

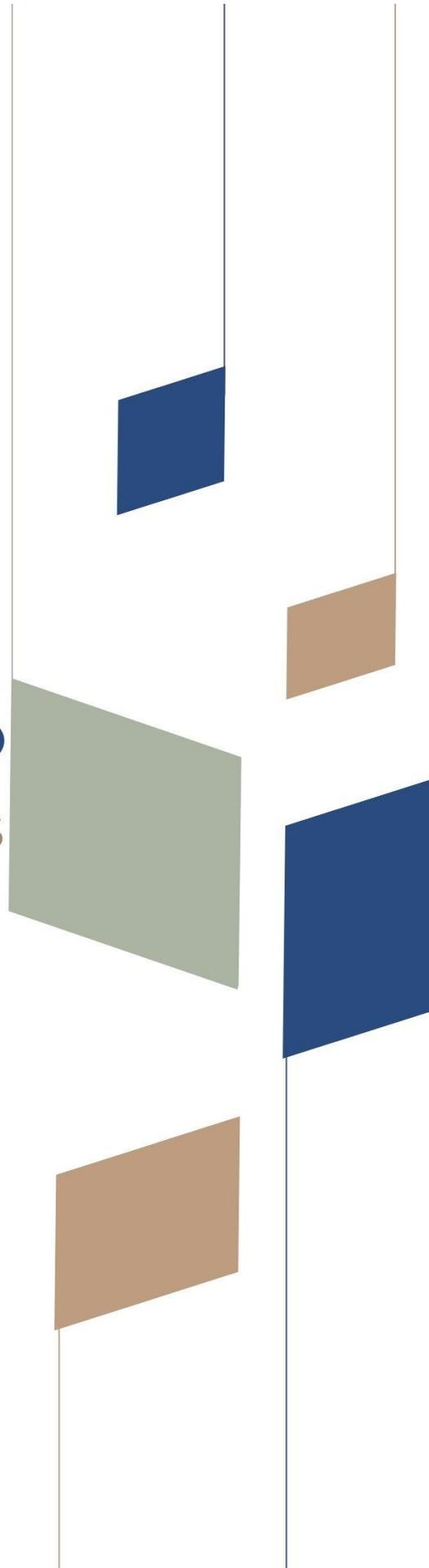
Produto  
educacional

**PROTÓTIPO DE  
REATOR HERMÉTICO**  
MANUAL DE INSTRUÇÕES

PROFQUI/UFRN

Abraão de Matos Feitoza

abrth1.19@gmail.com



# Sumário

Apresentação .....	4
Construção do Protótipo .....	5
Material Utilizado .....	5
Hardware.....	6
Software .....	10
Aplicação do equipamento.....	13
Sugestão de aplicação.....	14
Referências.....	15



## Índice de ilustrações

Figura 01: Componentes eletrônicos .....	6
Figura 02: Circuito eletrônico (simulação).....	7
Figura 03: Circuito eletrônico (montado).....	8
Figura 04: Material para construção do invólucro .....	8
Figura 05: Esquema do invólucro inferior .....	9
Figura 06: Esquema do invólucro superior .....	9
Figura 07: Produção do invólucro .....	9
Figura 08: IDE Arduino 2.0.0 .....	10
Figura 09: PRHA.....	12
Tabela 01: Material utilizado na construção do Hardware .....	5
Tabela 02: Material utilizado na construção do Hardware .....	6
Tabela 03: Conceitos que podem ser abordados .....	13
Tabela 04: Atenção para aplicação do equipamento .....	13
Quadro 01: Código utilizado no PRHA .....	10

## Apresentação

Prezados professores e professoras, é com grande satisfação que vos apresento um equipamento tecnológico de baixo custo, fácil manuseio e ótima aplicabilidade em sala de aula. Todavia, para que possam explorar ao máximo os recursos do equipamento, garantindo sua segurança e de seus estudantes, é fundamental que atente as instruções presentes nesse manual. A partir do equipamento proposto vocês poderão apresentar aos seus estudantes o contato com fenômenos da reatividade de metais em um tipo de sistema fechado, o que pode auxiliá-los no processo de ensino e aprendizagem da Química especialmente na aprendizagem de reações redox e, ainda, quando possível discutir conceitos relacionados à estequiometria da reação. Estamos prontos para esclarecer quaisquer dúvidas sobre a operação do equipamento e para ouvir sua opinião e suas sugestões sobre ele. Em caso de dúvidas, por favor, não hesite em contactar pelos e-mails a seguir: [abrth1.19@gmail.com](mailto:abrth1.19@gmail.com) e [química.ab.17.2@gmail.com](mailto:química.ab.17.2@gmail.com).

## Construção do Protótipo

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica de código *open source* (código aberto), contém uma parte física (Hardware) e parte lógica (Software) através do seu ambiente integrado de desenvolvimento (IDE), ela permite a criação de vários projetos, dentre eles podem ser citados: automação de imóveis e de veículos, equipamentos eletrônicos *smarts* e robôs. Com isso, permite sua aplicação no campo educacional em várias disciplinas (ARDUINO, 2020). Por ser de código aberto, permite também que placas similares e compatíveis com o IDE do arduino possam utilizar o ambiente para serem programadas (LOUSADA, 2020).

A construção do protótipo de reator hermético com a plataforma arduino para detecção de gás hidrogênio é dividido em duas partes, hardware e software, descritas a seguir.

### Material Utilizado

Para produção deste recurso foi utilizado alguns componentes que podem ser dispostos na Tabela 01 apresentando a quantidade de cada um que foi utilizado, suas funções e valores de aquisição para a produção do equipamento.

Tabela 01: Material utilizado na construção do Hardware

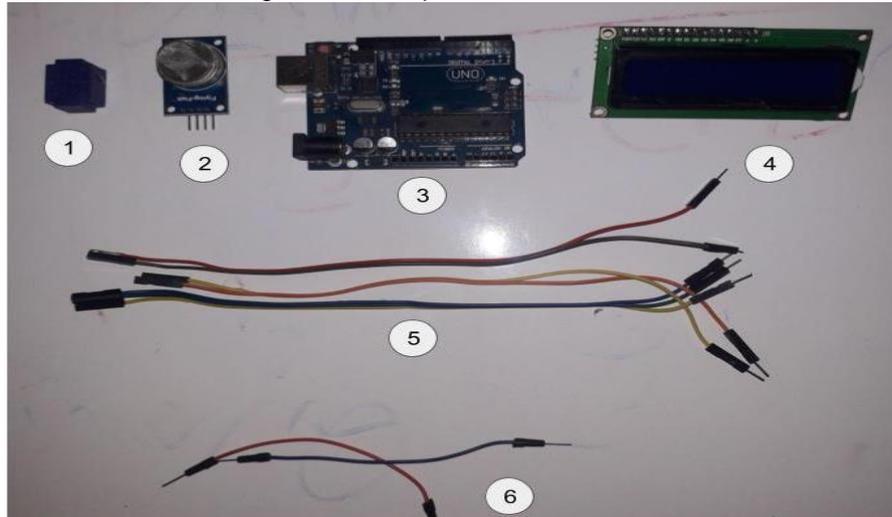
Quantidade	Componente	Função	Valor R\$
01	sensor MQ-8	detectar o gás hidrogênio dentro do reator	24,90
01	display LCD 16x2	apresentar as informações obtidas através do circuito através da interface gráfica	28,40
01	Módulo Serial I2C para LCD	reduzir a comunicação do Display de LCD para quatro fios: dois de alimentação e dois de sinal	11,90
08	jumper macho/ fêmea 20 cm	interligar dois pontos do circuito em projetos eletrônicos	3,45
02	jumper macho/ macho 10 cm	interligar dois pontos do circuito em projetos eletrônicos	0,46
01	placa Uno R3 compatível com Arduino	controlar as ações que servirão para fazer a interligação entre o mundo digital e físico, resultando na	60,00
01	Mini Protoboard 25 pontos	montar os circuitos elétricos através das conexões condutoras.	5,90
01	fonte de alimentação 12V CC	alimentar energeticamente o equipamento	7,50
01	frasco de poliestireno com vedação	alocar a reação internamente	17,90
01	caixa de papelão	alocar todos os componentes eletrônicos	0,00
total			160,41

Fonte: Próprio autor (Obs.: Valores cotados/comprados no período de janeiro de 2021 a janeiro de 2022)

Para os autores ter ideia de como é o formato de cada um dos componentes eletrônicos utilizados no protótipo são apresentados na Figura 01: Mini Protoboard 25 pontos (1); sensor MQ-8(2); placa Uno R3 compatível com Arduino (3); display LCD 16x2

com módulo i2C (4); jumpers (fios) macho-macho (5) e macho-fêmea (6), utilizados para interligar os componentes.

Figura 01: Componentes eletrônicos



Fonte: Próprio autor

#### Hardware

A pinagem do circuito eletrônico e a conexão entre os componentes eletrônicos (Tabela 02), é realizada utilizando as entradas e saídas analógicas e, ou digitais da placa Uno R3, do sensor MQ-8 e do display de LCD com i2c.

Tabela 02: Material utilizado na construção do Hardware

Pinagem				
pino sensor MQ-8	código da fiação(f)	pino Arduino	porta LCD	código da fiação(f)
VCC	VCC - 5V (f1)	5V	VCC - 5V (f1)	VCC - 5V (f1)
GND	GND- GND (f2)	GND	GND	GND- GND (f2)
A0 (analógico)	A0 - A0 (f3)	A4	SDA	A4 - SDA (f4)
AD (digital)	AD - D8 (f5)	D 5	SCL	A5 - SCL(f6)

Fonte: Próprio autor

Para idealizar a construção do circuito eletrônico (Figura 02), utilizou-se o simulador *tinkercad* que é uma ferramenta online de design de modelos 3D e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais (PRADO, 2018). Tal simulador tem inúmeras funções, destacando a simulação da construção bem como a parte lógica da programação para o protótipo, que possibilita a observação das possíveis inconsistências que podem comprometer tanto a funcionalidade do programa quanto a própria placa Uno R3.

As conexões foram feitas baseadas na simulação (Figura 02) e concretizadas (Figura 03), de acordo com a seguinte organização:

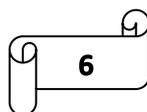
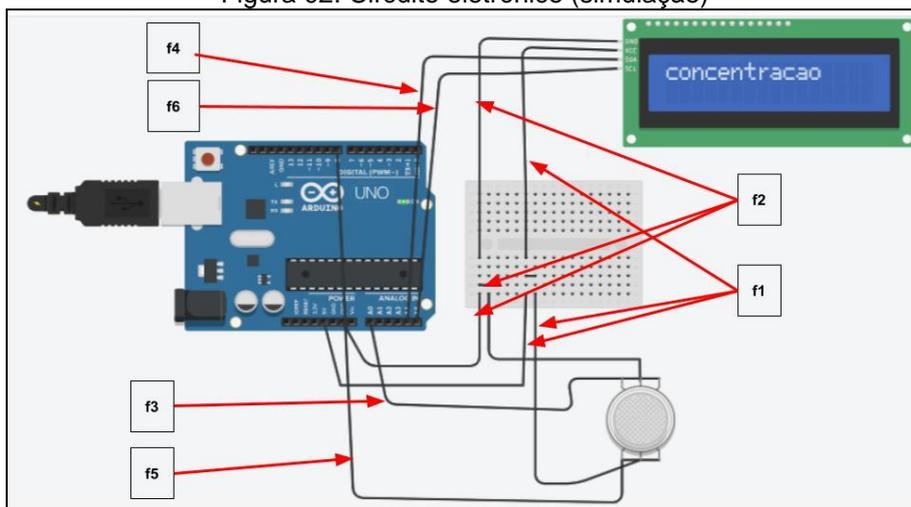


Figura 02: Circuito eletrônico (simulação)



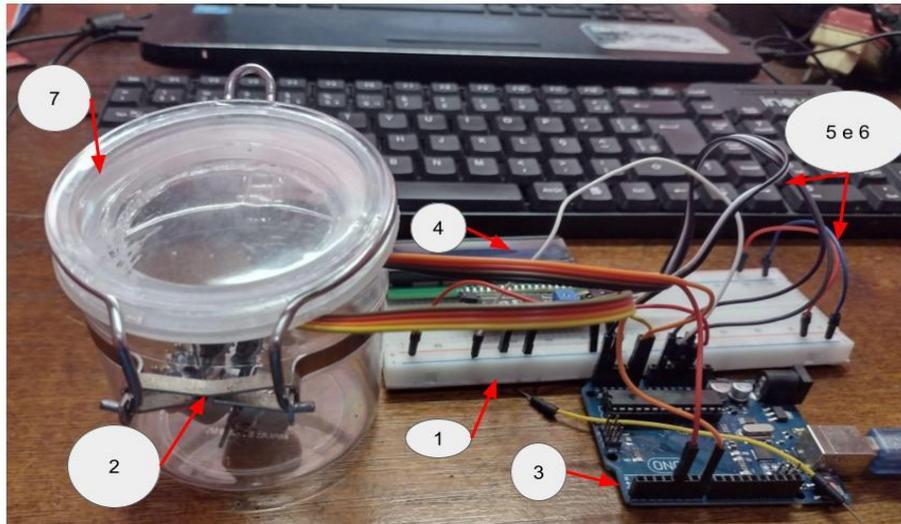
Fonte: Tinkercad

Alimentação energética adentra o sistema por uma fonte 12 V conectada na entrada de alimentação da placa Uno R3 (3), em seguida uma corrente contínua de 5V (saída VCC) de 3, através do fio (f1), alimenta energeticamente a matriz de contato (*protoboard*) (1), essa redistribui a alimentação na entrada (VCC) do sensor (2) e do LCD (4). Em seguida, o fio (GND) (f2) faz o sentido inverso, devolvendo a corrente das portas GND do sensor (2) e do LCD (4) até chegar à placa Uno R3 (3).

O sensor MQ-8 faz a leitura dos dados e através do fio f3, é encaminhada à porta de entrada analógica A0, essa entrada permite a variação de 0 a 5V com erro de  $\pm 0,1$  V, o que transformando em caracteres é uma variação de 1023 unidades, onde cada PPM equivale a 0,004887 V aproximadamente 4,9 mV (ARDUINO, 2018). O mesmo sensor utiliza a porta digital D8 através do fio f5, para ler e escrever os dados coletados da porta A0 no serial do Arduino, que interpreta esses valores em relação a pulsos elétricos, em seguida os fios f4 e f5, destina os dados interpretados para a tela de LCD que expõe esses valores em PPM.

Na Figura 03, o recipiente transparente de poliestireno com capacidade de 220 mL (7) é onde as reações são realizadas e foi escolhido devido a fatores como custo-benefício e ser hermeticamente fechado, embora possa haver a possibilidade de escape da matéria no estado gasoso, mesmo que em pequena quantidade.

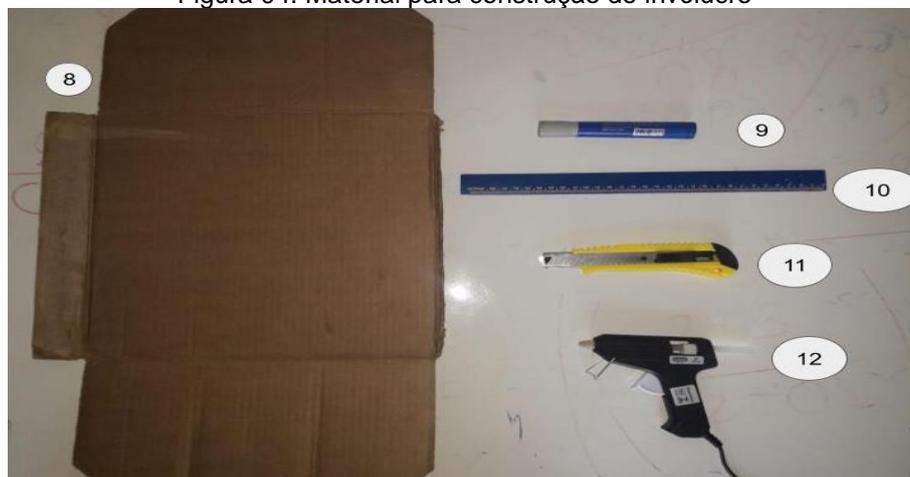
Figura 03: Circuito eletrônico (montado)



Fonte: Próprio autor

Na produção do invólucro, peça manufaturada cuja função é acomodar bem o circuito e proporcionar fácil manejo para o transporte, são utilizados os materiais: papelão reutilizado para a parte física do invólucro (8); pincel atômico (9) para demarcar o que seria cortado, régua plástica (10) para limitar e mensurar, estiletes (11) para cortar sobre as demarcações e a pistola de cola quente (12) para colar e montar a estrutura externa do equipamento (Figura 04).

Figura 04: Material para construção do invólucro



Fonte: Próprio autor

Em sua construção, utilizou-se 8 como material básico, este foi mensurado e feita as demarcações utilizando 9 e 10, a partir do esquema das medições apresentado na Figura 05 (parte inferior) e Figura 06 (parte superior), em seguida com 11, recortou-se 8, sobre as linhas contínuas e dobrou-se, nas linhas pontilhadas.

Ao recortar e dobrar 8, com as partes dobráveis para dentro, cole o invólucro com 12, e monte o sistema eletrônico dentro dele. Cole 3 na base e disponibilize as entradas USB e 12V, nos seus respectivos locais do lado direito e em seguida (Figura 07) em seguida foi colado o Display de LCD no local indicado do esquema da Figura 05.

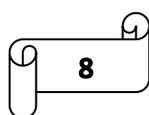
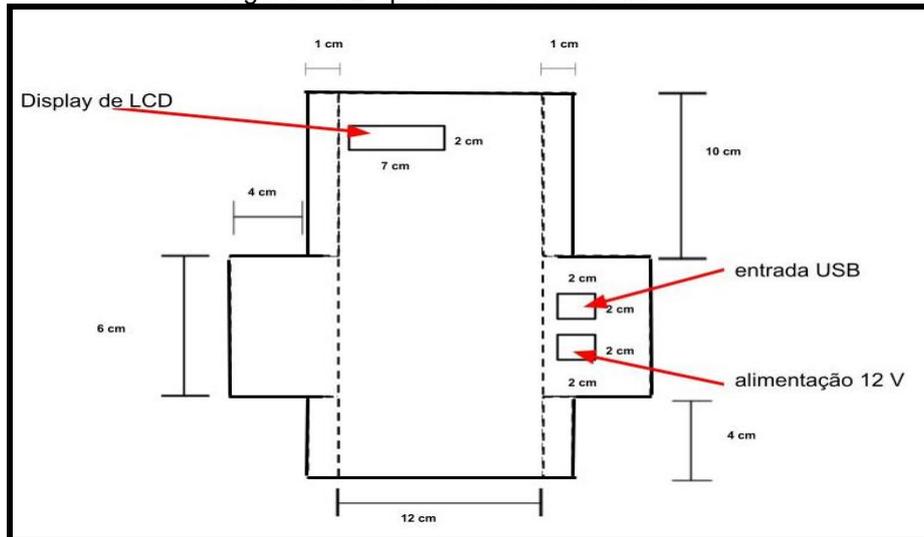
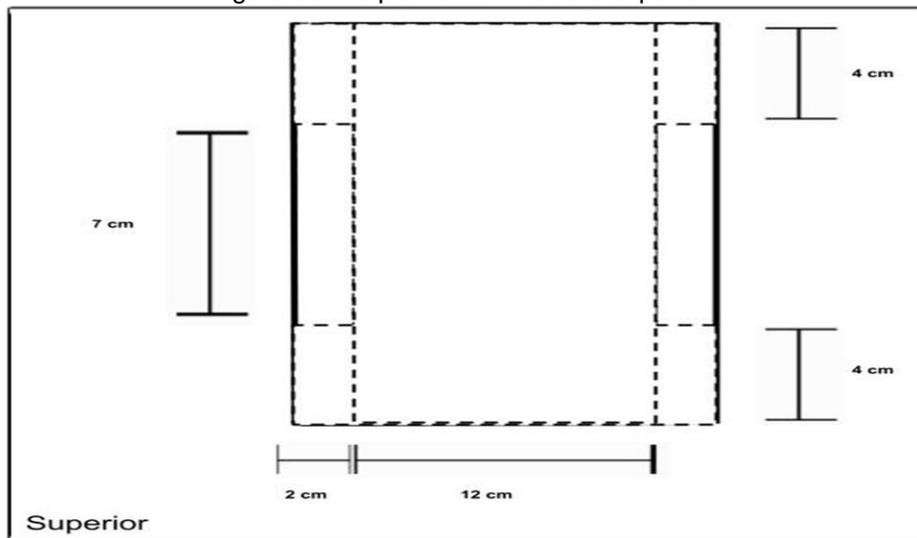


Figura 05: Esquema do invólucro inferior



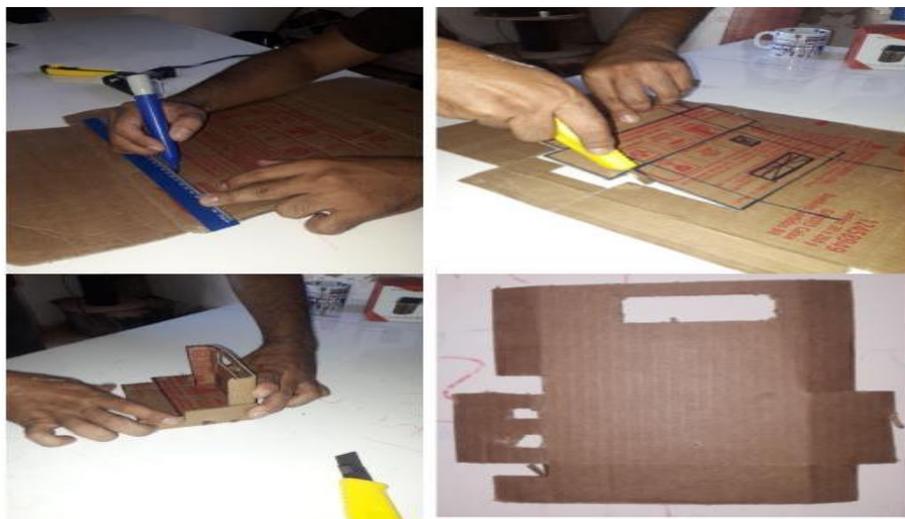
Fonte: Próprio autor

Figura 06: Esquema do invólucro superior



Fonte: Próprio autor

Figura 07: Produção do invólucro

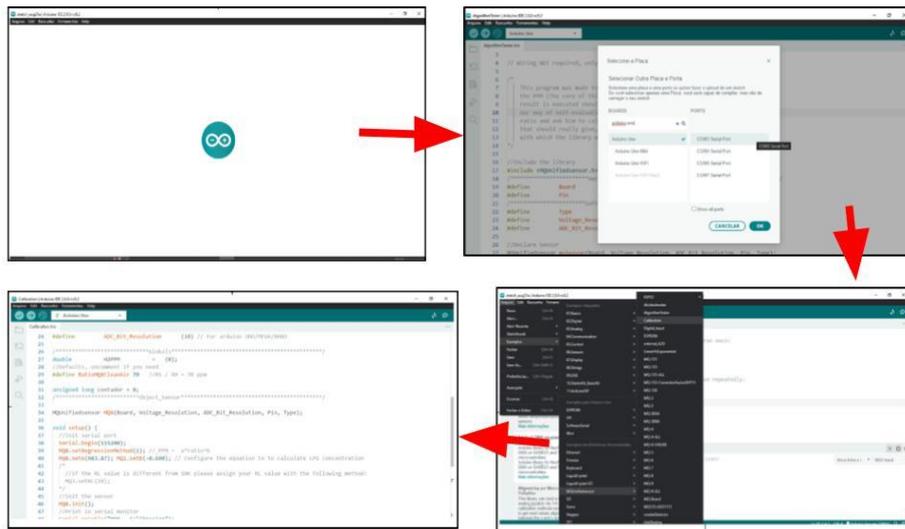


Fonte: Próprio autor

## Software

A programação é realizada no software Arduino (IDE) 2.0.0 de código, nele é conectado via USB o PRAH ao *Notebook*, em seguida utilize os exemplos de codificação presente nas duas bibliotecas digitais hospedada na própria IDE (Figura 08), a MQUnifiedsensor.h e Liquidcrystal\_i2c.h, onde Bauermeister, (2018) define que é um conjunto de instruções desenvolvidas para executar tarefas específicas relacionadas a um determinado dispositivo, esta condição facilita a construção do software para leigos e pessoas experientes no ramo da programação.

Figura 08: IDE Arduino 2.0.0



Fonte: Arduino, 2022

O código utilizado do PRHA (Quadro 01), foi montado a partir do exemplo denominado calibração do sensor MQ-8 e dentro da própria pasta de arquivos da biblioteca foi realizada uma pequena alteração incluindo a biblioteca Liquidcrystal\_i2c.h dentro da MQUnifiedsensor.h para que fosse possível mostrar a concentração em partes por milhão (PPM) do gás Hidrogênio em tempo real no decorrer da reação química, em seguida carregou-se o código para o microcontrolador Uno R3.

Quadro 01: Código utilizado no PRHA

Código Arduino PRHA
<p>Biblioteca MQUnifiedsensor - lendo um MQ8 Demonstra o uso de um sensor MQ8. Biblioteca originalmente adicionada em 01 de maio de 2019 por Miguel A Califa, Yersson Carrillo, Ghiordy Contreras, Mario Rodriguez Exemplo adicionado modificado em 23 de maio de 2019 por Miguel Califa Uso atualizado da biblioteca modificado em 26 de março de 2020 por Miguel Califa Fiação: Certifique-se de que o pino A0 do arduino representa a entrada analógica configurada no pino #define Este código de exemplo é de domínio público.</p>

```

*/
//Inclui a biblioteca
#include <MQUnifiedsensor.h>
//#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//Definições
#define placa "Arduino UNO"
#define Voltage_Resolution 5
#define pin A0 //Entrada analógica 0 do seu arduino
#define tipo "MQ-8" //MQ8
#define ADC_Bit_Resolution 10 // Para arduino UNO/MEGA/NANO
#define RatioMQ8CleanAir 70 //RS / R0 = 70 ppm
//Exibe LCD I2C
//#definir endereço 0x27
//#definir colunas 16
//#definir linhas 2
//#define calibração_button 13 //Pin para calibrar seu sensor
//Declara Sensor
MQUnifiedsensor MQ8(placa, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution, pino, tipo);
//Declara Exibição
//LiquidCrystal_I2C led(endereço, colunas, linhas);
void setup() {
  //Inicia a comunicação da porta serial - para depurar a biblioteca
  Serial.begin(9600); //Inicia porta serial
  //lcd.init(); //Iniciar Exibição
  //lcd.backlight(); // Liga a luz de fundo do display
  //lcd.clear(); //Limpa a exibição
  //Definir modelo matemático para calcular a concentração de PPM e o valor das constantes
  MQ8.setRegressionMethod(1); // _PPM = a*ratio^b
  MQ8.setA(976,97); MQ8.setB(-0,688); // Configura a equação para calcular a concentração de
H2
/*
  Regressão exponencial:
  GÁS | um | b
  H2 | 976,97 | -0,688
  GLP | 10000000 | -3.123
  CH4 | 8000000000000000 | -6,666
  CO | 2000000000000000000 | -8.074
  Álcool | 76101 | -1,86
*/
  /***** MQ Init *****/
  //Observações: Configure o pino do arduino como entrada.
  /*****
MQ8.init();
*/
  //Se o valor RL for diferente de 10K, atribua seu valor RL com o seguinte método:
  MQ8.setRL(10);
*/
  /***** MQ CALibration *****/
  // Explicação:
  // Nesta rotina o sensor irá medir a resistência do sensor supostamente antes de ser pré-
aquecido
  // e em ar limpo (condições de calibração), configurando o valor R0.
  // Recomendamos executar esta rotina apenas na configuração em condições de laboratório.
  // Esta rotina não precisa ser executada a cada reinicialização, você pode carregar seu valor
R0 da eeprom.
  // Agradecimentos: https://jayconsystems.com/blog/understanding-a-gas-sensor
  Serial.print("Calibrando, aguarde.");
  float calcR0 = 0;

```

```

for(int i = 1; i<=10; i++)
{
  MQ8.update(); // Atualiza os dados, o arduino vai ler a voltagem do pino analógico
  calcR0 += MQ8.calibrate(RatioMQ8CleanAir);
  Serial.print(".");
}
MQ8.setR0(calcR0/10);
Serial.println(" feito!");
if(isinf(calcR0)) {Serial.println("Aviso: Problema de conexão, R0 é infinito (circuito aberto
detectado) verifique sua fiação e alimentação"); enquanto(1);}
if(calcR0 == 0){Serial.println("Aviso: Problema de conexão encontrado, R0 é zero (curto do
pino analógico para terra) verifique sua fiação e alimentação"); enquanto(1);}
/***** MQ Calibration *****/
MQ8.serialDebug(true);
}
void loop() {
  MQ8.update(); // Atualiza os dados, o arduino vai ler a voltagem do pino analógico
  MQ8.readSensor(); // O sensor lerá a concentração de PPM usando o modelo, valores a e b
definidos anteriormente ou a partir da configuração
  MQ8.serialDebug(); // Irá imprimir a tabela na porta serial
  // lcd.setCursor(0,0);
  // lcd.print(Concentração);
  //Serial.print(_PPM);
  atraso(500); //Frequência de amostragem}

```

Fonte: MQUnifiedsensor.h modificada pelo autor

O protótipo PRHA (Figura 09) finalizado, é colocado sobre uma balança digital de bolso (13), salientando que para melhor precisão de medidas de massa é necessário alocar o frasco de polipropileno (7) no centro da balança. E para facilitar as medidas do ácido muriático utiliza-se uma tampa reutilizada de amaciante de roupas (14), pois ela facilita a medição sem auxílio de outro instrumento para mensurar a quantidade de líquidos.

Figura 09: PRHA



Fonte: Próprio autor

## Aplicação do equipamento

O equipamento deve ser utilizado em sala de aula de maneira demonstrativa, podendo ser manipulado pelos estudantes, mas utilizando os equipamentos de proteção individual assim como pode ser aplicado para trabalhar conceitos de acordo com a Tabela 03:

Tabela 03: Conceitos que podem ser abordados

Ano do Ensino médio	1º ano	2º ano
Conceitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estados físicos da matéria</li> <li>• Transformação química.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases</li> <li>• Reação</li> <li>• Reação Redox</li> <li>• Reatividade dos metais</li> <li>• Concentração</li> <li>• Estequiometria</li> </ul>

Fonte: Próprio autor

Todos os cuidados para a utilização, manejo e transporte do equipamento devem ser levados em consideração, assim se faz necessário ter atenção a alguns informes que constam na Tabela 04:

Tabela 04: Atenção para aplicação do equipamento

	Ao ligar o equipamento na tomada aguarde seis horas para realizara as medições, para que o sensor MQ-8 seja pré- aquecido.
	Não exceder a capacidade volumétrica de 50% do recipiente em hipótese alguma.
	Não exceder o limite máximo de 2 gramas de alumínio, para não ocorrer grande produção de gás dentro do sistema utilizado, o que pode elevar a pressão e temperatura dentro do sistema.
	Ao manipular os lacres de alumínio corte-os na maior quantidade de pedaços possíveis, para acelerar o processo reacional. A partir de diferentes tamanhos é possível trabalhar conceitos relacionados aos fatores que alteram a taxa de uma reação química.
 	A solução comercial (ácido muriático) mesmo estando diluída possui uma concentração aproximada de $6 \text{ mol.L}^{-1}$ e pode provocar acidentes, é corrosivo a pele e metais e pode ser tóxico, por esse motivo deve ser manipulada utilizando os equipamentos de proteção individual e apresentando vídeos disponíveis na internet sobre os cuidados que devemos ter ao manusear este produto.

Fonte: Próprio autor

## Sugestão de aplicação

### PLANO DE AULA - PRHA

**Assunto**

- Reatividade do Alumínio em meio ácido.

**Objetivo**

- Aplicar o PRHA e analisar a reação de oxirredução no sistema fechado para propor discussão relacionada aos conceitos envolvidos.

**Conceitos:**

- Reação química, proporção química, reagente limitante e em excesso.

**Habilidades:**

- (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
- (EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
- (EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

**metodologia:**

- Experimental demonstrativa e dialógica, baseada na aplicação e manejo do PRHA bem como na discussão fomentada pelas observações dos estudantes.

**Público Alvo**

- Estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

**Tempo**

- 100 minutos.

**Material utilizado**

Parte experimental	dialógica
<ul style="list-style-type: none"><li>• PRHA.</li><li>• Balança digital de bolso.</li><li>• um lacre de lata de alumínio.</li><li>• 50 mL de ácido muriático comercial.</li><li>• Jaleco, óculos de proteção e luva de borracha.</li><li>• Anotações dos estudantes relacionadas ao processo observado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quadro branco e pincel.</li><li>• Discussão a partir das concepções dos estudantes oriundas da parte experimental.</li></ul>

**Avaliação:**

- Correlacionar as anotações dos estudantes e suas concepções com os conceitos cientificamente aceitos, trabalhados no encontro.

## Referências

ARDUINO. Disponível em < [www.arduino.cc/](http://www.arduino.cc/)>. Acesso em 14 jan. 2020.

BAUERMEISTER, G.; Biblioteca Arduino aprenda a criar a sua. *In filipeflop*. Santa Catarina. 10 de abril de 2018. Disponível em <<https://www.filipeflop.com/blog/desenvolvendo-uma-biblioteca-arduino/>> Acesso em 11 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Equipamentos de Proteção Individual – EPI**. Disponível em <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/>>. Acesso em 15-07-2022.

LOUSADA, R.; O que é Arduino para que serve vantagens e como utilizar. *In Eletrogate*. Minas gerais ,10 de setembro de 2020. Disponível em <<https://blog.eletrogate.com>> Acesso em 14 jan. 2021

PRADO, T. P.; Tinkercad: ferramenta online e gratuita de simulação de circuitos elétricos. Disponível em < <https://embarcados.com.br/tinkercad/>>. Acesso em 14 jan. 2020.

UNIPAR. **Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ) ácido clorídrico**. disponível em <Unipar<https://www.unipar.com>> acesso em 01 fev. 2023.