



## PROTOTIPAGEM DE ANEMÔMETRO EM PLATAFORMA ARDUINO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3997

André Luis Araujo Oliveira - andrearaujor@alu.ufc.br  
Universidade Federal do Ceará

Francisco Wylhan Pereira dos Santos - pereirawylhan@gmail.com  
Universidade Federal do Ceará UFC

Emanuel Itaquê de Negreiros Moreira - emanuelitaque@gmail.com  
Universidade Federal Do Ceara

**Resumo:** *O conhecimento de velocidades de fluxo de ar em minas subterrâneas é crucial para o monitoramento das condições de qualidade do ar e de conforto térmico destes ambientes. Este artigo aborda o estudo, planejamento e construção de dois protótipos de anemômetro em plataforma arduino, como produto de um Projeto de Iniciação Acadêmica que contou com a participação de discentes do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará, Campus Crateús. Estes são compostos de uma hélice de eixo horizontal e cada protótipo utilizou um tipo de sensor diferente, sendo eles o sensor hall e o sensor de infravermelho, que mediram a velocidade do ar a partir das rotações da hélice, operados através de módulo arduino. Assim, se fez a comparação no resultado das medições de ambos os sensores entre si e com anemômetro comercial, através de testes experimentais e tratamento estatístico. Desta forma, viu-se que o protótipo construído com o sensor hall apresentou inconsistências na medição, sendo descartado seu resultado. Já aquele construído com sensor de infravermelho apresentou um resultado satisfatório, mesmo utilizando elementos reciclados para sua construção.*

**Palavras-chave:** arduino, anemômetro, ventilação de mina subterrânea.



# PROTOTIPAGEM DE ANEMÔMETRO EM PLATAFORMA ARDUINO

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Pinto (2006), para o desenvolvimento de minas subterrâneas, é de extrema importância a realização da avaliação das condicionantes ambientais, as quais, irão garantir a higiene e segurança dos trabalhadores. Dentre essas condicionantes, a disponibilidade de ar fresco é um dos principais parâmetros de controle para a adequação de um planejamento de lavra subterrânea. Dessa forma, se faz necessária a instalação de um sistema de ventilação artificial, na qual, tem por objetivo, manter fluxos de ar nas galerias e frentes de trabalho em quantidades e qualidades necessárias, afim de manter os níveis de concentração de gases, vapores e poeiras dentro dos limites toleráveis para a saúde ocupacional, bem como, para manter o conforto térmico ambiental.

A Norma Regulamentadora (NR) 22 trata sobre os critérios a serem adotados para a instalação de um sistema de ventilação, onde, é fundamental que o sistema seja capaz de fornecer as vazões de ar adequadas e a renovação contínua do ar, através do auxílio de equipamentos que permitam uma velocidade do ar adequada. Para medir e monitorar as velocidades de fluxos de ar é usado o equipamento denominado anemômetro; este corresponde a um dispositivo que utiliza o movimento de rotação de uma hélice, ocasionado por fluxos aerodinâmicos, permitindo a medição dessas rotações e posteriormente determinar a velocidade do ar (ALBUINI, 2020).

Nesse sentido, segundo Pinto (2006) o anemômetro pode ser: integrador e não integrador. O anemômetro integrador é medido o fluxo de ar nas galerias, com a prerrogativa de a medição necessitar ser superior ou igual a 2 minutos, para que erros de manuseio sejam minimizados. O não integralizado é necessária uma média aritmética dos valores medidos nas secções das galerias em triângulos imaginários, que possuam a mesma área para a coleta desses valores de fluxo de ar.

Em vista disso, o objetivo deste trabalho é planejar, construir e atestar experimentalmente dois anemômetros elaborados de maneira artesanal. Inicialmente planejava-se utilizar um gerador de energia para medir a velocidade do ar. Porém, viu-se que seria melhor utilizar outros tipos de sensores para tal tarefa. Os protótipos foram compostos de uma hélice de eixo horizontal, dois tipos de sensores diferentes, que mediram a velocidade do ar a partir das rotações dessa hélice, operados através de módulo Arduino, e por fim, comparar as medições de ambos entre si e com anemômetro comercial, através de testes experimentais e tratamento estatístico. Também é objetivo deste trabalho, como etapas do Projeto de iniciação Acadêmica denominado "Anemômetro artesanal para medição da velocidade do ar feito a partir de um gerador" que envolveu discentes do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará, Campus Crateús, introduzir a aprendizagem de programação e prototipagem em Módulo Arduino, que é uma ferramenta importantíssima no ensino e desenvolvimento de tecnologias aplicadas à engenharia.

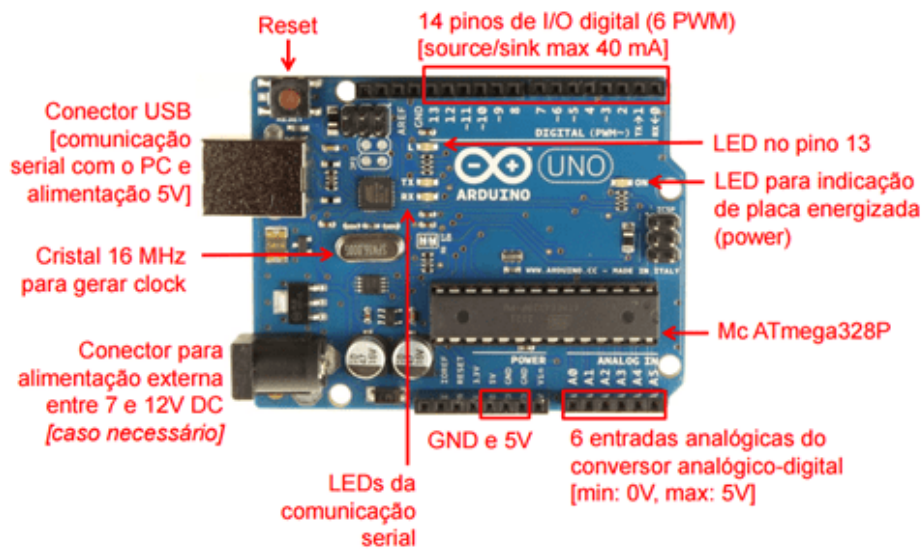
## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Como metodologia deste trabalho, inicialmente foi executada uma revisão bibliográfica a respeito da utilização do Arduino e funcionamento de um anemômetro comercial. Em seguida, foi realizada uma simulação para a execução da montagem da placa Arduino e do protótipo de anemômetro com o auxílio de software especializado.

## 2.1 Arduino

O Arduino (Figura 1) é caracterizado por uma placa composta de um circuito microcontrolador, no qual, tem a função de desenvolver protótipos eletrônicos através de uma linguagem de programação, assim, facilitando a integração de circuitos. Dessa forma, com essas características, a placa Arduino substitui a necessidade de soldagem de componentes em placas de circuitos convencionais por apenas conexões rápidas dos componentes na plataforma do dispositivo com o auxílio de uma protoboard (QUEIROZ *et al.*, 2018).

Figura 1 - Componentes da placa Arduino UNO.



Fonte: Queiroz *et al.* (2018).

Queiroz *et al.* (2018) explica que a linguagem de programação corresponde ao controle da placa de Arduino, na qual, necessita do uso de um ambiente de desenvolvimento que faça a leitura dessa linguagem através do hardware e, realize as etapas necessárias para gravar e compilar o código entre a interface do computador e a plataforma. Nesse sentido, é possível programar módulos e sensores conectados a placa que integram e expandem a conexão fundamentada aos comandos desta.

## 2.2 Anemômetro

O anemômetro é um dispositivo usado para a medição de fluxo de ar em locais de ambiente aberto ou confinado. Os dispositivos de anemometria servem para diversas aplicações como: centrais climatológicas e meteorológicas, estudo de viabilização de locais para a instalação de parques eólicos, medição de fluxo de ar em galerias subterrâneas, dentre outros. Nesse sentido, existem vários modelos de anemômetros indicados para cada situação, como no caso da medição de parques eólicos, na qual, é indicado dois anemômetros de concha posicionados na parte frontal do parque e em sentido da direção dos ventos; assim, é possível garantir a representatividade e assegurar com que não possuam obstáculos que impeçam ou interfiram na medição dos dispositivos (SAMPAIO *et al.*, 2006).

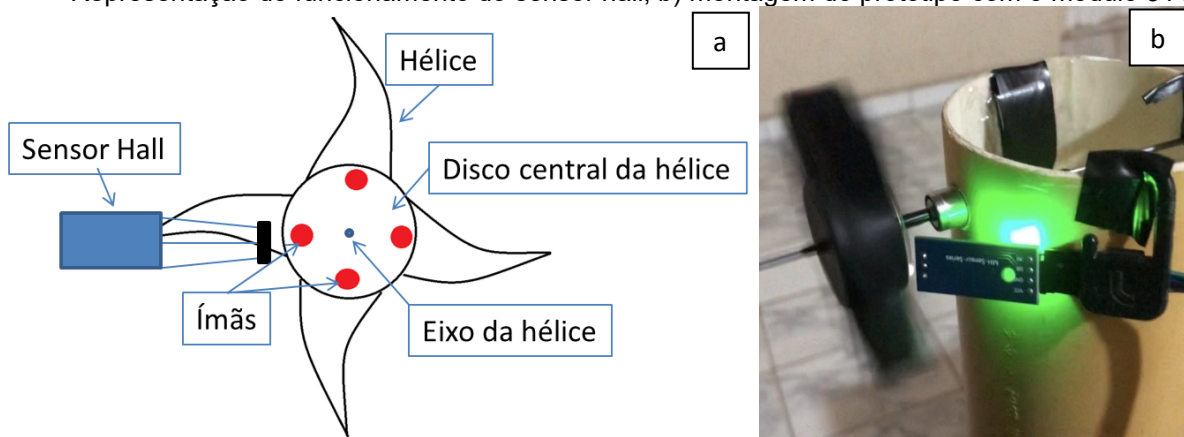
Como abordado no estudo de Pinto (2006) é necessário um sistema de ventilação artificial que atenda as especificações necessárias com base nos limites permitidos de fluxo de ar. Para isso, é utilizado o anemômetro para que seja possível fazer o correto condicionamento do ambiente de trabalho e dimensionar as quantidades e limites toleráveis para as correntes de ar.

### 2.3 Planejamento do protótipo

Inicialmente o estudo desenvolvido foi fundamentado partindo da ideia de construção de um protótipo que pudesse medir o fluxo de ar em minas subterrâneas e que estivesse posicionado em um lugar fixo, sem a necessidade de um operador para manuseá-lo. Para isso, seria necessário que o protótipo gerasse gráficos do fluxo de ar e de temperatura do local de forma autônoma e pudesse fornecer os dados para um computador matriz. Para atender às referidas necessidades, pensou-se na utilização de diferentes sensores que fossem capazes de captar as informações de velocidade do fluxo de ar. Assim, a maneira de se coletar os dados para a leitura e tratamento dos mesmos, seria conectando os sensores a uma placa Arduino, a qual seria um componente do protótipo de anemômetro responsável pela programação e leitura. Desta forma, os sensores selecionados para a utilização no protótipo foram os sensores fotoelétrico, de hall e o de temperatura.

Segundo Montanari (2016) o sensor hall é um transdutor que, ao ser exposto a um campo magnético, gera um sinal de tensão proporcional a este campo. Assim, pode-se executar detecções magnéticas com a utilização de ímãs. Foi utilizado no protótipo o módulo 3144e, que acoplando ímãs à parte central da hélice do protótipo, de acordo com o movimento da rotação desta hélice, se mediu quantas vezes por minuto estes ímãs se aproximavam e se afastavam do sensor hall, como na Figura 2a, o que corresponde às rotações por minuto (RPM) da hélice.

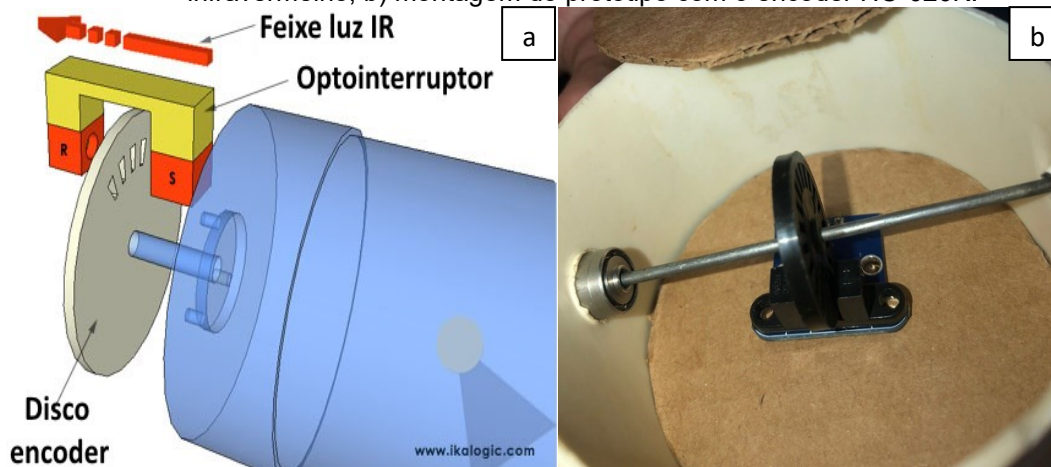
Figura 2 – Modelagem do protótipo com a utilização do sensor hall (módulo HC-020K). a) Representação do funcionamento do sensor hall, b) montagem do protótipo com o módulo 3144e



Fonte: Autores (2022).

O sensor fotoelétrico tem conexão por radiação infravermelha com módulo de contagem de sinal em uma direção, no qual, pode ser usado para detecção da velocidade de motores com o auxílio de um disco encoder. Este tipo de sensor mede o número de interrupções de um sinal infravermelho, como vê-se na Figura 3a, e calcula a frequência disto em uma unidade de tempo. Neste protótipo, foi utilizado o sensor do tipo encoder HC-020K. Medindo quantas interrupções foram geradas e, assim, pôde-se calcular as RPM da hélice, sabendo a quantidade de furos que o disco encoder possui.

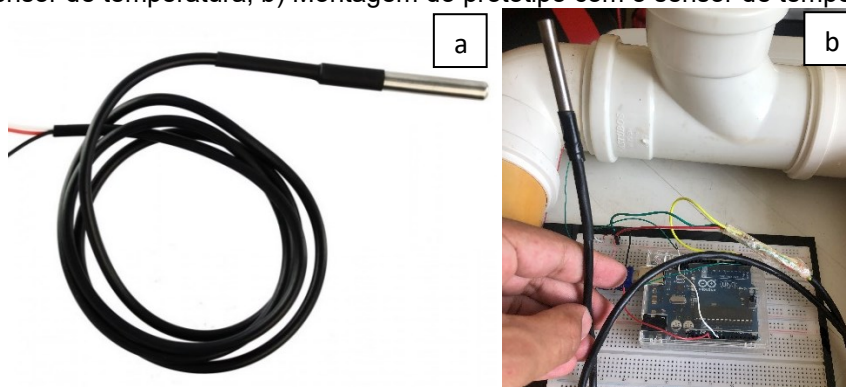
Figura 3 – Montagem com sensor de infravermelho. a) Representação do funcionamento do sensor infravermelho, b) montagem do protótipo com o encoder HC-020K.



Fonte: a) [www.arduinoocia.com.br](http://www.arduinoocia.com.br) e b) Autores (2022).

O sensor de temperatura DS18B20 utilizado (Figura 4) é capaz de fazer medições de  $-55^{\circ}\text{C}$  até  $125^{\circ}\text{C}$  em ambientes secos, úmidos e submersos por água, sem a necessidade de componentes externos através da sua impermeabilidade e com boa precisão, de cerca de  $0,5^{\circ}\text{C}$  para mais ou para menos. Gerando dados de monitoramento confiáveis.

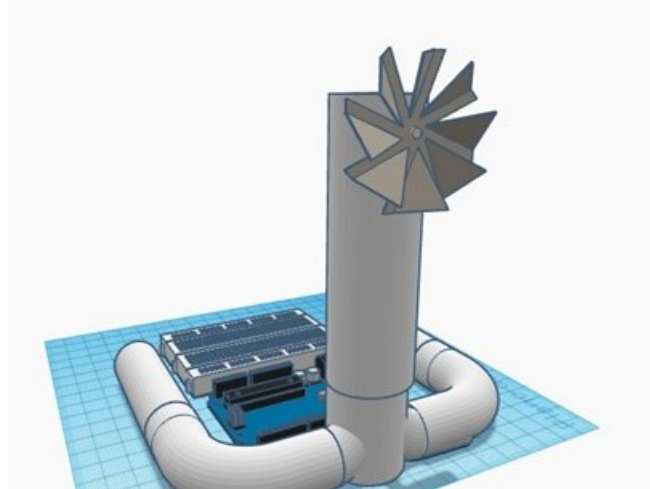
Figura 4 – a) Sensor de temperatura, b) Montagem do protótipo com o sensor de temperatura DS18B20.



Fonte: a) [www.arduinoocia.com.br](http://www.arduinoocia.com.br) e b) Autores (2022).

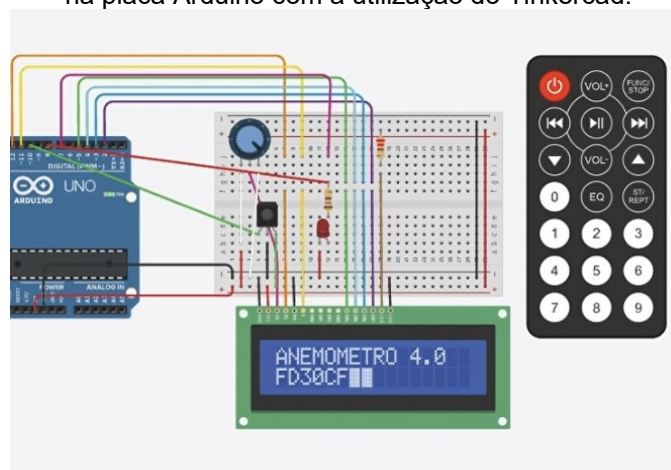
Com os dispositivos pré-definidos, o projeto foi idealizado através de uma ferramenta de modelagem tridimensional denominada “tinkercad”, na qual, foi possível a criação do design em modelo 3D do protótipo constituído por uma hélice de eixo horizontal acoplada a estruturas de material PVC, para a sustentação, em uma base fixa que alocou a placa Arduino R3 UNO (Figura 5). A Figura 6 ilustra as interligações entre a placa Arduino e os sensores, por intermédio de uma protoboard.

Figura 5 – Modelagem do protótipo com a utilização do Tinkercad.



Fonte: Autores, (2022).

Figura 6 – Modelagem para a programação e ligação dos sensores na placa Arduino com a utilização do Tinkercad.



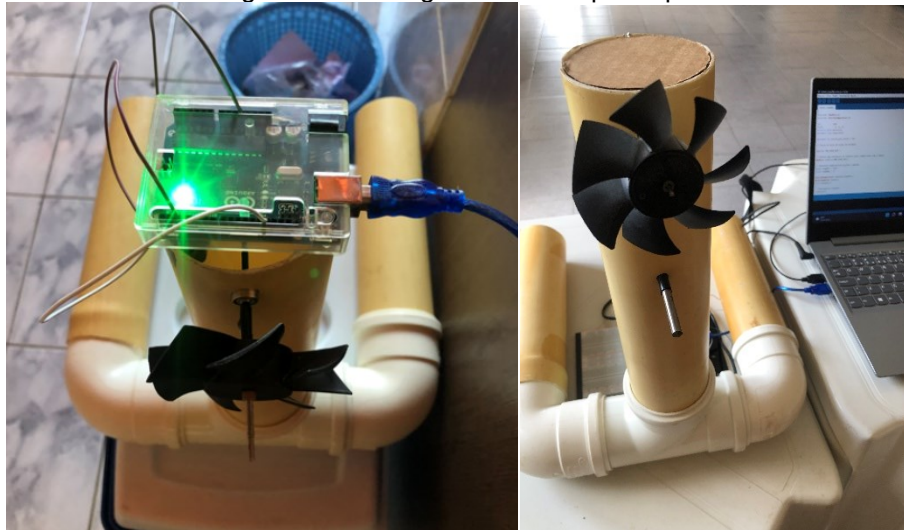
Fonte: Autores, (2022).

## 2.4 Montagem do equipamento e teste dos sensores

O protótipo de anemômetro mediu a velocidade do ar através de uma hélice acoplada em um rolamento. Assim, a velocidade de rotação gerada pela hélice, sob fluxo de ar, foi medida em rotações por minuto (RPM) tanto pelo sensor fotoelétrico como pelo sensor de hall. Por fim, com os valores coletados foi possível gerar uma função que converteu os valores de velocidade do fluxo de ar conseguidos em RPM para metros por segundo. Para medição da temperatura, foi instalado um sensor de temperatura um pouco abaixo da hélice, para fazer esta medição no ar próximo a esta.

A estrutura escolhida para a montagem do equipamento consistiu na reciclagem de canos de PVC com diâmetro de 55mm, e base com (x cm) de comprimento e (x cm) de largura, que foram conectadas a um "t" que deram a sustentação a torre de (y cm) de altura, como na Figura 7. Também foi utilizada uma hélice de ventoinha cooler de computador. Dessa forma, na extremidade superior da torre foi implementado uma abertura para o acoplamento de um rolamento tipo "harley" reciclado de sucata de HD, para garantir que o sistema aerodinâmico seja fluido, com o mínimo de atrito possível. Na circunferência de abertura do rolamento é engatado um cilindro nas dimensões do mesmo, a qual terá a função de sustentar a hélice no eixo.

Figura 7 – Montagem inicial do protótipo.



Fonte: Autores, (2022).

## 2.5 Geração e armazenamento dos dados

Nesta etapa, foi gerado um fluxo de ar por meio de um ventilador convencional residencial, que dispusera de 3 velocidades diferentes deste fluxo. Além disso, também foi pensado como maneira de reduzir interferências no sistema de ventilação, a construção de um tubo de vento, objetivando canalizar a ventilação em uma única direção e que a variação do fluxo de ar fosse a mínima possível.

Em seguida foi realizada a coleta de dados tanto com o anemômetro digital, como também, com o protótipo de anemômetro. Antes da medição, era assegurado um tempo de 2 minutos para a estabilização do sistema, assim, foram medidas as três velocidades do fluxo de ar do ventilador, com o anemômetro profissional da marca Wintact, modelo WT87A (Figura 8), na sequência (mínima, média e máxima) e armazenados em forma de tabelas, com os resultados obtidos em metros por segundo. Em sequência, o mesmo procedimento foi realizado com o protótipo de anemômetro, sendo os dados armazenados em forma de tabela com os resultados expressos em RPM. Com todos os dados armazenados, foi construído um gráfico de correlação entre RPM medido pelo protótipo em arduíno e a velocidade do ar medida pelo anemômetro profissional, para converter os valores gerados pelo protótipo de RPM para metros por segundo.

Para a escolha dos dados, inicialmente obteve-se 100 medições para cada uma das velocidades e, a partir disso, 20 desses foram selecionados aleatoriamente, também para cada velocidade e posteriormente realizada a curadoria dos resultados. Com os dados tabelados, gerou-se um gráfico com os valores médios das respectivas velocidades, com o intuito de formar uma função polinomial de ordem dois, que transforma os valores de RPM em metros por segundo, que foi inserida no código de programação onde o valor de "x" da função corresponde aos valores de RPM gerados pelo protótipo. Logo, os valores serão convertidos para metros por segundo automaticamente assim que coletados e em seguida incrementados na função polinomial do código.



Figura 8 – Anemômetro profissional Wintact WT87A



Fonte: Autores, (2022).

Para o monitoramento da temperatura, se utilizou de um isqueiro para variar a temperatura do ar e, assim, registrar o monitoramento desta variação no anemômetro construído, como na Figura 9.

Figura 9 – Medição da temperatura gerada pelo protótipo em Arduino.



Fonte: Autores, (2022).





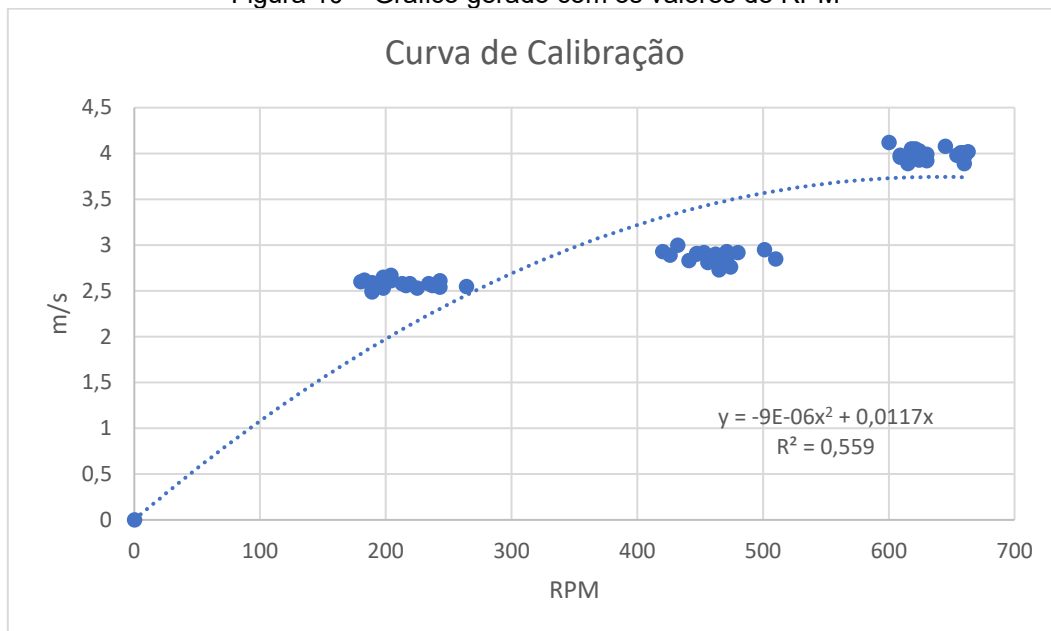
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação ao protótipo construído com sensor hall, viu-se que este resultou em altas variações nas medições geradas, talvez por alguma falha no sensor utilizado ou na sensibilidade do mesmo para tal tarefa, sendo descartada a sua utilização no protótipo. Desta forma, os resultados aqui descritos foram gerados somente através do sensor de infravermelho, que se mostrou mais confiável no propósito deste projeto.

De acordo com os dados obtidos, se gerou uma equação de segundo grau para converter os valores de RPM em metros por segundo, pois, esta se ajustou melhor aos dados obtidos. A curva ideal seria uma reta, que demonstraria que os valores de RPM do protótipo estariam diretamente e linearmente relacionados à velocidade do fluxo de ar. Mas, como foram utilizados aqui elementos reciclados, as perdas de eficiência da geração de rotação da hélice ocasionada pelo fluxo de ar foram consistentes. Ao definir a interseção, foi possível conseguir a equação com a linha de tendência definida para a velocidade em m/s (eixo "y") onde o eixo "x" representa o valor de RPM (Figura 10). Gerada a equação 1 de conversão de RPM para m/s, a mesma foi inserida na programação do Arduino para geração direta da velocidade do ar a partir do protótipo construído.

$$\text{Velocidade do ar} = -9 \cdot 10^{-6} \cdot \text{RPM}^2 + 0,0117 \cdot \text{RPM} \quad (1)$$

Figura 10 – Gráfico gerado com os valores de RPM



Fonte: Autores, (2022).

Dessa forma, foi feita nova coleta de dados, agora de velocidade do ar, diretamente feita com o protótipo em Arduino. Os valores coletados foram reorganizados em forma de tabela, na qual, possuiu-se os valores medidos para cada respectiva velocidade do ventilador convencional no tubo de teste, valores estes fornecidos pelo protótipo em plataforma Arduino, e comparados com as velocidades coletadas com o anemômetro profissional (Tabela 1).

É perceptível uma diferença pequena na comparação dos valores do protótipo com o anemômetro digital. Isto ocorreu pela construção do arduino possuir elementos

reciclados, o que não favoreceu a produção de um protótipo otimizado, gerando perdas. Dessa forma, foi calculado o erro associado a esses valores gerados e, assim, se fez possível entender os fatores que contribuíram isto.

Tabela 1 – Velocidades do ar medidas com o protótipo em arduino comparadas com as velocidades do ar medidas com anemômetro profissional:

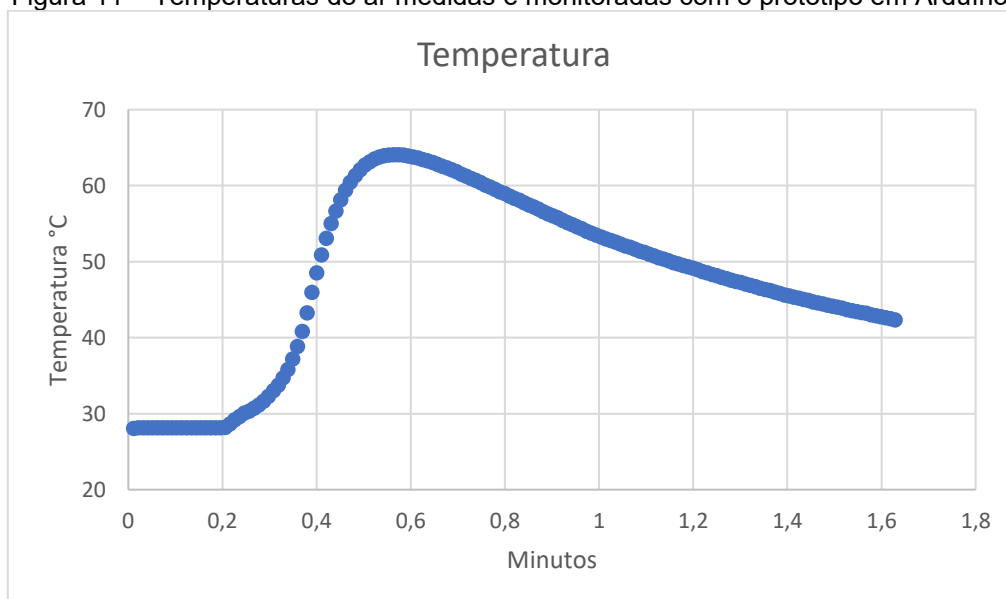
Comparativo dos valores obtidos na velocidade 1 (m/s)				Comparativo dos valores obtidos na velocidade 2 (m/s)			
Anemômetro artesanal		Anemômetro digital		Anemômetro artesanal		Anemômetro digital	
Máximo	2,79	Máximo	2,67	Máximo	2,90	Máximo	3,00
Mínimo	2,51	Mínimo	2,49	Mínimo	2,61	Mínimo	2,73
Média	2,65	Média	2,58	Média	2,77	Média	2,87
Comparativo dos valores obtidos na velocidade 3 (m/s)				Erros encontrados nas medições respectivas			
Anemômetro artesanal		Anemômetro digital		Erro (%)	Máximo	Mínimo	Média
Máximo	4,14	Máximo	4,12	Vel. 1	4,49%	0,8%	2,71%
Mínimo	3,25	Mínimo	3,89	Vel. 2	3,33%	4,39%	3,48%
Média	3,67	Média	3,99	Vel. 3	0,48%	16,45%	8,02%

Fonte: Autores, (2022).

Percebe-se que os maiores valores para as divergências entre as medições feitas no protótipo e no anemômetro profissional se mostra para valores maiores de velocidade do fluxo de ar, o que nos leva a crer que para maiores velocidades, se tem uma maior interferência da turbulência do ar nesta medição. Gerando perdas de energia mais significativas no sistema.

Com relação à temperatura, foi obtido êxito na medição e monitoramento da temperatura do ar através do sensor utilizado (Figura 11). Este sensor possui uma boa precisão. Sendo assim um instrumento confiável para este tipo de monitoramento.

Figura 11 – Temperaturas do ar medidas e monitoradas com o protótipo em Arduino:



Fonte: Autores, (2022).



Portanto, a construção deste protótipo obteve êxito no que se propôs como objetivo, gerando dados com certo nível de precisão e gerando uma curva de monitoramento para estes dados, que pode ser obtido facilmente e tratados em softwares de manipulação de gráficos. Também, foi nítido o desenvolvimento dos discentes envolvidos neste projeto. Estes introduziram conceitos da indústria 4.0 em seu ambiente de trabalho, gerando novas perspectivas e uma visão mais tecnológica a respeito dos processos envolvidos na mineração subterrânea.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, o protótipo em arduíno conseguiu medir velocidades do ar e temperaturas e monitorar constantemente estes valores. Com relação às velocidades do ar, viu-se que estas foram comparadas às velocidades do ar medidas por anemômetro profissional e se notou pequenas discrepâncias. Gerando, assim, valores confiáveis para esta medição.

Com relação à temperatura, viu-se que o protótipo conseguiu fazer o monitoramento da temperatura do fluxo de ar, gerando, assim, dados confiáveis, de acordo com a precisão do sensor utilizado. Este monitoramento é contínuo e concomitante com o monitoramento das velocidades de ar medidas pelo mesmo protótipo.

Porém, é de se destacar que o protótipo tem potencial para melhorias, com a utilização de elementos que podem ser projetados e construídos especificamente para este projeto, como, por exemplo, a hélice. Esta não possui a aerodinâmica ideal para este tipo de utilização. Assim como utilizar rolamentos com o mínimo de atrito possível, garantindo, assim, o mínimo de perda de energia do sistema.

Percebeu-se durante a execução das etapas do projeto que os discentes aprofundaram seus conhecimentos em conteúdos relacionados à mineração, à engenharia, à programação e à automação de forma autônoma e ativa.

O Projeto obteve êxito no que se propôs. Introduziu conceitos, técnicas e prototipagem em um ambiente de mineração, gerando mais conhecimento na prática, contribuindo para o desenvolvimento profissional dos discentes envolvidos, sendo ferramenta didática importante e eficaz para uma formação mais completa do Engenheiro de Minas.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal do Ceará por proporcionar um ambiente de crescimento profissional constante, contribuindo para nosso desenvolvimento profissional e humano. Também ao Projeto de Iniciação Acadêmica – PIA, por financiar este estudo que tanto agregou em conhecimento.

#### REFERÊNCIAS

AValiação DAS CONdições AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO EM SUBSOLO. Norma Regulamentadora nº 22 nº 22, de 29 de novembro de 2018. Portaria SIT nº 787. 22.24 Ventilação em Atividades Subterrâneas, [S. l.], 8 jul. 1978. Acesso em: 02 mai. 2022.

MARTINS ALBUINI, R.; DE OLIVEIRA PROENÇA, F.; REIS PORTILHO, G.; HUGO SILVA LUCAS, V.; WERNECK S. DE OLIVEIRA, P. DESENVOLVIMENTO DE ANEMÔMETRO DE COPOS COM ARDUINO. Revista Mythos, v. 12, n. 2, p. 37-47, 2 mar. 2020. Acesso em: 08 mai. 2022.



MONTANARI, Arthur N. Medidor de posição angular de alta resolução baseado em lógica fuzzy. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Federal de Educação Tecnológica. Belo Horizonte. Minas Gerais. Disponível em: [https://www2.dee.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/18/2017/11/TCC\\_2016\\_1\\_ANMontanari.pdf](https://www2.dee.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/18/2017/11/TCC_2016_1_ANMontanari.pdf). Acesso em: 14 mai. 2022.

PINTO, Paul Cézanne. Avaliação das condições ambientais na mineração em subsolo. Revista Escola de Minas, [S. l.], p. 1-7, 3 set. 2006. Acesso em: 08 mai. 2022.

QUEIROZ, Wagner Rodrigues de Oliveira; SOUSA, Wanderson Quaresma de. A IMPORTÂNCIA DA PLATAFORMA ARDUINO NO MEIO ACADÊMICO. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento., [S. l.], p. 1-23, 1 ago. 2018. Acesso em: 02 de mai. 2022.

SAMPAIO, C. A. de P.; ULLMANN, M. N.; CAMARGO, M. DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ANEMÔMETRO DE COPOS DE FÁCIL CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 4, n. 1, p. 11-16, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5400>. Acesso em: 12 mai. 2022.

<https://www.arduinoecia.com.br/sensor-de-velocidade-lm393-arduino/>. Acesso em: 14 mai. 2022.

<https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-temperatura/sensor-de-temperatura-ds18b20-a-prova-d-agua-2645.html> Acesso em: 14 mai. 2022.

## ANEMOMETER PROTOTYPING ON ARDUINO PLATFORM

**Abstract:** *The knowledge of airflow velocities in underground mines is crucial for monitoring air quality conditions and thermal comfort in these environments. This article addresses the study, planning and construction of two anemometer prototypes on an Arduino platform, as a product of an Academic Initiation Project that had the participation of students from the Mining Engineering Course at the Federal University of Ceará, Campus Crateús. These are composed of a horizontal axis propeller and each prototype used a different type of sensor, denominates hall sensor and infrared sensor, which measured the air speed from the rotations of this propeller, operated through an Arduino module. Thus, the results of the measurements of both sensors were compared with each other and with a commercial anemometer, through experimental tests and statistical treatment. In this way, it was seen that the prototype built with the hall sensor showed inconsistencies in the measurement, and its result was discarded. The one built with an infrared sensor presented a satisfactory result, even using recycled elements for its construction.*

**Keywords:** *arduino, anemometer, underground mine ventilation*