

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDREY ALEXANDRE GUIMARÃES

RAFAEL FELIPE PAROLIN

**DESENVOLVIMENTO DE UM MULTÍMETRO DE TRÊS CANAIS COM
COMUNICAÇÃO SEM FIO DE BAIXO CUSTO PARA LABORATÓRIOS DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

CURITIBA

2023

**ANDREY ALEXANDRE GUIMARÃES
RAFAEL FELIPE PAROLIN**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MULTÍMETRO DE TRÊS CANAIS COM
COMUNICAÇÃO SEM FIO DE BAIXO CUSTO PARA LABORATÓRIOS DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**Development of a low cost three-channel multimeter with wireless
communication for laboratories at the Federal Technological University of
Paraná**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso
de Graduação apresentado como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica do Curso de Bacharelado
em Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Juan Camilo Castellanos
Rodriguez

**CURITIBA
2023**



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

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

**ANDREY ALEXANDRE GUIMARÃES
RAFAEL FELIPE PAROLIN**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MULTÍMETRO DE TRÊS CANAIS COM
COMUNICAÇÃO SEM FIO DE BAIXO CUSTO PARA LABORATÓRIOS DA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 05/junho/2023

Nome completo e por extenso do Membro 1
Título (especialização, mestrado, doutorado
Nome completo e por extenso da instituição a qual possui vínculo

Nome completo e por extenso do Membro 2
Título (especialização, mestrado, doutorado
Nome completo e por extenso da instituição a qual possui vínculo

Nome completo e por extenso do Membro 3
Título (especialização, mestrado, doutorado
Nome completo e por extenso da instituição a qual possui vínculo

**CURITIBA
2023**

Espaço destinado à dedicatória (elemento opcional). Folha que contém o oferecimento do trabalho à determinada pessoa ou pessoas.

Exemplo:

Dedico este trabalho à minha família, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao(a) meu(minha) orientador(a) Prof.(a) Dr.(a) Nome Completo, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Espaço destinado aos agradecimentos (elemento opcional). Folha que contém manifestação de reconhecimento a pessoas e/ou instituições que realmente contribuíram com o(a) autor(a), devendo ser expressos de maneira simples.

Não devem ser incluídas informações que nominem empresas ou instituições não nominadas no trabalho.

Se o aluno recebeu bolsa de fomento à pesquisa, informar o nome completo da agência de fomento. Ex: Capes, CNPq, Fundação Araucária, UTFPR, etc. Incluir o número do projeto após a agência de fomento. Este item deve ser o último.

Atenção: não utilizar este exemplo na versão final. Use a sua criatividade!

Primeira Lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal. Segunda Lei: Um robô deve obedecer as ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei.

Terceira Lei: Um robô deve proteger sua própria existência desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e Segunda Leis (ASIMOV, Isaac, 1950) - observação: A referência deve ser incluída na lista de referências no final do trabalho.
(elemento opcional)

RESUMO

O resumo deve ressaltar de forma sucinta o conteúdo do trabalho, incluindo justificativa, objetivos, metodologia, resultados e conclusão. Deve ser redigido em um único parágrafo, justificado, contendo de 150 até 500 palavras. Evitar incluir citações, fórmulas, equações e símbolos no resumo. A referência no resumo é elemento opcional em trabalhos acadêmicos, sendo que na UTFPR adotamos por não incluí-la nos resumos contidos nos próprios trabalhos. As palavras-chave e as keywords são grafadas em inicial minúscula quando não forem nome próprio ou nome científico e separados por ponto e vírgula.

Palavras-chave: multímetro; wifi; laboratório; baixo-custo; ondas.

ABSTRACT

Seguir o mesmo padrão do resumo, com a tradução do texto do resumo e referência, se houver, para a língua estrangeira (língua inglesa).

Keywords: multimeter; wireless; lab; low-cost; waves.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOGRAFIAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTAGEM DE CÓDIGOS FONTE

Listagem 1 – Classe Aluno	32
-------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

long
long

Siglas

UTFPR Uni-
versidade
Tecnológica
Federal do
Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia, a metrologia é a ciência da medição e suas aplicações. Ela engloba todos os aspectos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o campo de aplicação. (LINCK, 2017). Para efeito de medição, são utilizados diversos instrumentos, dependendo da área de atuação e também dos parâmetros desejados. Existem medidores de temperatura, de PH, balanças digitais, espectrofotômetros, cromatógrafos, entre vários outros instrumentos de medição. O escopo de atuação deste será limitado a multímetros. Existem multímetros tanto analógicos quanto digitais. O multímetro digital é a ferramenta padrão utilizada por profissionais nas áreas de elétrica ou eletrônica, principalmente, para medir tensão, corrente e resistência, podendo este ter funções adicionais dependendo do fabricante. Tão cedo quanto 1950, foram feitas as primeiras iterações do multímetro digital, sendo a primeira versão portátil e confiável fabricada pela Fluke, em 1977, com o modelo 8020A, que revolucionou a indústria. Desenvolvidos com a expectativa de leituras mais precisas, maior fiabilidade, robustez e menores preços, este equipamento começou a ser estudado para substituir o voltímetro, amperímetro, ohmímetro, e também os multímetros analógicos. Com a evolução da tecnologia, existe a possibilidade da utilização de computadores junto aos instrumentos de medição, tornando-os ainda mais práticos, fornecendo também a possibilidade de armazenamento e tratamento dos dados obtidos. No curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a primeira interação dos alunos com instrumentos de medição, mais especificamente o multímetro digital, é feita nas matérias de Eletricidade e Magnetismo e Circuitos A. Os laboratórios de tais matérias e algumas outras serão o ponto focal da utilização dos dispositivos por este TCC desenvolvidos.

1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Curitiba, possui dois laboratórios de ensino para as disciplinas de Eletricidade e Magnetismo, Circuitos A e B, ofertadas por diversos cursos da universidade. Os laboratórios são salas com bancadas de testes para circuitos eletrônicos que possuem fontes de tensão e corrente, bem como módulos de medidores para diversos fins. Esses medidores, porém, são completamente analógicos, possuem fundo de escala que não condizem necessariamente com os testes que precisam ser realizados durante as aulas e, muitas vezes, não estão em condições adequadas de funcionamento. Isso se dá em grande parte por sua complexidade de reparos: tanto por precisarem de peças antigas para reposição, quanto por possuírem diversas peças mecânicas em seu interior que dificultam o processo de reparação, necessitando de tempo e testes, bem como calibração posterior; além

de não possuírem sistemas de proteção adequados para o uso em sala de aula – local em que o aparelho sofre desgaste por erros comuns da prática de discentes. Além dos problemas de reparos destes equipamentos, há também a questão de custos de aquisição de módulos novos que se adequem às bancadas utilizadas nos laboratórios e ao tipo de uso. Há uma grande limitação de verbas para esse processo dado os valores de medidores encontrados no mercado e disponibilidade de recursos da universidade.

1.3 OBJETIVOS

Desenvolver um equipamento de baixo custo para o auxílio à didática nas disciplinas de Eletricidade e Magnetismo, Circuitos A e Circuitos B.

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um multímetro de baixo custo com três canais capaz de medir tensão e corrente CC/CA simultaneamente, com proteções contra curto-circuito e sobretensão, capaz de se comunicar com um smartphone para apresentar as formas de onda e dados obtidos das medições para ser utilizado nos laboratórios das disciplinas de Eletricidade e Magnetismo, Circuitos A e Circuitos B da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – câmpus Curitiba.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para o desenvolvimento do multímetro serão necessários os seguintes processos:

- Levantar, juntamente dos professores que utilizam os laboratórios e que utilizarão o equipamento, quais as necessidades físicas, parâmetros de medida, e níveis de tensão e corrente necessários para atender os requerimentos das práticas experimentais;
- Verificar quais são os métodos comumente utilizados por equipamentos profissionais para proteção e amostragem de dados;
- Definir as funções específicas do equipamento;
- Listar os materiais necessários para a construção do equipamento;
- Escolher os softwares a serem utilizados para o desenvolvimento do projeto;
- Desenvolver de um protótipo funcional do multímetro de três canais;
- Desenvolver um sistema de fixação e alimentação para sua instalação nas bancadas de laboratório;

- Realizar o teste do protótipo e;
- Validar o protótipo com professores e alunos das disciplinas.

1.4 JUSTIFICATIVA

Uma ferramenta de medição de baixo custo, com capacidade de atender às principais demandas obtenção de dados, proteção e simplicidade de reparos, bem como a possibilidade de replicabilidade de maneira simples, poderia facilitar o dia a dia dos usuários deste laboratório e tornar o ensino mais dinâmico e adequado à prática almejada, além de permitir o tratamento de dados e formas de onda, estendendo a experiência de ensino das disciplinas.

1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este se trata de uma pesquisa exploratória aplicada que visa o desenvolvimento de um protótipo de um multímetro digital com suas especificidades e testes para assegurar sua viabilidade. Para a elaboração deste trabalho será necessário compreender melhor o problema que os professores das disciplinas de circuitos da UTFPR enfrentam com os equipamentos de medição disponíveis para as aulas. Aplicar questionários sobre quais medições seriam mais importantes e quais proteções deveriam ser consideradas para os mesmos. Será necessário desenvolver um sistema elétrico, mecânico e um software para a interação do usuário com o medidor. Isso demandará um estudo dos componentes a serem utilizados, bem como definir quais programas e ferramentas de desenvolvimento serão necessários para cada uma das áreas. Também sobre o equipamento, pesquisar-se-á métodos de amostragem utilizados em produtos comerciais e aprofundar os conhecimentos nos microcontroladores, componentes e plataformas de desenvolvimento escolhidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho, o objetivo foi desenvolver um multímetro capaz de medir tensão e corrente simultaneamente e enviar os dados para um smartphone por meio de uma conexão wifi. Considerando essa proposta, foram analisadas duas opções para servir como base: um multimetror e um multímetro.

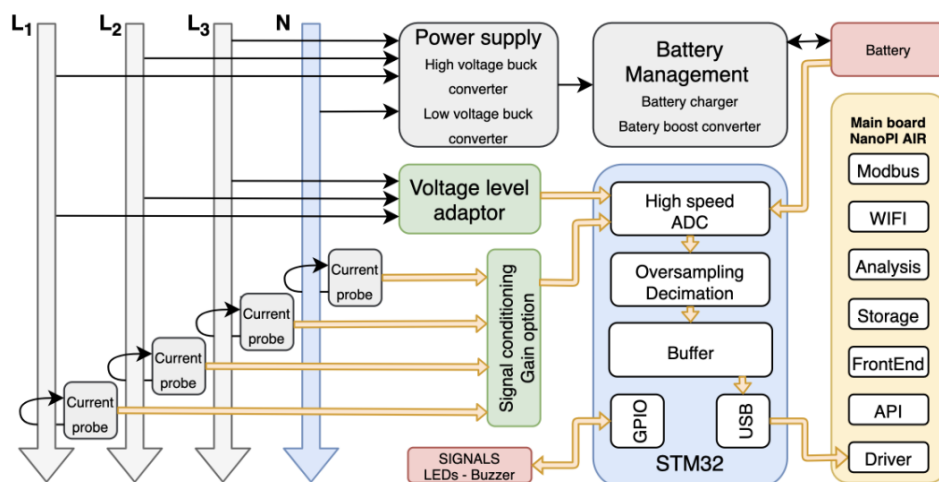
O multimetror é um dispositivo geralmente trifásico, que permite a medição simultânea de tensão e corrente, exibindo as formas de onda em um display. Possui três ou mais canais simultâneos. No entanto, apresenta a limitação de possuir apenas um referencial de medição, com resolução na ordem de 1V nos modelos mais baratos e 0,1V nos modelos mais caros, repetindo-se esses valores para a resolução da corrente [CITAÇÃO].

Por outro lado, o multímetro é um dispositivo monofásico que permite a medição de apenas um canal por vez, como tensão, corrente, resistência, capacitância, entre outros. Ele não exibe as curvas na tela, fornecendo apenas os valores. A resolução varia, sendo que nos modelos mais simples pode chegar a 0,1 mV, enquanto a resolução da corrente é da ordem de 1uA [CITAÇÃO].

Considerando que o dispositivo deve ser utilizado como uma ferramenta didática em sala de aula, é essencial que a resolução seja adequada para o bom aproveitamento das disciplinas. Além disso, a apresentação das formas de onda também é relevante. Assim, optou-se por uma abordagem que combina características de ambos os dispositivos, utilizando os diagramas de blocos para identificar as funcionalidades e suas relações com o dispositivo a ser produzido.

Para o multimetror, foi utilizado o diagrama de blocos do *oZm3*, um produto *open source* (projeto aberto) já introduzido no mercado, sendo uma versão trifásica de outro, também *open source* chamado (*openZmeter*). Ambos possuem interface de apresentação dos dados via uma página do navegador de um celular ou computador.

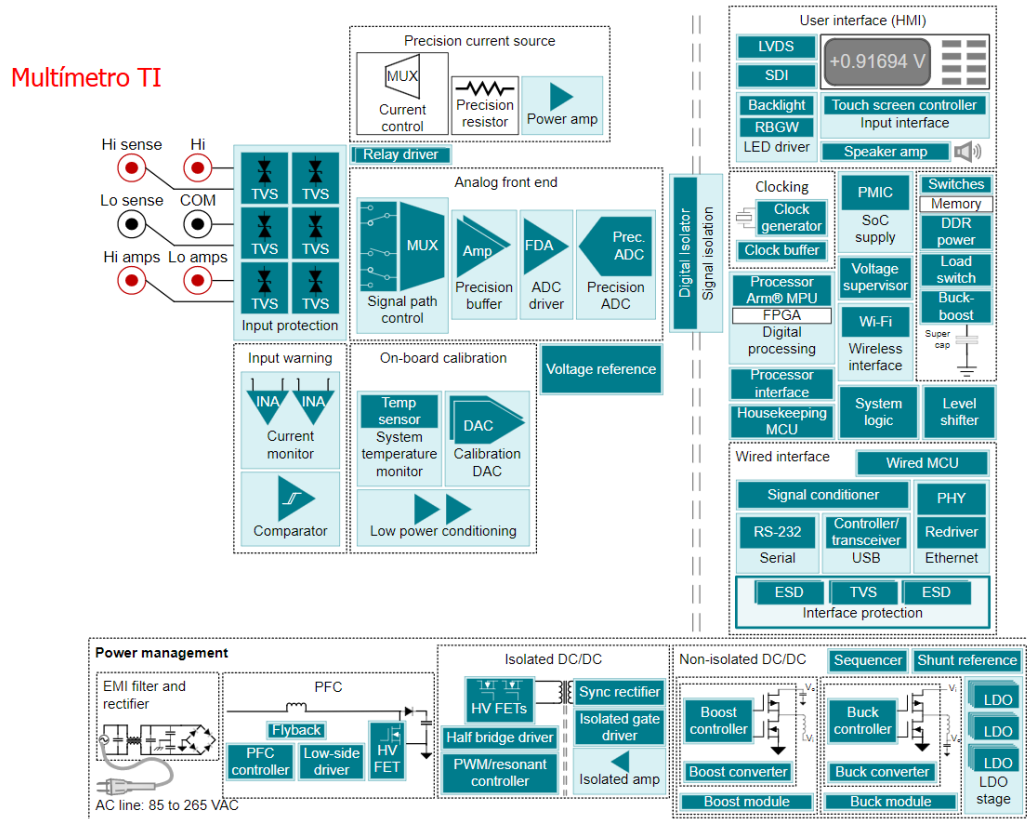
Figura 1 – Diagrama de blocos do multimetror trifásico oZm3



Fonte: CITAR Open Source Oz3.pdf.

Para o multímetro, foi utilizado um diagrama de blocos disponível no site da (CITAÇÃO) ?? Texas Instruments, que explica o funcionamento de um produto completo.

Figura 2 – Exemplo de um Diagrama de Blocos de um Multímetro



Fonte: Texas Instruments.

2.1 Proteção de Entrada

Proteção de entrada é um assunto extremamente abrangente quando se trata de circuitos eletrônicos. Dependendo da função que este tenha que exercer, existem infinitas topografias que podem ser consideradas. Algumas exigências, porém, são comuns, como a necessidade de um circuito de proteção contra descargas eletrostáticas, ou ESD (Electrostatic Discharge). Tais descargas podem entregar picos de tensão extremamente altos, chegando até a 30 kV, o que é extremamente danoso a qualquer circuito que use semicondutores. Pulsos de pico tão alto quanto 2500 V já são o suficiente para danificar a maioria dos circuitos eletrônicos. Notoriamente, seres humanos são capazes de entregar descargas de até 20 kV por causa da capacitância inata à sua fisiologia

2.1.1 ESD

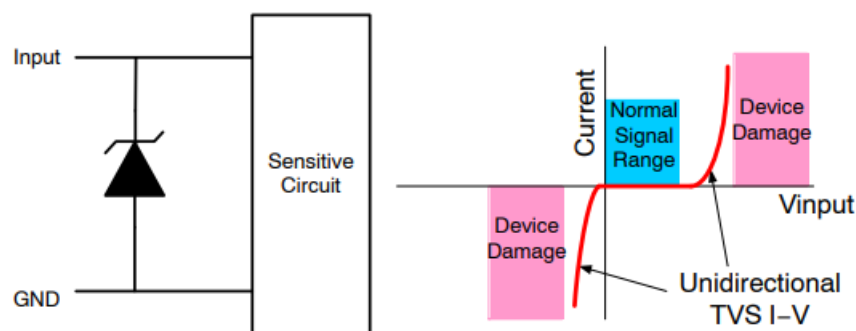
Esse tipo de proteção é necessária para circuitos que fazem interface com o meio físico e normalmente é exercida por um circuito básico de componentes TVS (Transient Voltage Suppressor). Os semicondutores mais simples (e também regularmente) utilizados para exercer esta função são diodos Zener.

Ao serem submetidos a uma tensão maior que à especificada como limite de operação do circuito a ser protegido, diodos Zener apresentam uma resistência baixíssima, fechando a passagem de corrente entre o circuito e o ground do equipamento. Este circuito pode apresentar uma configuração unidirecional ou bidirecional, dependendo da necessidade do circuito a ser protegido.

As ?? e ?? demonstram a utilização básica de tal circuito e o conceito por trás da tensão de ruptura de tal semicondutor.

Figura 3 – Exemplo de uso TVS Unidirecional

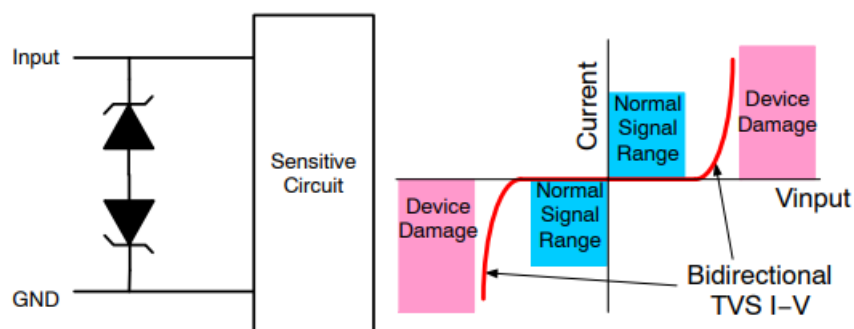
AND8424/D



Fonte: Adaptado de <https://www.mouser.com/pdfdocs/AND8424-D.PDF>, acesso em: 16/05/2023.

Figura 4 – Exemplo de uso TVS Bidirecional

AND8424/D



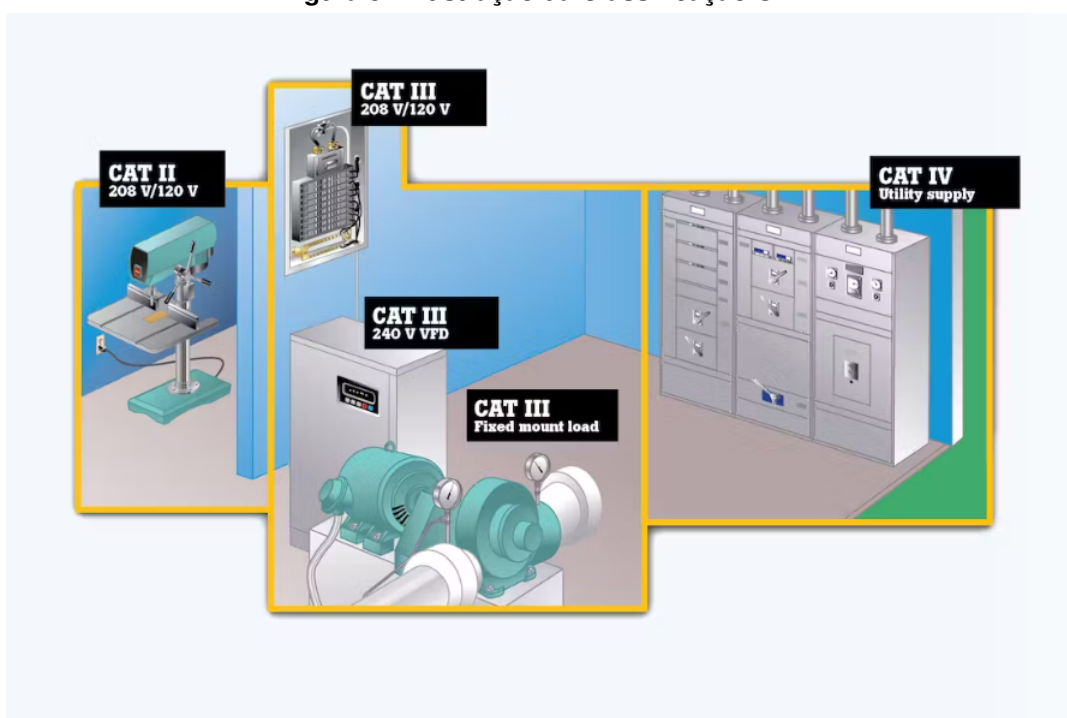
Fonte: Adaptado de <https://www.mouser.com/pdfdocs/AND8424-D.PDF>, acesso em: 16/05/2023.

2.1.2 Proteção Específica para Equipamentos de Medição de Sinais Elétricos

Primeiramente, se põe necessário explicar sobre a classificação de proteção quando se fala de equipamentos elétricos. A classificação mais robustamente utilizada é a CAT, que vai de CAT I a CAT IV. Os numerais indicam o potencial de energia que o sistema pode entregar caso ocorra um curto-circuito ou um transiente de tensão, então um instrumento CAT III tem que estar protegido contra transientes muito maiores que um dispositivo CAT II.

Dispositivos CAT IV devem estar protegidos a nível de distribuição de energia, pois estes serão utilizados em conexão entrada de energia de uma facilidade. Dispositivos CAT III devem estar protegidos a nível de distribuição interna (quadros de distribuição), podendo esta ser trifásica ou monofásica. Dispositivos CAT II devem estar protegidos a nível de equipamento terminal ou de uso comum, sendo estes eletrodomésticos e afins. Dispositivos CAT I devem estar protegidos a nível de circuitos eletrônicos e transformadores de baixa potência.

Figura 5 – Ilustração da Classificação CAT



Fonte: Adaptado de <https://www.ecmweb.com/test-measurement/article/21247639/understanding-the-cat-rating-system>, acesso em: 17/05/2023.

2.1.2.1 Proteção de Entrada para Circuitos de Corrente

O circuito de proteção para o input de correntes se divide em duas partes, sendo uma delas para o range de A (Amperes) e os ranges de mA e μ A.

Para o input de Amperes, é utilizado um fusível HRC (High Rupturing Capacity), geralmente de 11 A e 1000 V, para se prevenir arcos voltaicos após a queima do fusível, negando a

possibilidade de uma continuação da condução de curto-circuito ou sobrecorrente. Logo após, é conectado um shunt de quatro terminais, 0R005 ■, entre o ground e o input, no qual será feita a medida.

Para o input de mA e μ A, também é utilizado um fusível HRC, mas de 500 mA e 1000 V. Em sequência, é colocado um retificador em ponte de diodos entre o canal e o ground, para dar clamp em possíveis sobretensões (normalmente ocasionada pela utilização errônea do equipamento, colocando-se o input de corrente para medir tensão) até que o fusível possa atuar. Internamente, há um switch entre mA e μ A.

Para o switch de mA, é conectado em série um resistor shunt de 4R995 ■ com o shunt do range de A (0R005 ■), para ser feita a medição em uma resistência total de 5 ■.

Para o switch de μ A, é conectado um resistor shunt de 500 ■, no qual será feita a medição.

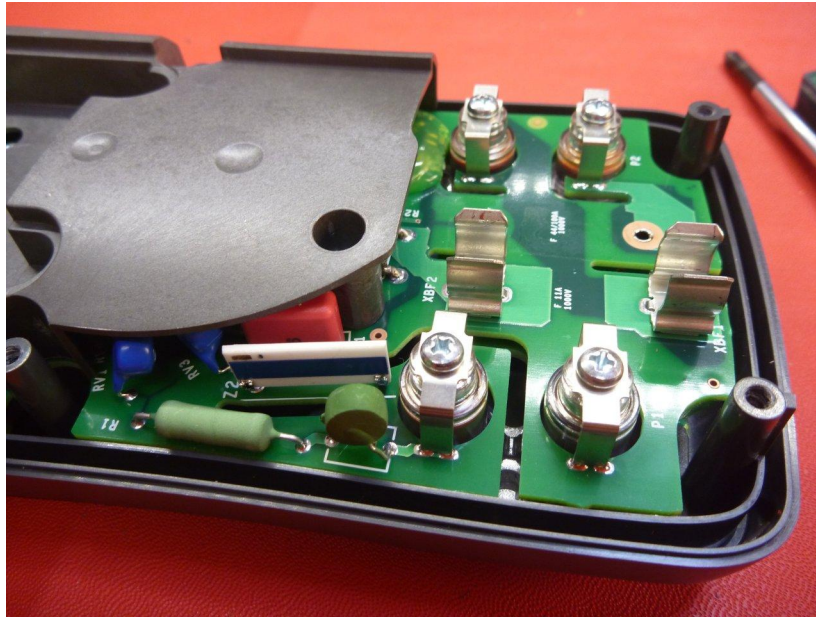
2.1.2.2 Proteção de Entrada para Circuitos de Tensão

O circuito de proteção para o input de tensão é simples, sendo este composto de um resistor WW (WireWound) em série com um termistor PTC (Positive Temperature Coefficient) em série com um resistor de 10 M■, no qual será feita a medida.

Conectado em paralelo ao resistor de 10 M■ com o ground input, há uma série de varistores MOV (Metal Oxide Varistor) de rápida atuação como proteção para transientes de sobre-tensão, até que o termistor consiga esquentar. Pode ser utilizado somente um varistor, mas uma série destes aumenta a distância de fuga de corrente, reduzindo a chance de arcos voltaicos e também dissipando energia entre vários componentes, melhorando a proteção.

Uma parte importante do design geral da PCB (Printed Circuit Board) são slots de isolamento de alta tensão, que se resumem a espaços abertos entre partes da placa, que vão receber altas tensões em funcionamento indesejado, para minimizar as chances de arcos voltaicos entre partes do circuito, como explícito na ??.

Figura 6 – Fluke 28-II PCB



Fonte: Adaptado de <https://www.mjlorton.com/forum/index.php?topic=150.0>, acesso em: 17/05/2023.

2.2 Calibração

2.3 Referência de Tensão

2.4 Conversor Analógico Digital

2.4.1 Condicionamento de Sinal

2.5 Aquisição de Sinal

2.5.1 Monofásica e Monocanal

2.5.2 Trifásica e Multicanal

2.6 Aviso de Entrada Incorreta (*Input Warning*)

2.6.1 Monofásico e Monocanal

2.6.2 Trifásico e Multicanal

2.7 Isolador de sinal digital (*Digital Signal Isolator*)

2.8 MCU e Interface de Comunicação

2.8.1 Microcontroladores

2.8.2 Interface de Comunicação

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A ênfase deste capítulo está em reportar o que e como será feito para alcançar o objetivo do trabalho. Este capítulo pode ser subdividido, inicialmente, em duas seções, sendo uma para os materiais e outra para os métodos.

4.1 Materiais

Materiais são as ferramentas, as tecnologias, os ambientes de desenvolvimento e outros que são utilizados para realizar as atividades desde a definição dos requisitos à implantação do sistema. Exemplos de materiais: linguagens de programação e de modelagem, banco de dados e seus gerenciadores, editores para análise e modelagem, ambiente e plataforma de desenvolvimento.

Cada um dos materiais pode ter uma subseção própria ou serem descritos em uma mesma seção. De qualquer forma, essa seção não precisa ser muito extensa, deve abranger apenas um conhecimento básico sobre cada um dos materiais e o que é mais relevante ou utilizado para o trabalho proposto. De maneira geral, não há necessidade de incluir informações históricas sobre os materiais. Centrar-se nos conceitos e particularidades mais relevantes para o trabalho. Exceto se necessário para o entendimento do objeto do trabalho ou considerado relevante para o tipo de pesquisa.

4.2 Métodos

Os métodos definem, de certa maneira, um plano geral do trabalho, com as principais atividades realizadas durante seu processo de desenvolvimento. São apenas as atividades, o que será feito e o que se espera obter com as mesmas. O que é obtido com a realização dessas atividades está no ??.

Os métodos são, basicamente, uma sequência de atividades realizadas para definir o sistema, modelar o problema e a solução, implementar a solução, testar e implantar essa solução. Essas atividades devem enfatizar a forma de uso dos materiais de acordo com o referencial teórico e como foi procedido no sentido de alcançar os objetivos do trabalho. Os métodos incluem os procedimentos utilizados para se alcançar o objetivo do trabalho. Assim, ele abrange o ciclo de vida do sistema, da identificação do problema à implantação da solução. A identificação pode incluir a definição dos requisitos por parte do usuário e/ou cliente definindo a proposta do sistema. A implantação pode incluir a forma de gerar os instaladores, os recursos e forma de instalação do sistema, a forma de manutenção e de descontinuidade do sistema.

A definição das atividades, passos, ou procedimentos que compõem os métodos podem (ou mesmo deve) estarem baseados em autores. Esses autores, normalmente, estão relacionados à engenharia de software.

O tempo verbal a ser utilizado na descrição dos métodos é o passado, considerando que trata-se de métodos que foram aplicados para a obtenção dos resultados a serem apresentados.

5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta o que foi obtido como resultado do trabalho, que, em princípio, é o sistema desenvolvido. Se não for um sistema, como, por exemplo, uma solução na área de redes, neste capítulo é reportada a solução proposta. Neste caso, a divisão do capítulo em seções é realizada, se necessária, de acordo com o trabalho.

O capítulo pode conter seções de acordo com o tipo de sistema e a necessidade de documentação mais extensa de determinados aspectos. Caso o trabalho se refira à comparação entre tecnologias ou dados obtidos como resultados do uso do sistema, além da descrição do sistema, há os dados obtidos com os testes e a discussão desses dados. Nesse caso haverá uma seção para os dados obtidos desses testes e as discussões.

5.1 Escopo do sistema

Apresenta o escopo do sistema (contendo entre dois ou cinco parágrafos) de forma bastante sucinta, considerando aspectos técnicos e conceituais. O escopo define o que é o sistema, consistindo das funcionalidades e características que o sistema deve conter. É importante apresentar também o escopo negativo, ou seja, as funcionalidades e características que o sistema não irá conter. Exemplo:

O sistema XYZ deve gerenciar todos os processos de uma livraria virtual, desde a aquisição até a venda dos livros para o consumidor final. O acesso dos compradores e gerentes deve ser feito por meio de um site WEB, incluindo a possibilidade de acesso por outras tecnologias (ex. celular, tablet). Os clientes poderão fazer as compras pagando com cartão de crédito ou depósito bancário. Existem promoções eventuais pelas quais os livros podem ser comprados com desconto.

De início, a livraria vai trabalhar apenas com livros novos a serem adquiridos de editoras que tenham sistema automatizado de aquisição. Desta forma, o sistema a ser desenvolvido deve conectar-se aos sistemas das editoras para efetuar as compras.

O sistema deve calcular o custo de entrega baseado no peso dos livros e na distância do ponto de entrega. Eventualmente podem haver promoções do tipo “entrega gratuita” para determinadas localidades.

O sistema deve permitir a um gerente emitir relatórios de livros mais vendidos, e compradores mais assíduos, bem como sugerir compras para compradores baseadas em seus interesses anteriores.

5.2 Modelagem do sistema

A modelagem do sistema inclui os diagramas e as descrições textuais para representar o problema e a solução.

Sendo assim, primeiramente esse item deve apresentar diagramas utilizados para a modelagem de negócios (ex. diagramas de atividade e estado), se esses tenham sido necessários. Em seguida esse item deve conter a descrição dos requisitos obtidos do usuário, contendo sua respectiva classificação (funcionais e não funcionais). Sugere-se o uso de um modelo formal sugerido por autores (ex. Wazlawick, Bezerra) para a apresentação dessa classificação.

Se utilizada orientação a objetos e a UML, nesta seção ainda são apresentados, por exemplo, os diagramas de casos de uso, com suas descrições suplementares, os diagramas de classe de análise (ou modelo conceitual), de sequência e/ou comunicação, diagrama de classes de projeto.

Nesta seção também estão os diagramas da modelagem de banco de dados, como entidade-relacionamento. Nesse item pode ser apresentada a descrição de cada uma das classes do modelo de classes apresentado acima, assim como a descrição das tabelas do banco de dados. Também podem estar documentados modelos e padronizações utilizados para a interface, diagramas de navegação, a representação da arquitetura do sistema e dos padrões de projeto utilizados.

5.3 Apresentação do sistema

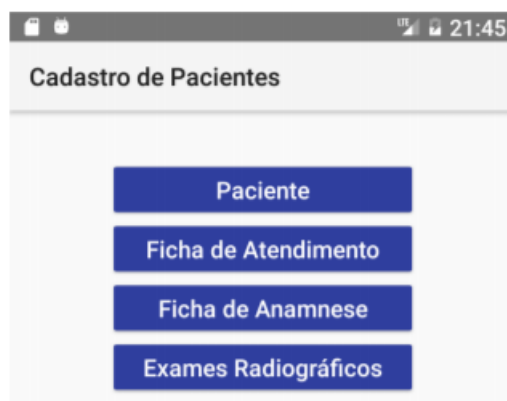
Apresenta as funcionalidades e o uso de recursos tecnológicos do sistema por meio de suas telas, enfatizando a interação com o sistema. A apresentação do sistema é feita sob a forma de texto, com telas e definição de padrões que forem relevantes ao contexto do trabalho. As telas são tratadas como figuras, cópias (print screen) de relatórios ou consultas também são figuras.

A ?? exibe a tela de acesso ao Cadastro de Pacientes.

5.4 Implementação do sistema

Nesta seção é documentada a implementação do sistema com partes relevantes ou exemplos de código, rotinas, funções. Inclui, ainda, a descrição técnica do uso de recursos (componentes, bibliotecas, etc.) da linguagem. Ressalta-se que cada orientador avaliará juntamente com seu orientado o que poderá ser descrito nesta seção. Isso sem que sejam revelados detalhes do sistema que possam comprometer seu uso comercial ou científico ou que a descrição fique muito sucinta ou superficial.

Figura 7 – Tela de acesso ao Cadastro de Pacientes.



Fonte: Autoria própria (2023).

Em materiais e método estão quais os recursos utilizados, neste capítulo é reportado como esses recursos foram utilizados para resolver o problema.

Sugere-se colocar listagens curtas de código, enfatizando aspectos específicos das tecnologias utilizadas ou da implementação. Sugere-se, ainda, que o código não seja apresentado sob a forma de print screen, e sim copiado e colado no texto, mantendo, se possível, a formatação. Todas as listagens de código devem ser devidamente explicadas. A explicação deve ser técnica, fundamentada em aspectos conceituais e boas práticas de programação.

Enfatizar os diferenciais do sistema: procedimentos armazenados, consultas SQL, uso de componentes, uso de padrões de projeto, a forma de uso dos recursos da linguagem. Esses diferenciais são no sentido de explicitar as vantagens, desvantagens, dificuldades e facilidades que esses recursos impetraram no desenvolvimento do sistema em termos técnicos. Esses diferenciais servirão para avaliar pela utilização ou não desses recursos, pelo menos para sistemas iguais ou semelhantes ao reportado no trabalho.

Reportar a forma como o sistema foi verificado e validado. No sentido de verificar se os requisitos definidos para o mesmo foram atendidos. Os testes podem ser realizados pelo professor orientador, pelos professores que compõem a banca, por pessoas que serviram de base para as informações para o sistema e etc. Os testes podem ser realizados com base em um plano de testes elaborado juntamente com a análise e projeto do sistema. Para validar a implementação podem ser desenvolvidas rotinas de teste unitário.

Se houver implantação do sistema, mesmo que seja para teste, reportar a forma como isso foi feito, a geração de instaladores, os problemas com ambiente e sistema operacional, incluindo banco de dados e outros. Deixar explícito o procedimento para instalar e usar o sistema.

Quando for necessário, citar no texto do trabalho nomes de campos, tabelas ou rotinas específicas utilizadas na implementação de um software, utilizar a fonte courier new para destacar esses nomes.

Um exemplo de listagem de código fonte pode ser observado na ??, que representa a classe Aluno.

Listagem 1 – Classe Aluno

```
1 @Entity
2 public class Foo {
3
4     @Id
5     @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
6     private Long id;
7
8     private String nome;
9
10    private Integer ra;
11
12    // constructor, getters and setters
13 }
```

Fonte: Autoria própria (2023).

5.5 Discussões (opcional)

O trabalho contém esta seção quando considerado que há resultados (em termos de dados) e discussões relevantes ou suficientes para justificar uma seção. Se existentes e não justificarem uma seção, eles podem estar na seção que relata a implementação do sistema.

Nesta seção estão os resultados obtidos da realização de testes quantitativos e qualitativos, independentemente da quantidade, tipo e volume de testes realizados. Os resultados dos testes são discutidos tendo como base o referencial teórico e os objetivos pretendidos com o trabalho. Esses testes podem resultar de implantação e testes de uso do sistema.

6 CONCLUSÃO

Inicia com um resumo do trabalho, retomando o(s) objetivo(s), o referencial teórico e o uso das ferramentas e das tecnologias utilizadas no trabalho.

A conclusão contém a opinião do autor em relação às vantagens, desvantagens, facilidades e limitações das tecnologias e/ou do método utilizados, as dificuldades encontradas e como foram superadas.

Também devem ser apresentadas as vantagens, desvantagens e limitações do trabalho desenvolvido, sempre tendo em vista a sua contribuição para a comunidade acadêmica e profissional e para a sociedade como um todo.

É a opinião técnica do autor do trabalho em relação ao assunto sob a forma de uma espécie de avaliação em relação ao trabalho desenvolvido e as tecnologias utilizadas.

Finaliza verificando se o objetivo foi alcançado e com a opinião do autor sobre o assunto, de acordo com o referencial teórico e com os resultados obtidos.

As perspectivas futuras são opcionais, devem ser apresentadas somente caso o acadêmico pretenda dar continuidade ao trabalho, ou mesmo se ele julgar relevante que outras pessoas dêem continuidade ao seu trabalho.

REFERÊNCIAS

UTFPR. **Orientação para a entrega de trabalhos acadêmicos**. 1a. ed. Curitiba, 2021.
Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/biblioteca/trabalhos-academicos/discentes>. Acesso em:
08 nov. 2021.

**APÊNDICE A – Título do Apêndice A com um Texto Muito Longo que
Pode Ocupar Mais de uma Linha**

Quando houver necessidade pode-se apresentar como apêndice documento(s) auxiliar(es) e/ou complementar(es) como: legislação, estatutos, gráficos, tabelas, etc. Os apêndices são enumerados com letras maiúsculas: **A, B**, etc.

No \LaTeX apêndices são editados como capítulos. O comando `\appendix` faz com que todos os capítulos seguintes sejam considerados apêndices.

Apêndices complementam o texto principal da tese com informações para leitores com especial interesse no tema, devendo ser considerados leitura opcional, ou seja, o entendimento do texto principal da tese não deve exigir a leitura atenta dos apêndices.

Apêndices usualmente contemplam provas de teoremas, deduções de fórmulas matemáticas, diagramas esquemáticos, gráficos e trechos de código. Quanto a este último, código extenso não deve fazer parte da tese, mesmo como apêndice. O ideal é disponibilizar o código na Internet para os interessados em examiná-lo ou utilizá-lo.

**APÊNDICE B – Orçamentos dos Materiais para Montagem da Bancada
Experimental**

Tabela 1 – Orçamento dos materiais n.º 1.

Material	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Bomba centrífuga	2500,00	01	2500,00
Compressor rotativo	3000,00	01	3000,00
Manômetro diferencial	450,00	02	900,00
Termopar	370,00	02	740,00
Válvula de esfera	43,00	02	86,00
Tubulação de PVC	10,00	05	50,00
Conexão de PVC	5,00	10	50,00
Total (R\$)			7326,00

Fonte: Autoria própria (2023).**Tabela 2 – Orçamento dos materiais n.º 2.**

Material	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Bomba centrífuga	2700,00	01	2700,00
Compressor rotativo	2950,00	01	2950,00
Manômetro diferencial	515,00	02	1030,00
Termopar	350,00	02	700,00
Válvula de esfera	40,00	02	80,00
Tubulação de PVC	8,00	05	40,00
Conexão de PVC	6,00	10	60,00
Total (R\$)			7560,00

Fonte: Autoria própria (2023).**Tabela 3 – Orçamento dos materiais n.º 3.**

Material	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Bomba centrífuga	2600,00	01	2600,00
Compressor rotativo	3100,00	01	3100,00
Manômetro diferencial	500,00	02	1000,00
Termopar	400,00	02	800,00
Válvula de esfera	45,00	02	90,00
Tubulação de PVC	12,00	05	60,00
Conexão de PVC	5,00	10	50,00
Total (R\$)			7700,00

Fonte: Autoria própria (2023).

ANEXO A – Direitos Autorais - Lei N.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998:

Disposições Preliminares



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998.

[Mensagem de veto](#)

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

[Vide Lei nº 12.853, de 2013](#) [\(Vigência\)](#)

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Título I

Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em co-autoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;

d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;

e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;

f) originária - a criação primígena;

g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;

h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;

i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;

IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;

X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;

XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;

XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;

XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.

XIV - titular originário - o autor de obra intelectual, o intérprete, o executante, o produtor fonográfico e as empresas de radiodifusão. [\(Incluído pela Lei nº 12.853, de 2013\)](#)

Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.

ANEXO B – Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos

As normas da UTFPR podem ser acessadas em: <http://portal.utfpr.edu.br/biblioteca/trabalhos-academicos/discentes/orientacao-para-trabalhos-academicos>. Ver Figura ??.

Figura 8 – Sítio: Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos.

USUÁRIOS ▼

- Alunos
- Comunidade
- Egressos
- Futuros alunos
- Servidores

INSTITUCIONAL ▼

CAMPUS ▼

CURSOS ▼

SERVIÇOS ▼

PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO ▼

EXTENSÃO E CULTURA ▼

Orientação para a entrega de trabalhos acadêmicos

publicado 18/09/2017 11h42, última modificação 30/08/2021 19h22

Share Tweetar Curtir 0

Instrução voltada a discentes de Graduação, Especialização, Mestrado, Doutorado e Formação Pedagógica

Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

Os trabalhos devem estar de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), disponíveis na base de dados [GedWeb](#).

NBR 6023/2018 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - REFERÊNCIAS

NBR 6024/2012 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - NUMERAÇÃO PROGRESSIVA DAS SEÇÕES DE UM DOCUMENTO - APRESENTAÇÃO

NBR 6027/2012 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - SUMÁRIO - APRESENTAÇÃO

NBR 6028/2003 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - RESUMO - APRESENTAÇÃO

NBR 6034/2004 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - ÍNDICE - APRESENTAÇÃO

NBR 10520/2002 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - CITAÇÕES EM DOCUMENTOS - APRESENTAÇÃO

NBR 14724/2011 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - TRABALHOS ACADÊMICOS - APRESENTAÇÃO

NBR 15287/2011 INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO — PROJETO DE PESQUISA — APRESENTAÇÃO

Elementos obrigatórios no Trabalho Acadêmico

Antes de entregar o trabalho ao seu orientador, certifique-se que todos os **elementos obrigatórios** foram adequadamente incluídos:

- Capa
- Folha de rosto
- Folha de aprovação (A folha de aprovação não deve conter nenhuma assinatura)
- Resumo
- Abstract
- Sumário
- Corpo do trabalho - introdução, desenvolvimento, conclusão
- Referências

Fonte: (??).