



**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. 23 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

Figura 1 – Logo IFPB.	17
-----------------------	-------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de atividades para a conclusão da pesquisa.	22
Tabela 2 – Cronograma para conclusão da pesquisa.	22

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	14
1.1	Objetivos da pesquisa	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Trabalhos Relacionados	17
2.2	Gestão e Eficiência Energética Industrial	17
2.2.1	Conceitos de eficiência e desempenho energético	17
2.2.2	Indicadores energéticos (EnPIs) e análise de consumo	17
2.2.3	Diretrizes e objetivos da ISO 50001	18
2.3	Grandezas Elétricas e Qualidade de Energia	18
2.3.1	Corrente, tensão, potência ativa, reativa e aparente	18
2.3.2	Cálculo e análise em sistemas trifásicos	18
2.3.3	Principais distúrbios elétricos e seus impactos	18
2.4	Sensoriamento e Medição de Grandezas Elétricas	18
2.4.1	Transformadores de corrente e potencial (TC e TP)	18
2.4.2	Medidores digitais e dispositivos inteligentes	18
2.4.3	Aquisição e confiabilidade dos dados de medição	18
2.5	Automação Industrial e Redes de Comunicação	18
2.5.1	Estrutura de sistemas automatizados	18
2.5.2	Protocolos industriais: Modbus, Profinet, Ethernet/IP e OPC UA	19
2.5.3	Integração entre dispositivos de medição e sistemas supervisórios	19
2.6	Arquitetura de Sistemas de Monitoramento Energético	19
2.6.1	Etapas: coleta, processamento, armazenamento e visualização	19
2.6.2	Comunicação e sincronização de dados (WebSocket, MQTT)	19
2.6.3	Sistemas SCADA e IIoT aplicados ao monitoramento energético	19
2.7	Visualização e Análise de Dados Energéticos	19
2.7.1	Dashboards, indicadores e relatórios de consumo	19
2.7.2	Monitoramento em tempo real e análise de tendências	19
2.7.3	Aplicações práticas para gestão e tomada de decisão	19
2.8	Normas e Regulamentações Técnicas Aplicáveis	19
2.8.1	ISO 50001, IEC 61000, NBR 5410 e NR-10	20
2.8.2	Requisitos de segurança, qualidade e eficiência energética	20
2.9	Trabalhos e Soluções Correlatas	20
2.9.1	Sistemas de monitoramento energético existentes	20
2.9.2	Comparação entre soluções comerciais e acadêmicas	20

2.9.3	Relevância e diferencial da proposta desenvolvida	20
3	DESCRIÇÃO DA PROPOSTA	21
3.1	Aplicabilidade	21
3.2	Metodologia	21
3.3	Resultados Parciais	21
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
4.1	Propostas para Continuação da Pesquisa	22
4.2	Cronograma	22
4.3	Comentários sobre as Referências	23

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

PRINCIPAIS PROBLEMAS:

- Apresentação do embasamento teórico da sua pesquisa não fica clara.
- Cita, mas não indica o que poderia usar de um autor, especialmente metodologias e resultados.
- Não indica resultados e se seriam adequados para seu trabalho
- Muita citação indireta (use mais citações diretas)
- O texto não mostra argumentos e nem posições, só listando outras pesquisas
- CUIDADO!!!!!! Não é só mostrar que leu, fazendo citações que nada têm a ver com a outra – cada citação deve ser coesa com a anterior
- Ter um grau de profundidade dependente da modalidade da pesquisa
- CUIDADO! Apresentação do referencial teórico do projeto é diferente da do trabalho final que poderá mudar com o delineamento do trabalho:
 - teorias mais aprofundadas
 - outros conceitos básicos inter-relacionados
 - aspectos mais voltados para o efetivamente mostrado no resultado do seu trabalho com estabelecimento de um “diálogo científico”

SUGESTÃO DE ROTEIRO:

1. Fundamente os principais conceitos e eventualmente enuncie um MARCO TEÓRICO (um enunciado que é uma dedução ou conceito que será a espinha dorsal do seu trabalho) levado em consideração em todas as seções do projeto; é um conceito “guarda-chuva” do qual não se pretende sair nem se contrapor em nenhum momento.
2. Descrever o que já foi realizado na área específica do estudo (aqui poderia ser uma seção de TRABALHOS RELACIONADOS no artigo) – mostrar como autores antigos e recentes têm tratado o problema ou problemas similares com mais detalhes do que quando citou na apresentação.
3. Relacionando os autores, pode-se, especialmente em relação à METODOLOGIA e aos RESULTADOS:

- Mostrar o que um complementa em relação ao outro
 - O que um é diferente em relação ao outro e qual seria a razão
 - As semelhanças de um em relação ao outro e em que isso ajudaria seu trabalho, obtendo ideias das duas pesquisas
 - Mas CUIDADO para não relacionar autores TOTALMENTE INCOMPATÍVEIS!!!!!!
4. Situar-se quanto a posição teórica adotada, justificando-a.
 5. CUIDADO!!!!!! Não é só mostrar que leu, fazendo citações que nada têm a ver com a outra – cada citação deve ser coesa com a anterior

2.1 Trabalhos Relacionados

Teste

Exemplo de figura. A Figura 1 mostra a Logo do IFPB.

Figura 1 – Logo IFPB.



Exemplo de equação: matematicamente, o Fator de Potência (FP) pode ser expresso como:

$$FP = \frac{\cos(\varphi)}{\sqrt{1 - THD^2}} \quad (1)$$

Teste

2.2 Gestão e Eficiência Energética Industrial

PlaceHolder

2.2.1 Conceitos de eficiência e desempenho energético

PlaceHolder

2.2.2 Indicadores energéticos (EnPIs) e análise de consumo

PlaceHolder

2.2.3 Diretrizes e objetivos da ISO 50001

Placeholder

2.3 Grandezas Elétricas e Qualidade de Energia

Placeholder

2.3.1 Corrente, tensão, potência ativa, reativa e aparente

Placeholder

2.3.2 Cálculo e análise em sistemas trifásicos

Placeholder

2.3.3 Principais distúrbios elétricos e seus impactos

Placeholder

2.4 Sensoriamento e Medição de Grandezas Elétricas

Placeholder

2.4.1 Transformadores de corrente e potencial (TC e TP)

Placeholder

2.4.2 Medidores digitais e dispositivos inteligentes

Placeholder

2.4.3 Aquisição e confiabilidade dos dados de medição

Placeholder

2.5 Automação Industrial e Redes de Comunicação

Placeholder

2.5.1 Estrutura de sistemas automatizados

Placeholder

2.5.2 Protocolos industriais: Modbus, Profinet, Ethernet/IP e OPC UA

PlaceHolder

2.5.3 Integração entre dispositivos de medição e sistemas supervisórios

PlaceHolder

2.6 Arquitetura de Sistemas de Monitoramento Energético

PlaceHolder

2.6.1 Etapas: coleta, processamento, armazenamento e visualização

PlaceHolder

2.6.2 Comunicação e sincronização de dados (WebSocket, MQTT)

PlaceHolder

2.6.3 Sistemas SCADA e IIoT aplicados ao monitoramento energético

PlaceHolder

2.7 Visualização e Análise de Dados Energéticos

PlaceHolder

2.7.1 Dashboards, indicadores e relatórios de consumo

PlaceHolder

2.7.2 Monitoramento em tempo real e análise de tendências

PlaceHolder

2.7.3 Aplicações práticas para gestão e tomada de decisão

PlaceHolder

2.8 Normas e Regulamentações Técnicas Aplicáveis

PlaceHolder

2.8.1 ISO 50001, IEC 61000, NBR 5410 e NR-10

PlaceHolder

2.8.2 Requisitos de segurança, qualidade e eficiência energética

PlaceHolder Teste

2.9 Trabalhos e Soluções Correlatas

Teste

2.9.1 Sistemas de monitoramento energético existentes

Teste

2.9.2 Comparação entre soluções comerciais e acadêmicas

Teste

2.9.3 Relevância e diferencial da proposta desenvolvida

Teste

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