

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Relatório de Estágio Supervisionado

Lucas Carmo Paschoal

Campina Grande
2025

Lucas Carmo Paschoal

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande.

Orientador: Edmar Candeia Gurjão

Campina Grande
2025

Lucas Carmo Paschoal

Relatório de Estágio Supervisionado

BANCA EXAMINADORA:

Edmar Candeia Gurjão – Orientador

Prof. - Convidado

Campina Grande
2025

Dedico este trabalho à minha família.
Aos meus pais, pela educação que me deram.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, que sempre me deram apoio incondicional em todos os momentos da minha jornada.

“Medir é conhecer, o que não se mede não se pode controlar.” – William Thomson

RESUMO

Este relatório apresenta as atividades realizadas por Lucas Carmo Paschoal durante o Estágio Supervisionado no Laboratório de Metrologia (LABMET), pertencente á unidade acadêmica de Engenharia Elétrica (DEE) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sob orientação do Professor Edmar Candeia Gurjão e supervisão do Professor Leocarlos Bezerra da Silva Lima.

Palavras-chave: Metrologia, Calibração

ABSTRACT

This report presents the activities carried out by the Lucas Carmo Paschoal during the Supervised Internship at the Metrology Laboratory (LABMET), belonging to the Department of Electrical Engineering (DEE) at the Federal University of Campina Grande (UFCG), under the guidance of Professor Edmar Candeia Gurjão and supervision of Professor Leocarlos Bezerra da Silva Lima.

Keywords: Metrology, Calibration

Lista de Figuras

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Montagem realizada em laboratório para a calibração. | 18 |
| 2 | Montagem do procedimento de calibração segundo manual do Fluke 5520A. . . | 18 |

Lista de Abreviaturas e Siglas

- **UFCG** – Universidade Federal de Campina Grande.
- **LABMET** – Laboratório de Metrologia de Campina Grande.
- **VIM** – Vocabulário Internacional de Metrologia.
- **SI** – Sistema Internacional de Unidades.
- **BIMP** – Bureau International des Poids et Mesures.
- **ISO** – International Organization for Standardization.
- **ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- **NBR** – Norma Brasileira.
- **GUM** – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.

Sumário

1	Introdução	14
1.1	Local de Estágio	14
1.2	Plano de estágio	14
2	Fundamentação Teórica	14
2.1	Metrologia	15
2.2	Incerteza, Precisão e Exatidão de Medição	15
3	Atividades Realizadas	16
3.1	Curso Interpretação e aplicação da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 .	16
3.2	Revisão e melhoria do texto do procedimento de calibração do multímetro	17
3.3	Calibração do multímetro digital	17
3.4	Avaliação e melhoria do funcionamento das planilhas de calibração de instru- mentos	19
3.5	Criação do relatório de funcionamento das planilha	19
4	Considerações finais	20
	Referências	21

1 Introdução

A disciplina Estágio Supervisionado é componente obrigatório da grade curricular do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande e tem como principal objetivo possibilitar que o aluno em final de curso utilize os conhecimentos adquiridos nas disciplinas ao longo da sua formação para desempenhar atividades que o ajudem a se preparar para o que será encontrado no âmbito profissional. Este relatório contém a descrição das tarefas realizadas entre o período de 21/07/2025 a 15/09/2025 com carga horária de 22 horas semanais, totalizando 180 horas sob a orientação do professor Edmar Candeia Gurjão e supervisão do professor Leocarlos Bezerra da Silva Lima.

1.1 Local de Estágio

As atividades realizadas neste trabalho foram desenvolvidas no Laboratório de Metrologia de Campina Grande (LABMET). A finalidade do LABMET é promover a criação, o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de atividades de referência em calibração de sistemas elétricos, sendo acreditado pelo INMETRO, o que assegura a qualidade e a confiabilidade de seus serviços. Além disso, o laboratório oferece soluções tecnológicas e serviços de metrologia, atuando em áreas como metrologia industrial, consultoria e capacitação. Entre seus principais destaques, encontram-se a câmara semi-aneecóica para medições eletromagnéticas e o radiotelescópio BINGO.

1.2 Plano de estágio

A carga horária matriculada do Estágio Supervisionado foi de 180 horas cujo plano inicial estabelecido é descrito abaixo.

- Curso Interpretação e aplicação da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017;
- Estudo do procedimento de calibração;
- Calibração de equipamentos do lab;
- Avaliação e melhoria do funcionamento das planilha de calibração de instrumentos;
- Criação do relatório de funcionamento das planilha;

2 Fundamentação Teórica

Esta seção tem como propósito expor os fundamentos teóricos que embasam o desenvolvimento do presente trabalho. Primeiramente, são apresentados os princípios da metrologia e da

calibração, enfatizando sua relevância para assegurar a confiabilidade e a rastreabilidade dos resultados de medição. Na sequência, abordam-se conceitos-chave, como exatidão, precisão, erro de medição, repetitividade e reprodutibilidade, indispensáveis para a compreensão da qualidade das medições realizadas em ambiente laboratorial. Por fim, são analisadas as principais fontes de incerteza relacionadas ao processo de calibração de instrumentos elétricos, ressaltando sua importância para a avaliação crítica dos resultados obtidos.

2.1 Metrologia

A metrologia é definida pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) como a ciência da medição e suas aplicações [1]. Ela engloba todos os aspectos teóricos e práticos da medição, independentemente da incerteza associada ou do campo de aplicação. Desse modo, abrange desde os conceitos fundamentais até os métodos e procedimentos utilizados, assegurando que as práticas de medição mantenham consistência, confiabilidade e aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento e setores produtivos.

A hierarquia do sistema metrológico inicia-se no nível mais alto com as unidades do SI e o Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), responsável pela manutenção dos padrões universais de medição. Logo abaixo, estão os institutos nacionais de metrologia, como o Inmetro no Brasil, que garantem a disseminação desses padrões em âmbito nacional. Em seguida, encontram-se os laboratórios de calibração e ensaio, cuja função é intermediar os padrões nacionais e os instrumentos empregados em processos industriais. Por fim, na base do sistema, situam-se os laboratórios de chão de fábrica, onde as medições são aplicadas diretamente nas atividades produtivas e industriais[5].

Essa hierarquia representa a forma como a rastreabilidade metrológica é estruturada, assegurando que todos os resultados de medição estejam conectados, de maneira ininterrupta, a uma referência internacionalmente reconhecida. Implica, portanto, na garantia de confiabilidade, comparabilidade e padronização das medições em diferentes níveis, desde o cenário global até a aplicação prática no ambiente fabril.

2.2 Incerteza, Precisão e Exatidão de Medição

A incerteza de medição é definida pelo Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM) como o parâmetro associado a um resultado de medição que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos ao mensurando [2]. Em outras palavras, a incerteza expressa o grau de confiança em relação ao valor obtido, refletindo as limitações inerentes ao processo de medição.

No contexto da calibração de instrumentos elétricos, diversas fontes de incerteza padrão devem ser consideradas para assegurar a confiabilidade dos resultados. Entre as principais, destacam-se a resolução do instrumento sob teste, a resolução do calibrador, a incerteza do calibrador, a exatidão do calibrador e a repetitividade das medições.

A precisão refere-se ao grau de concordância entre os resultados de medições repetidas sob condições especificadas [3]. Esse conceito está intimamente ligado à dispersão dos valores medidos: quanto menor a variação entre as repetições, maior será a precisão. É importante destacar que a precisão não implica necessariamente proximidade em relação ao valor verdadeiro; ela apenas indica consistência entre as medições.

A variabilidade observada nos resultados pode ser avaliada por meio de dois parâmetros complementares:

a repetitividade, que representa a variação em medições realizadas em condições idênticas (mesmo operador, equipamento, ambiente e curto intervalo de tempo);

e a reprodutibilidade, que considera variações quando há mudanças nas condições, como operador, instrumento, laboratório ou período de medição.

Por fim, a exatidão é definida pelo Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) como a proximidade entre o valor medido e o valor verdadeiro da grandeza em questão [3]. Trata-se de uma característica do resultado e não de um valor numérico específico. Assim, não se deve dizer que um instrumento possui exatidão fixa; o correto é afirmar que sua exatidão aumenta à medida que o valor medido se aproxima do valor de referência.

3 Atividades Realizadas

3.1 Curso Interpretação e aplicação da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017

Foi realizado durante o estágio o Curso de Interpretação e Aplicação da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, na modalidade presencial, com carga horária total de 16 horas, que teve como conteúdo programado:

- Apresentar como é feita uma calibração de instrumentos de medição;
- Apresentar o processo de acreditação de laboratório baseado na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017;
- Mostrar a estrutura atual do Sistema de Gestão da Qualidade do LabMet;
- Apresentar os principais termos e definições da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017;
- Mostrar alguns conceitos de metrologia que aparecem na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017;
- Apresentar os objetivos e benefícios da implantação da norma;
- Apresentar a estrutura como a norma está organizada;
- Apresentar os principais requisitos da norma em cada seção;

- Chamar a atenção para os pontos mais importantes em cada seção da norma;
- Discutir formas de implementação da norma;
- Apresentar tipos de evidências para atendimento aos requisitos da norma;
- Entender a diferença entre correção e ação corretiva;
- Apresentar algumas ferramentas da qualidade.

3.2 Revisão e melhoria do texto do procedimento de calibração do multímetro

Foi realizada a leitura detalhada do procedimento de calibração do multímetro. A partir dessa análise inicial, foram conduzidas discussões com a equipe técnica do laboratório, o que possibilitou a identificação de aspectos que necessitavam de maior clareza e detalhamento. Durante a revisão, eliminaram-se repetições de termos e realizaram-se adequações na redação, de modo a tornar a leitura mais clara e o entendimento do procedimento mais objetivo e acessível.

Em especial, buscou-se incluir no documento informações que, embora fizessem parte da expertise do corpo técnico, não estavam devidamente registradas no procedimento, bem como padronizar alguns procedimentos operacionais relacionados à calibração, garantindo maior consistência, confiabilidade e adequado registro das atividades.

3.3 Calibração do multímetro digital

A calibração do multímetro digital foi realizada por meio de uma montagem experimental, como mostra a Figura 1, na qual o equipamento em análise foi conectado ao multicalibrador, conforme indicado na Figura 2 do manual do Fluke 5520A. Nesse processo, o multicalibrador tem a função de gerar os sinais de referência, enquanto o multímetro realiza a medição correspondente. Dessa forma, é possível comparar os valores indicados pelo multímetro com os valores de referência fornecidos pelo multicalibrador, permitindo a avaliação da exatidão do instrumento.

O multicalibrador utilizado é capaz de gerar grandezas elétricas em diferentes naturezas e modos de operação, abrangendo tensão AC/DC, corrente AC/DC e resistência. Cada uma dessas grandezas é disponibilizada em faixas específicas, que permitem a calibração do multímetro em diferentes níveis de medição, de modo a verificar o seu desempenho em toda a extensão de operação.

As faixas de calibração adotadas foram organizadas conforme descrito a seguir:

- **Tensão DC:** 600 mV; 6 V; 60 V; 600 V; 1000 V;
- **Tensão AC:** 6 V; 60 V; 600 V; 1000 V;

- **Corrente DC:** 60 μ A; 60 mA; 600 mA; 20 A ;
- **Corrente AC:** 60 mA; 600 mA; 20 A;
- **Resistência:** 600 Ω ; 6 k Ω ; 60 k Ω ; 600 k Ω ; 6 M Ω ; 60 M Ω .



Figura 1: Montagem realizada em laboratório para a calibração.
 Fonte: Próprio autor.

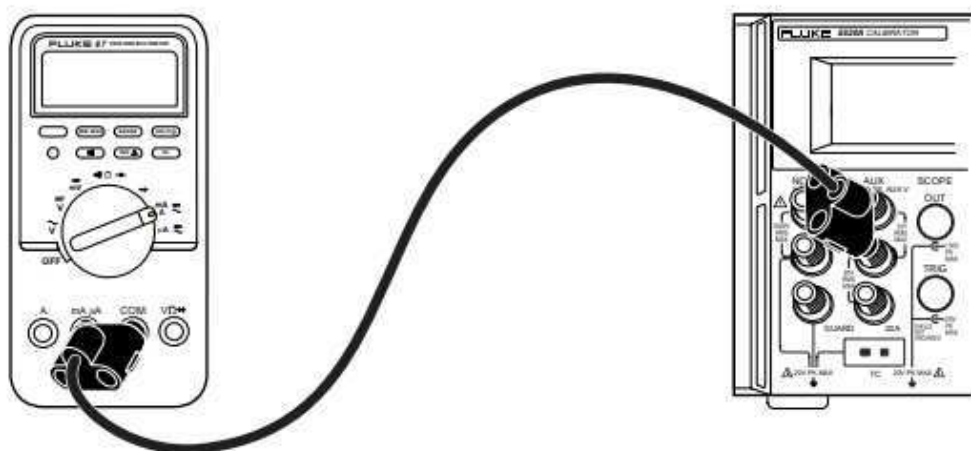


Figura 2: Montagem do procedimento de calibração segundo manual do Fluke 5520A.
 Fonte: [6].

3.4 Avaliação e melhoria do funcionamento das planilhas de calibração de instrumentos

Foram realizadas adequações nos valores apresentados nas tabelas e nos relatórios, com o objetivo de assegurar a correspondência com a resolução proposta. Esse procedimento consistiu na revisão dos valores numéricos gerados, de forma a garantir que o nível de arredondamento e a precisão estivessem de acordo com o padrão estabelecido, evitando divergências que poderiam comprometer a análise e a rastreabilidade dos resultados.

Além disso, buscou-se garantir a obtenção de dados corretos na planilha “dados do equipamento”. Nesse processo, o código responsável pela busca e pelo tratamento das informações foi alterado, assegurando que os dados fossem coletados de maneira precisa e consistente. Essa modificação teve como finalidade eliminar a necessidade de ajustes manuais quando a planilha “dados do equipamento” fosse preenchida novamente em calibrações futuras realizadas no multicalibrador, tornando o procedimento mais automatizado, padronizado e confiável.

Por fim, foi realizado o tratamento adequado das variações decorrentes da álgebra de ponto flutuante. Esse tipo de variação ocorre devido às limitações da representação numérica em computadores, que utilizam aproximações binárias para armazenar valores decimais. Tais discrepâncias, ainda que pequenas, impactam a comparação com valores exatos em cálculos sucessivos, tornando-se relevantes em processos de calibração. Assim, foram aplicadas técnicas de arredondamento e formatação padronizada, de forma a minimizar essas diferenças e assegurar maior confiabilidade nos resultados apresentados.

3.5 Criação do relatório de funcionamento das planilha

Após a etapa de revisão e correção das planilhas de calibração, foram elaborados relatórios de validação específicos para os instrumentos alicate amperímetro, alicate terrômetro e megômetro. Esses documentos tiveram como propósito apresentar de maneira detalhada o funcionamento das planilhas, explicando a origem dos resultados obtidos, as fórmulas aplicadas e a lógica de cálculo utilizada em cada procedimento.

Além da descrição do funcionamento interno, os relatórios incluíram uma verificação matemática, com o intuito de assegurar que os cálculos implementados correspondessem aos valores de referência esperados. Essa verificação possibilitou confirmar a precisão dos resultados, garantindo que as informações processadas representassem fielmente as medições realizadas ao longo das calibrações.

O objetivo central desses relatórios foi a confirmação de conformidade das planilhas de calibração, reforçando sua confiabilidade e coerência com os princípios metrológicos. Dessa forma, as planilhas passaram a ser consideradas aptas para utilização em revisões internas e em eventuais auditorias externas, consolidando seu papel como ferramentas de apoio à rastreabilidade e à gestão da qualidade no laboratório.

4 Considerações finais

O Estágio Supervisionado constituiu uma etapa essencial em minha formação acadêmica, pois permitiu consolidar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso e desenvolver novas competências práticas diretamente ligadas à área de metrologia e calibração de instrumentos. No LABMET, tive a oportunidade de atuar em atividades fundamentais para a prática profissional, como a execução de calibrações, a padronização de procedimentos e a validação de planilhas de cálculo.

A participação no curso de “Interpretação e aplicação da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017” ampliou minha compreensão acerca da relevância dos sistemas de gestão da qualidade em laboratórios, evidenciando a importância da rastreabilidade metrológica e da confiabilidade dos resultados obtidos.

Outro ponto de destaque foi a convivência com a equipe do LABMET, que contribuiu significativamente para meu amadurecimento profissional nas relações interpessoais, fortalecendo aspectos como a colaboração, o respeito mútuo e o trabalho em equipe.

Dessa forma, o estágio supervisionado configurou-se como uma experiência altamente enriquecedora, abrangendo dimensões técnicas e humanas da prática profissional do engenheiro, além de representar um passo decisivo para minha futura trajetória profissional.

Referências

- [1] INMETRO. **Dicionário de Termos Técnicos INMETRO**. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/dicionario-linguagem-simples>. Acesso em: 20 set. 2025.
- [2] BIPM. **Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)**. Sèvres: Bureau International des Poids et Mesures, JCGM 100:2008, 2008.
- [3] BIPM. **Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM)**. 3. ed. Rio de Janeiro: Inmetro, 2012.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- [5] INMETRO. **Estrutura da Metrologia Científica e Industrial**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/estrutura.asp>. Acesso em: 08 set. 2025.
- [6] FLUKE CORPORATION. **5520A Multi-Product Calibrator: Operators Manual**. Everett, WA: Fluke Corporation, 2003. Disponível em: https://assets.fluke.com/manuals/5520a___omeng0600.pdf. Acesso em: 08 set. 2025.