

# Aplicação da Plataforma Tinkercad – Circuits para o ensino da disciplina Instrumentação em cursos de Engenharia Mecânica

Thiago Victor Albuquerque de Freitas<sup>1</sup>, Rômulo do Nascimento Rodrigues<sup>2</sup>, Maria Alexsandra de Sousa Rios<sup>3</sup>, Roberto de Araújo Bezerra<sup>4</sup>

## RESUMO

Com o advento do isolamento social causado pela pandemia COVID-19, o campo educacional sofreu um dos maiores impactos, principalmente no ensino de disciplinas que necessitam de atividades práticas, tendo-se como exemplo Instrumentação. Por consequência, a educação teve que utilizar ainda mais os recursos virtuais no processo de ensino e aprendizagem. Um desses recursos é a plataforma Tinkercad, que é gratuita e reúne ferramentas, como modelagem 3D, simulação de circuitos e programação. Com isso, este trabalho tem o propósito de apresentar uma metodologia de ensino da disciplina de Instrumentação para alunos do curso de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Ceará (UFC) frente à pandemia. Para atingir esse objetivo, foram criados projetos de instrumentação eletrônica utilizando a ferramenta Tinkercad – Circuits. Inicialmente, definiu-se quais assuntos seriam abordados com base na ementa da disciplina e priorizados conforme as limitações da plataforma e dificuldades técnicas. Dessa forma, decidiu-se criar 6 manuais, os quais serviram para apresentar roteiros de experimentação divididos nos seguintes tópicos: descrição do projeto, montagem do circuito, programação e comentários gerais. Para finalizar, conclui-se que o objetivo principal foi atingido, pois foram criados 22 projetos eletrônicos aplicados à disciplina de instrumentação.

**Palavras-Chaves:** *Instrumentação; Ensino de Engenharia; Tinkercad.*

## ABSTRACT

With the advent of social isolation caused by the COVID-19 pandemic, the educational field suffered greatest impacts, mainly in teaching of subjects that provide practical activities, like Instrumentation. Therefore, the education had to use even more virtual resources in the process of learning. One of these resources is the Tinkercad platform, which is free and brings together tools, like 3D modeling, circuit simulation and programming. For this reason, this article aims to present a teaching methodology of the instrumentation discipline for mechanical engineering students at the University of Ceará (UFC) regarding pandemic. To achieve this purpose, electronic instrumentation projects were created with Tinkercad-Circuits tool. Initially, it was defined which subjects would be covered based on the course syllabus and prioritized according to the limitations of the platform and technical difficulties. Thus, it was established to create 6 manuals, which served to present experimentation scripts divided into the following topics: project description, circuit assembly, programming and general comments. It is concluded that the main objective has been reached, because 22 electronic projects applied to the instrumentation discipline were developed.

**Keywords:** *Instrumentation, Engineering Education, Tinkercad.*

## INTRODUÇÃO

A pandemia de Covid-19 trouxe mudanças significativas em todos os ramos da sociedade e na educação não é diferente, tendo em vista que várias instituições de ensino tiveram que se

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Engenheiro Mecânica, Universidade Federal do Ceará (UFC), [thiagomec@alu.ufc.br](mailto:thiagomec@alu.ufc.br).

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Doutor, Laboratório de Vibrações, Universidade Federal do Ceará (UFC), [rrodrigues@ufc.br](mailto:rrodrigues@ufc.br).

<sup>3</sup> Profª Adjunto, Doutora, Laboratório GRINTEQUI, Universidade Federal do Ceará (UFC), [alexandrarios@ufc.br](mailto:alexandrarios@ufc.br).

<sup>4</sup> Prof. Associado, Doutor, Laboratório de Vibrações, Universidade Federal do Ceará (UFC), [roberto.bezerra@ufc.br](mailto:roberto.bezerra@ufc.br).

adaptar ao ensino remoto para minimizar os impactos (Gomes et al., 2020). Essa passagem do ensino tradicional ao remoto ocorreu principalmente devido à facilidade no contágio da doença e quadros clínicos que variam desde casos assintomáticos até casos respiratórios graves. Com isso, disciplinas que necessitam de procedimentos experimentais presenciais como Instrumentação para Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará precisaram ser adaptadas para formar o aluno sem diminuir a qualidade no aprendizado.

Para isso, as ferramentas computacionais de simulações virtuais são eficientes como apoio ao ensino remoto. Para exemplificar, Cavalcante e Santos (2021) criaram propostas metodológicas aplicando a plataforma Tinkercad – Circuits para facilitar o aprendizado de conceitos na área de eletricidade e eletrônica em ambiente de ensino híbrido. Eles aplicaram esse trabalho criando atividades com temas voltados para alunos do curso de licenciatura em Física na Universidade Federal do Amazonas e para estudantes do curso de Ciência da Computação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Dessa forma, foram desenvolvidos aplicações de projetos eletrônicos que trouxeram visualizações imediatas de ambientes reais bem como efeito das equações matemáticas aplicadas na resolução dos circuitos elétricos e suas previsões.

Medeiros (2019) apresentou o uso da plataforma Tinkercad – Circuito aplicada ao ensino de programação em robótica com o Arduino para alunos do ensino fundamental, relatando que as atividades propostas na plataforma foram motivadoras e serviram para facilitar a introduzir conceitos mais complexos relativos à linguagem de programação e robótica, por exemplo. Os autores criaram um curso com duração de 5 dias para alunos de 9 escolas que já possuíam experiências com robótica, permitindo abordar tópicos mais avançados relativo à linguagem de programação. Também foi percebido que os estudantes começavam a montar por conta própria alguns

circuitos devido ao caráter intuitivo da plataforma.

Silva (2018) aplicou Computação Física, que é o desenvolvimento de sistemas digitais capazes de responder ao mundo analógico, no processo de ensino e aprendizagem de programação por meio da criação de diversos circuitos eletrônicos na plataforma de simulação Tinkercad – Circuits. Neste trabalho, utilizou-se bastante o microcontrolador Arduino para o controle interativo dos circuitos bem como processamento de dados. Assim, foi criado um curso de programação online empregando a plataforma Arduino em simulador web com o propósito de diminuir as reprovações e as evações em cursos de Tecnologia da Informação e Computação.

As vantagens na utilização de softwares para a prática de projetos eletrônicos está relacionada tanto ao custo, já que não precisa necessariamente comprar os materiais para testar o circuito; quanto a rapidez nos testes, devido a facilidade na modificação do circuito; e a segurança, pois evitam o contato direto com possíveis erros de curtos circuitos que geram faíscas em situações reais.

Com base em todos esses trabalhos utilizando ferramentas de simulação como apoio no aprendizado, este trabalho tem o propósito de apresentar uma metodologia de ensino da disciplina de Instrumentação para alunos do curso de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Ceará (UFC) frente à pandemia. Para atingir esse objetivo, foram criados diversos projetos de instrumentação eletrônica utilizando a ferramenta Tinkercad – Circuits, já que esta, além de ser gratuita, é conhecida por sua simplicidade e facilidade de uso. Por fim, cabe ressaltar que o trabalho foi realizado durante a bolsa no Programa de Acolhimento e Incentivo a Permanência (PAIP) fornecida pela Pró-Reitoria de Graduação da UFC.

## **FERRAMENTAS EXPLORADAS**

Nesta seção são apresentados a plataforma Arduino para o controle de circuitos elétricos e eletrônicos e a plataforma de simulação Tinkercad para a criação de circuitos no meio virtual.

## Plataforma Arduino

O Arduino, conforme Banzi et al. (2005), é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source* baseada em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. Conforme Silva (2018), a principal vantagem do uso do Arduino é que ele permite criar projetos de circuitos eletrônicos de complexidade variadas com o mínimo conhecimentos de eletrônica. Com este dispositivo, é possível criar sistemas de controle como motores e LED, e sistemas de medição de variáveis, integrando-o com algum sensor.

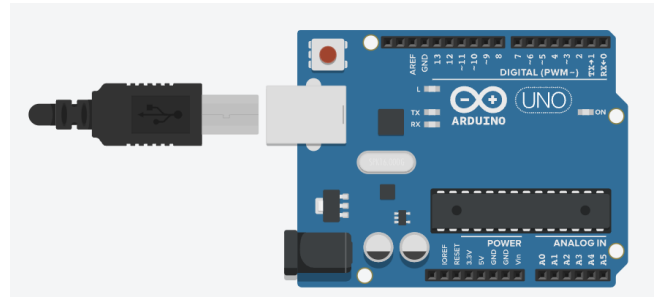
Para a execução de alguma tarefa com a placa Arduino, é preciso, inicialmente, criar um programa de controle utilizando uma linguagem de programação baseada em C/C++ e enviá-lo para a placa através de software que pode ser adquirido no site oficial do Arduino.

Como o Arduino tem baixo custo, é simples de programar e tem bastante materiais e tutoriais de projetos prontos disponíveis na internet, ele é muito difundido no meio educacional. Silva et al. (2014), por exemplo, desenvolveram um sistema de controle e monitoramento de nível de líquidos de um sistema de tanques utilizando uma placa Arduino. O trabalho foi criado, principalmente, para despertar a importância do uso racional da água. Além disso, Altenis e Recife (2015) apresentaram a aplicação de instrumentação eletrônica com microcontrolador Arduino para o ensino da Física. Com isso, foram desenvolvidos roteiros de experimentação os quais podem ser utilizados por professores de ensino fundamental e médio até alunos de graduação.

Nos projetos eletrônicos desenvolvido no presente trabalho, foi escolhido utilizar o modelo Arduino Uno por ser o único modelo disponibilizado na plataforma Tinkercad – Circuits, o qual está mostrado na Fig. 1. Entre suas características, destacam-se: 14 pinos digitais, os quais 6 podem

ser utilizados como pwm; 6 pinos de inputs analógicos, conector USB para alimentação vinda de um computador ou para comunicação; botão de reset e pinos de alimentação.

Figura 1. Arduino Uno no ambiente de simulação do Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

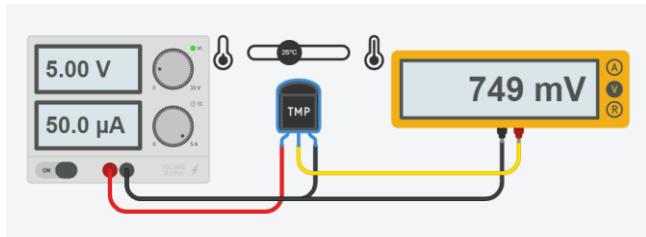
## Plataforma Tinkercad

O Tinkercad é uma plataforma online gratuita que reúne diversas ferramentas de software, como modelagem 3D, simulação de circuitos eletrônicos e programação; os quais ajudam pessoas em todo o mundo a pensar, criar e fazer diversos projetos (Autodesk, 2020).

Essa plataforma se destaca entre outras ferramentas de simulação por disponibilizar o uso do Arduino Uno e duas opções de programação – a linguagem tradicional em C/C++ e a visual, que é baseada em blocos. Também é válido destacar que a ferramenta possui um ambiente simples e intuitivo, ou seja, ela é facilmente operada por estudantes iniciantes conforme exemplificado no trabalho de Medeiros (2019), onde alunos de ensino fundamental conseguiam manipular a plataforma por conta própria mesmo no primeiro uso. Além disso, a plataforma Tinkercad funciona diretamente no navegador Web, bastando apenas entrar no site e logar com um conta, com isso ela pode ser acessada de qualquer computador bem como todos os trabalho já desenvolvido na respectiva conta. Por fim, a representação dos componentes na simulação é realista e satisfatório quando comparada a ambientes reais, conforme exemplificado na Fig. 2, o qual mostra uma fonte fornecendo energia para ligar um sensor de tem-

peratura, que, por sua vez, está fornecendo um potencial elétrico de saída proporcional a temperatura do meio para um voltímetro.

**Figura 2.** Exemplo de componentes no ambiente de simulação do Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

## INSTRUMENTAÇÃO COM O TINKERCAD – CIRCUITS E O ARDUINO

Rodrigues et al. (2020) e (Onília et al., n.d.) são exemplos de trabalhos recentes que visam à aplicação do simulador Tinkercad para ensino de eletrônica frente a pandemia.

Além disso, cabe ressaltar que o Arduino é bastante útil para para aplicações de instrumentação e controle. Stevan e Silva (2015), por exemplo, é um livro didático que aborda Automação e Instrumentação industrial, utilizando diretamente o Arduino, por meio de exemplos e exercícios.

Com o intuito de fornecer uma nova metodologia de ensino para turmas da disciplina de Instrumentação, foi procurada uma maneira de se passar tanto a teoria quanto a parte prática relacionando a criação de circuitos de instrumentação.

Dessa forma, foram criados 6 manuais que integraram o máximo de conteúdo possível abordado na ementa da disciplina de Instrumentação dada pela Universidade Federal do Ceará para alunos do curso de Engenharia Mecânica. Cada manual continuam vários roteiros de experimentação para a criação de projetos eletrônicos separados nos seguintes tópicos: descrição do projeto, montagem do circuito, programação e

comentários gerais. A parte da programação foi utilizada apenas quando o projeto continha o microcontrolador Arduino para facilitar o processamento de dados. Com isso, todos os códigos fonte foram comentados para que os alunos pudessem compreender e reproduzir facilmente o que foi feito para outras situações. Além disso, o último tópico foi bastante usado para exemplificar ideias e mostrar as consequências de pequenas modificações no projeto. Também é válido destacar que ao final de cada manual foram disponibilizados link com conteúdos a mais sobre os projetos criados bem como o link do próprio projeto para que o usuário tenha acesso.

Os projetos foram baseados em tutoriais visto na plataforma Youtube, artigos e blogs, sendo referenciados nas descrições dos projetos. De início, foram criados roteiros experimentais para abordagem de circuitos mais simples com o propósito servir de base para os alunos, como o uso do display LCD e do sensor de temperatura na plataforma. Após isso, foram preparados projetos eletrônicos mais complexos que reuni-se vários conteúdos, como o uso do display LCD para mostrar dados de temperaturas lidos pelo sensor de temperatura ou distância medida pelo sensor ultrassônico.

Na Tabela 1 estão apresentados os conteúdos da ementa com os assuntos explorados por cada manual.

## DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS ELETRÔNICOS

Com base nos conteúdos definidos na ementa da disciplina de Instrumentação para o Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará, será apresentada a seguir a sequência dos assuntos abordados através dos projetos eletrônicos mais importantes elaborados em cada manual. Os temas dos projetos seguirá a seguinte ordem conforme os títulos dos manuais criados: Introdução ao Tinkercad e ao Arduino; Conceitos Básicos de Eletrônica; Transdutores; Amplifica-

## dores; Sensores de Movimento; e Instrumentação Aplicada ao Controle.

**Tabela 1.** Assuntos abordados em cada manual conforme a ementa da disciplina de Instrumentação.

Título do manual	Assuntos da ementa explorados	Quant. de projetos criados
Introdução ao Tinkercad e ao Arduino	Tipos de sinais e eletrônica básica	3
Conceitos Básicos de Eletrônica	Calibração, osciloscópio e medição de tensão	3
Transdutores	Calibração, transdutores, sensores de temperatura, gás e força e piezo-elétrico	6
Amplificadores	Amplificadores eletrônicos e condicionadores de sinal	3
Sensores de movimento	Medição de distancia, presença e inclinação	3
Instrumentação Aplicada ao Controle	Controle PID, controle infravermelho e motores DC	4
<b>Total de circuitos</b>		<b>22</b>

Fonte: acervo dos autores.

### Introdução ao Tinkercad e ao Arduino

Neste manual, foi descrito a importância da plataforma para o ensino de conceitos de eletrônica aplicada a parte de instrumentação e apresentados exemplos básicos de alguns projetos que seriam desenvolvidos nos próximos manuais para incentivar o estudante. Para facilitar o acesso a plataforma, foi colocado o passo a passo, por meio de imagens, sobre as opções que o usuário deve clicar para iniciar a criação dos circuitos, como pode ser visto na Fig. 3.

**Figura 3.** Passo a passo demonstrando como fazer o primeiro acesso a plataforma.

#### Primeiro acesso:

- **Etapa 1:** Entre no site do [Tinkercad](https://www.tinkercad.com), o qual é mostrado a tela inicial na Fig. 3, e clique em "Join NOW" para se registrar.

Figura 3 - Site oficial do Tinkercad.



Fonte: Autor.

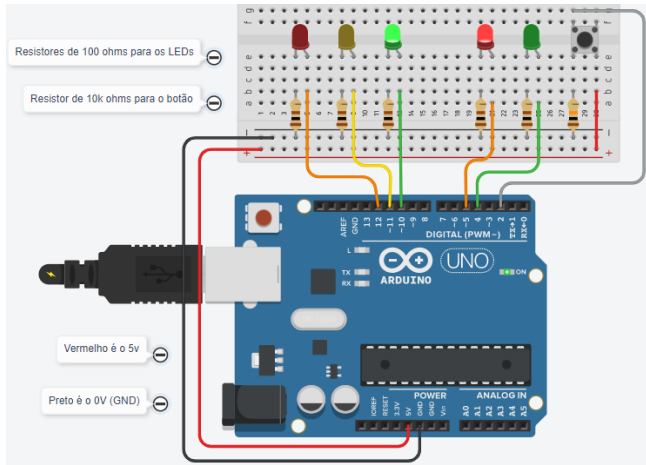
- **Etapa 2:** Registre-se na plataforma.
- **Etapa 3:** Clique em "Circuits", representado pela seta vermelha na Fig. 4, e então abrirá todos os circuitos que você já utilizou na sua conta. Para criar um novo circuito, clique em "Create new Circuit", como é mostrado pela seta verde.

Fonte: acervo dos autores.

Após isso, decidiu-se descrever como funciona o Arduino, explicando sobre as portas digitais, analógicas e de alimentação que podem ser utilizadas nos projetos. Essa parte é importante porque muitos dos circuitos criados nos próximos manuais irão utilizar o Arduino para o processar os dados e integrar os componentes dos circuitos.

Com base nisso, foram desenvolvidos roteiros de experimentação de 3 circuitos com os seguintes títulos: Como ligar um LED com o Arduino, como ler a resistência de um potenciômetro e simulação do conjunto semáforo de trânsito e de pedestre. Os dois primeiros serviram para dar uma introdução ao uso da plataforma e do Arduino, já o último foi essencial para mostrar um projeto com aplicação prática ao aluno. Para o último circuito, tem-se resultado mostrado na Fig. 4, o qual o lado esquerdo representa os LED para os carros e, o lado direito, para os pedestres. Inicialmente, o LED verde do carro e o vermelho do pedestre estão acessos e, após o usuário pressionar o botão, inicia-se a seguinte sequência: LED verde dos carros apaga, LED amarelo dos carros acende, LED amarelo dos carros e o vermelho dos pedestres apagam, LED vermelho dos carros e o verde dos pedestres ligam, estes últimos apagam e o circuito volta ao estado inicial.

**Figura 4.** Simulação de um semáforo na plataforma Tinkercad.

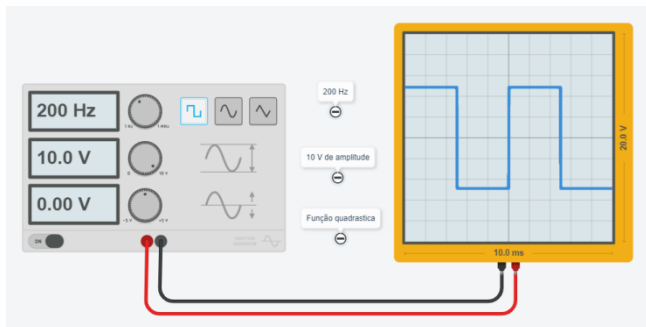


Fonte: acervo dos autores.

### Conceitos básicos de eletrônica

Este manual teve a função de apresentar conceitos básicos de eletrônico bem como ferramentas de medição elétrica dentro da plataforma, como o multímetro e o osciloscópio. Logo, foram criados os projetos com os seguintes títulos: Limitando tensão e corrente, Uso do osciloscópio e Medindo tensão. O primeiro apresentou 3 situações para mostrar como ocorre a alimentação de uma lâmpada e a distribuição de potência em um resistor para limitar a tensão em uma conjunto de lâmpadas associadas e foi baseado no vídeo Simulação de Circuitos - Aula 04 - Limitando tensão e corrente no Tinkercad do professor Leonardo Drews Montibeller. Já o segundo projeto teve a função apresentar como configurar o osciloscópio e, para isso, foi utilizado o componente “Gerador de Função” disponível na plataforma para criar o sinal, conforme mostrado na Fig. 5.

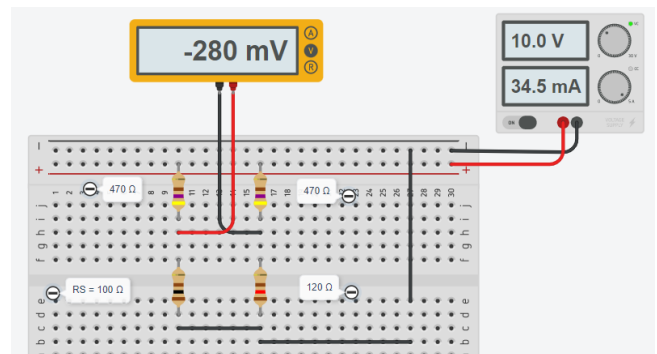
Figura 5. Simulação do osciloscópio na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

Em relação ao terceiro projeto sobre Medindo Tensão, foi utilizado o contexto apresentado em uma das questões do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) disponibilizado na plataforma Educação Globo.com (2013). Na questão, foi criado uma ponte de wheatstone, o qual um determinado sensor de temperatura ocupava um dos braços do circuitos e, conforme a temperatura ia variando, era mostrado em um voltímetro a tensão lida. Com isso, foi o circuito foi recriado na plataforma Tinkercad, como é mostrado na Fig. 6, com o propósito de ensinar o uso do multímetro para medir tensões.

Figure 6. Simulação do circuito apresentado no ENEM na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

Além disso, o circuito também foi eficiente para exemplificar que a modificação do valor da resistência da posição do sensor implica na variação do potencial elétrico medido pelo multímetro. Com isso, foi possível exemplificar o processo de interpolação dos valores de tensão medida e resistência do sensor e, assim, dar um introdução da parte de calibração que seria explorado no manual de transdutores.

### Transdutores

Neste manual, foram abordados conteúdos relacionados a sinais e a diferença entre sensores

e transdutores bem como a aplicação deles em ambientes reais.

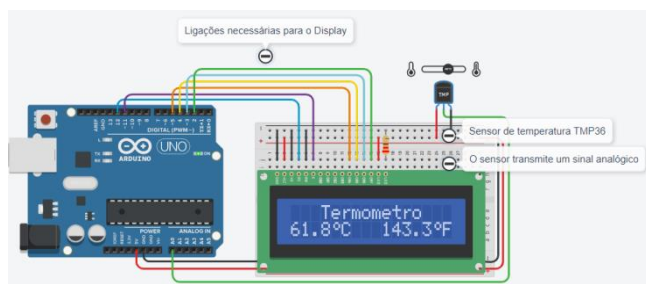
Inicialmente foi apresentado a diferença entre sinal analógico e digital através de dois circuitos com osciloscópios, o qual um mostrava uma onda quadrática e, o outro, uma senoidal em função do tempo a partir de um Arduino para a primeira onda e um potenciômetro para a segunda.

Outro conceito bastante, foi o de transdutores e, para isso, foi criado um circuito que utiliza um Arduino para transmitir uma frequência, a qual convertida em sinal sonoro por um Buzzer. É importante ressaltar que o buzzer foi usado como transdutor que transforma sinal elétrico em sinal sonoro.

Após os conceitos básicos estarem fundamentados, partiu-se para criar projetos mais práticos. Nesse sentido, o primeiro exemplificou o processo de calibração de sensor de temperatura TMP36 disponibilizado na plataforma. Essa calibração foi realizada fazendo interpolação de valores de potencial elétrico medido por um multímetro e de temperatura apresentada pela plataforma. Assim, criou-se uma função matemática que relacionasse essas duas variáveis.

A partir do último circuito, foi desenvolvido um projeto o qual usava o sensor de temperatura TMP36 em conjunto com o Display LCD 16x2 para atuar como um transdutor e mostrar os dados obtidos em graus Celsius e Fahrenheit. Nesse projeto, o Arduino serviu para processamento, pois este recebia dados do sensor, convertia em graus Celsius ou Fahrenheit e enviava essas informações para o serem apresentadas no display, como é exibido na Fig. 7.

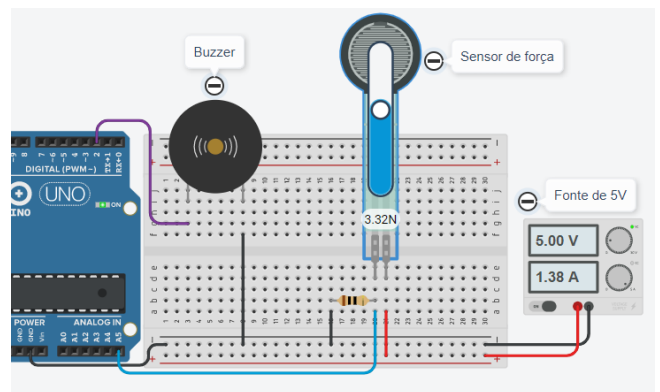
**Figura 7.** Simulação de um sistema de medição de temperatura na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

A plataforma Tinkercad também disponibiliza o sensor de força chamado Thin Force Sensor (TFS), o qual tem faixa de medição de 1 a 20 N. Dessa forma, foi criado um projeto que mensurava o valor da força e, a partir do processamento com um Arduino, fazia um buzzer emitir uma frequência sonora proporcional a esse valor medido. O circuito é apresentado na Fig. 8.

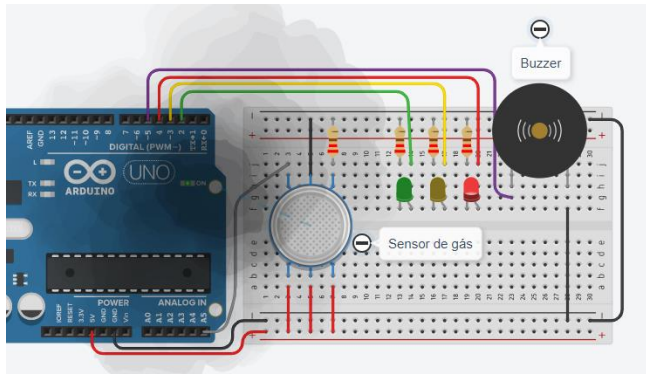
**Figura 8.** Simulação da medição de força na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

A plataforma também disponibiliza o sensor de gás MQ-6, o qual possui alta sensibilidade para GLP (gás de cozinha), isobutano e propano. Dessa forma, é possível criar sistemas de alarmes e monitoramento de gás integrando o sensor com Arduino para acionar relés, sirenes ou lâmpadas, por exemplo. Assim, foi criado um projeto que usava esse sensor para, a partir do processamento com o Arduino, emitir sons quando era detectado a presença de gás, conforme é exibido na Fig. 9. Além disso, também foi implementado ao circuito uma sequência de LED para indicar a concentração do gás, sendo verde concentração baixíssima, amarela mediana e, quando a concentração era alta, o piezo também era acionado com o LED vermelho.

**Figura 9.** Simulação de um sistema que detecta gás na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

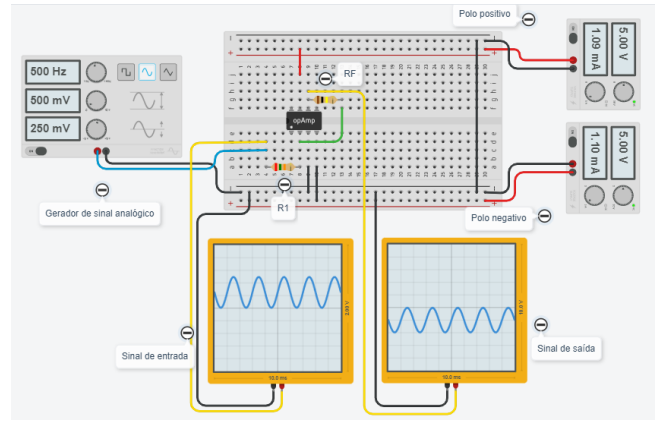
Como o sensor só identifica gás de cozinha, ele é ineficiente em detectores de incêndio. Em contrapartida, a lógica do circuito ainda pode ser aplicada nesses sistemas, bastando apenas modificar o sensor.

### Amplificadores

Os amplificadores eletrônicos são dispositivos de circuito integrado que aumentam a amplitude de sinais sem alterar a frequência da onda, isso ocorre pois eles amplificam a tensão do sinal de entrada multiplicando por um determinado valor conforme é projetado o circuito.

Com isso, o manual 4 serviu para apresentar esse condicionador de sinal através dos seguintes projetos: Amplificador não inversor de sinal, Amplificador inversor de sinal e Medindo nível de um reservatório. Para o primeiro projeto, foi utilizado o circuito descrito na Wikipédia, o qual exemplificava a fórmula utilizada para calcular o ganho do circuito bem como a alimentação necessária. Além disso, foi apresentado a variação dos componentes eletrônicos que modificassem o ganho do amplificador (como a resistência de um dos resistores) e, assim, validar a fórmula utilizada. Para o segundo projeto, foi usado o circuito descrito na apostila sobre amplificadores operacionais do autor Gonçalves (2014), o qual sua simulação na plataforma Tinkercad é mostrado na Fig. 10.

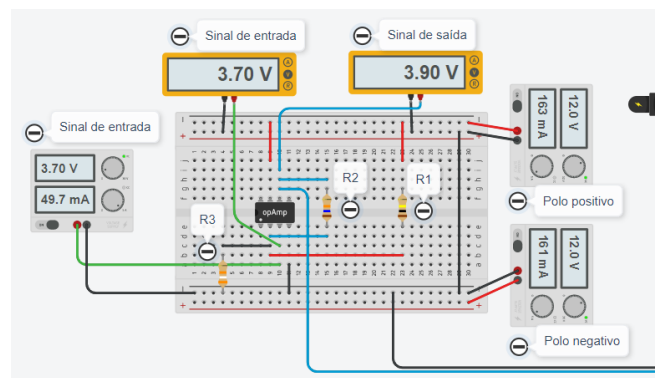
**Figura 10.** Simulação do amplificador inversor na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

O último projeto do capítulo serviu para contextualizar o uso do amplificador operacional em situações reais e foi baseado no vídeo Condicionamento de Sinal | Amplificador Operacional | PSIM & Tinkercad do canal Engenhando na plataforma Youtube. O projeto foi feito para simular a medição de nível de reservatório e, para isso, tinha-se conhecimento de que um determinado sensor emitia 1,2 e 4,4 V quando, respectivamente, o nível da água estava baixo em 48,3 mm e alto em 760,0 mm. Dessa forma, era necessário utilizar o amplificador operacional para ajustar o sinal de entrada em um Arduino, pois este deve ler sinal de 0 a 5 V; e, assim, mostrar o nível do reservatório em um Display LCD. A parte do amplificador operacional do circuito é mostrado na Fig. 11, já o Arduino junto com o Display LCD, o qual indica o nível, é mostrado na Fig. 12.

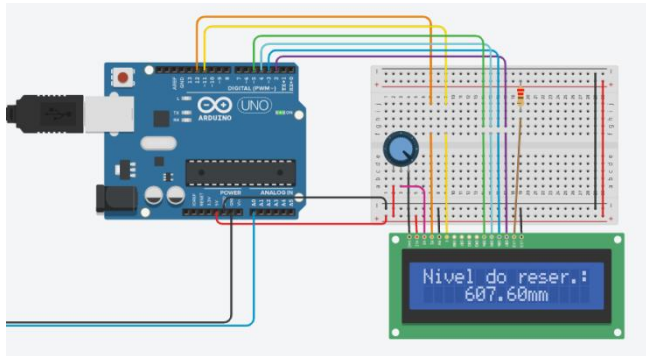
**Figura 11.** Parte do amplificador operacional da simulação da medição de nível de um reservatório na plataforma Tinkercad.





Fonte: acervo dos autores.

**Figura 12.** Parte do Arduino e Display da simulação da medição de nível de um reservatório na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

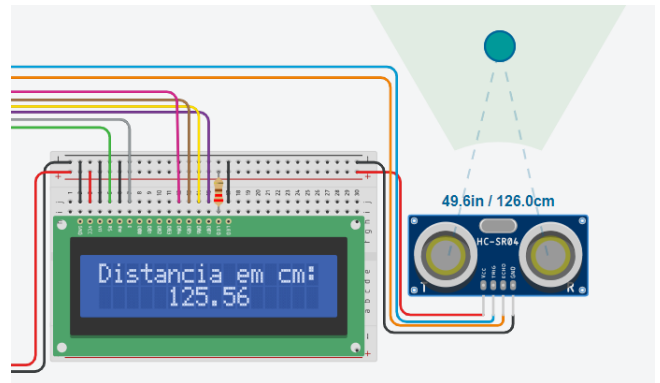
## Sensores de movimento

Este manual serviu para apresentar os seguintes projetos: sensor de inclinação, sensor de distância e sistema de alarme.

Para o primeiro projeto, foi utilizado o sensor SW-200D, o qual é ideal para medir a inclinação de um sistema sem precisar de alta precisão e complexidade como o giroscópio. Com isso, o sensor indica se o sistema está horizontalmente ou não em relação a um plano.

O segundo circuito, o qual é exibido na Fig. 13, apresentou o sensor ultrassônico HC-SR04 disponível na plataforma para medir distâncias e pode ser usados para acionar portas, desviar um robô de obstáculos, detecção da altura de uma pilha de objetos, monitoramento de nível de enchimento, etc.

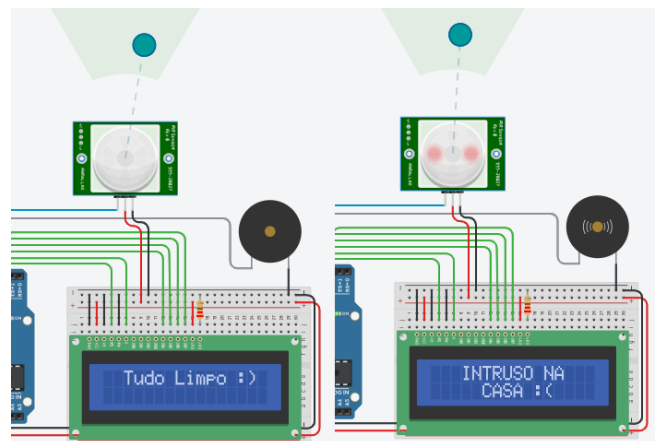
**Figura 13.** Simulação de um sensor de distância na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

Por fim, o terceiro projeto serviu para orientar como criar um sistema de alarme a partir do sensor PIR, o qual detecta radiação infravermelha (IR) que é irradiada por objetos, e foi baseado no vídeo Learn Top 5 Arduino Sensors Projects without any Hardware! Tinkercad do canal THE ELECTRONIC GUY da plataforma Youtube. Neste circuito, foi configurado um buzzer e um display LCD para sinalizar o estado do sensor de presença, como é exposto na Fig. 14.

**Figura 14.** Simulação de um sistema de alarme na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

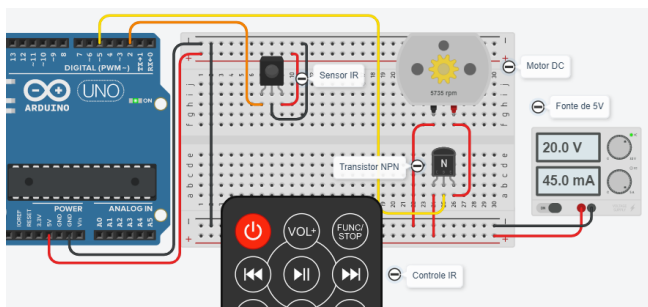
## Instrumentação aplicada ao controle

A ementa da disciplina de Instrumentação justifica a importância dos assuntos explorados para o ramo industrial, controle, manutenção e desenvolvimento. Com isso, este manual foi im-

portante para aplicar grande parte dos conteúdos vistos nos manuais anteriores aplicado a parte de controle e automação.

O primeiro projeto criado explorou a parte de controle remoto de LED a partir de um sensor e controle IR disponibilizado pela plataforma Tinkercad. Após isso, foi apresentado o projeto “Controle de um Motor DC” para ensinar a manipular a rotação do motor através do Arduino e um transistor para não queimar o microcontrolador. Com base nesses dois últimos projetos, o terceiro circuito, o qual está mostrado na Fig. 15, aplicou o sensor e controle infravermelho para manusear a rotação de um motor DC. Neste projeto, foi definido que o primeiro botão do controle deveria fazer o motor fornecer cerca de 2800 de RPM, já o segundo 5700 de RPM, o terceiro 8500 de RPM e o quarto servia para desligar o motor, ou seja, fornecer 0 de RPM. É importante citar que esses valores de RPM foram escolhidos sem nenhuma base, pois a ideia do projeto era apenas mostrar que é possível configurar determinados botões do controle para fazer o motor fornecer qualquer RPM que o usuário preferir.

**Figura 15.** Simulação da manipulação de um motor DC a partir de um controle IR reservatório na plataforma Tinkercad.

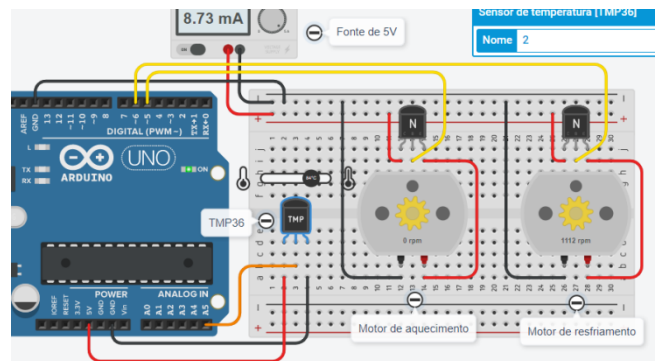


Fonte: acervo dos autores.

O último projeto eletrônico teve a função de simular o controle PID, o qual é uma técnica que fornece uma variação contínua de saída para controlar com precisão um determinado processo, removendo a oscilação e aumentando a eficiência. Essa técnica foi aplicada no projeto para controlar a temperatura de um ambiente utilizando dois motores, os quais um era ativado para aquecer e o

outro para resfriar, como é mostrado na Fig. 16. Cabe ressaltar que o circuito foi baseado no vídeo Arduino+PID do canal Ivan Seidel na plataforma Youtube e, também, no trabalho de Ferrando et al. (2017).

**Figura 16.** Simulação de controle PID de temperature na plataforma Tinkercad.



Fonte: acervo dos autores.

Devido às limitações na plataforma, a temperatura do sistema tinha que ser variada manualmente, porém, à medida que a temperatura se afastava do valor ideal definido pelo usuário, um dos motores rodava com mais intensidade, mostrando que, em um ambiente real, o motor iria trabalhar mais para fazer o sistema atingir o valor ideal de temperatura. Para exemplificar, a temperatura ideal de um determinado ambiente deve ser 50°C, porém o sensor de temperatura indica um valor de 25°C, nesse caso o motor de aquecimento é ligado para fornecer um determinado RPM proporcional a diferença entre o ideal e o medido. Em contrapartida, caso o sensor indicasse 75°C, o motor de aquecimento não era ligado, mas sim o de resfriamento e este, de forma análoga ao anterior, fornecia um RPM proporcional ao erro.

## CONCLUSÕES

Destarte, é possível destacar que os objetivos foram atingidos, pois foram desenvolvidos diversos roteiros de experimentação para a criação de

projetos eletrônicos de instrumentação na plataforma Tinkercad com o propósito de criar uma nova metodologia de ensino para a disciplina de Instrumentação da Universidade Federal do Ceará (UFC) para alunos do curso de Engenharia Mecânica.

No total, foram criados cerca de 22 circuitos distribuídos por temas em 6 manuais. Para tornar os projetos didáticos e de fácil entendimento, cada circuito tinha um roteiro de experimentação, o qual descrevia todo o processo de criação do circuito bem como as consequências de variar algum componente do circuitos e, no final de cada manual, eram disponibilizados links com conteúdos a mais sobre o assunto.

Como proposta de atividades futuras para complementar este trabalho, recomenda-se a aplicação dos projetos eletrônicos de instrumentação em sala de aula bem como testá-los em ambientes reais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e todos os alunos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará que contribuíram para o desenvolvimento dos manuais e da pesquisa. Agradecemos, também, a Pró-Reitoria De Graduação (PROGRAD) pela bolsa do Programa de Acolhimento e Incentivo à Permanência (PAIP).

## REFERÊNCIAS

- Autodesk. **Plataforma Tinkercad**. Disponível em <https://www.tinkercad.com> Acesso em 12 de Out. de 2021.
- Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, and David Mellis. **Site Arduino**. <http://www.arduino.cc>, 2005. Acesso em: 26 abr. 2013.
- STEVAN, Sergio Luiz; SILVA, Rodrigo Adamshuk. **Automação e intrumentsação industrial com Arduino: teoria e projetos**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2015.
- SIQUEIRA, Moisés Luiz Gomes et al. **Plataformas rducativas nas aulas remotas durante a pandemia causada pelo COVID-19**. Anais da Noite Acadêmica, v. 1, n. 1, 2021.
- DOS SANTOS, José Altenis. **Instrumentação eletrônica com o arduino aplicada ao ensino de física**. 2015.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; SANTOS, Elio Molisani Ferreira. **Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, 2021.
- FERRANDO, Daniel Fonseca Corradini; ARAÚJO, John Welvins Barros de; KAKUNO, Edson Massayuki. **Controle de temperatura PID com arduino**. 2017.
- GOMES, Maria Antunizia; DE SANT'ANNA, Eduardo Paulo Almeida; MACIEL, Harine Matos. **Contexto atual do ensino remoto em tempos de covid-19: um estudo de caso com estudantes do ensino técnico**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 79175-79192, 2020.
- DE MEDEIROS, Luciano Frontino; WÜNSCH, Luana Priscila. **Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência**. Revista Espaço Pedagógico, v. 26, n. 2, p. 456-480, 2019.
- Silva, J. T., Silva, J. T., & Lima, G. F. (2014). **Controle E Monitoramento De Nível Utilizando O Arduino Uno**. IX Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Ic, 1–10.
- COELHO, Alexsandro Ferreira; SANTOS,

Maricélia Silva. **A utilização de simuladores virtuais no ensino de robótica durante a pandemia.**

SILVA, Windemberg Costa. **Aplicando a computação física e o arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: uma proposta de curso a distância com o uso de simulador.** 2018.

SIQUEIRA, Moisés Luiz Gomes et al. **Plataformas educativas nas aulas remotas durante a pandemia causada pelo COVID-19.** Anais da Noite Acadêmica, v. 1, n. 1, 2021.

Gonçalves, F. **Amplificadores Operacionais.** Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2014

---

## DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



**Thiago Victor Albuquerque de Freitas:** Estudante de graduação em Engenheiro Mecânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC) desde 2020. Bolsista no Laboratório de Vibrações.



**Romulo do Nascimento Rodrigues:** Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2011), Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande (2013) e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Università di Pisa (Unipi), Pisa, Itália (2017). Atualmente é professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Elementos de Máquinas, atuando principalmente nos seguintes temas: Tribologia, Vibrações, Análise de Sinais Vibratórios e Elementos Finitos.



**Maria Alexandra de Sousa Rios:** Possui graduação (2001) e mestrado (2004) em Engenharia Química e doutorado (2008) em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é Professora Adjunto, classe C, Nível 2 da Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Mecânica. Em pesquisa tem atuado nos temas: Produção e caracterização de combustíveis derivados da biomassa; Desenvolvimento de bioprodutos; Ensaios de performance de aditivos, lubrificantes e biocombustíveis; Projetos de equipamentos de bancada para ensaios de combustíveis e lubrificantes; Análise térmica e oxidação e Análise Exergética da produção de biodiesel em escala de bancada, com ênfase em Sustentabilidade, Tecnologias Limpas e Inovação.



**Roberto de Araújo Bezerra:** Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Ceará (1990), fez o Mestrado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia Mecânica de Uberlândia, Minas Gerais (1996) e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas Unicamp, São Paulo (2004). Atualmente é professor Associado da Universidade Federal do Ceará (UFC). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Elementos de Máquinas, atuando principalmente nos seguintes temas: Mecanismos, Vibrações, Análise de Sinais Vibratórios e Manutenção Preditiva.