TUDO QUE FOI REFERENCIADO!!!!!!!
- atentar para as normas usadas na INSTITUIÇÃO, se não houver, usar ABNT
- ver exemplos anteriores, modelos e atualização das normas
- livro, capítulo de livro etc., mas PRINCIPALMENTE (BEM MAIS!!!) artigos científicos
- de preferência citar outros trabalhos da instituição (de eventos ou de revistas quando for uma publicação direcionada a eles)
- é interessante no mestrado incluir levantamentos (surveys)
- é interessante incluir algum mapeamento ou revisão sistemática para mostrar preocupações gerais com a área