



Universidade de São Paulo

## **Desenvolvimento de Purificador de Ar com Lâmpada Ultravioleta-C no Contexto da COVID-19**

**Alunos:** Julio Min Fei Zhang, Felipe Augusto de Moraes Machado,  
Gustavo Alves Machado, Beatriz Vilas Boas Pugliese Falararo, Alyssa El  
Chihimi de Andrade, Pedro Sylvestre Scandoleira, Larissa Bornia Ghilardi,  
Barbara Medeiros Almeida

**Docente supervisor:** Daniel Varela Magalhães

**Vice:** Pérola de Castro Vasconcelo



## SUMÁRIO

- 1. Introdução** | *Introduzindo projeto, equipe e objetivo do manual*
- 2. Lista de Materiais** | *Lista de componentes, especificações, quantidades*
- 3. Instruções de Montagem** | *Passo a passo enumerado, com fotos e textos*
  - 3.1. Sistemas Eletrônicos** | *Circuito eletrônico*
- 4. Informações técnicas** | *Especificações*
- 5. Manutenção e Cuidados com Equipamento** | *Cuidados necessários*
- 6. Sobre** | *Grupo ARGO, membros e parceiros*

**Aviso legal**

---



A construção e utilização deste dispositivo é por sua própria conta e risco, sendo necessários cuidados em relação à segurança do UVC e também à eletricidade. As lâmpadas germicidas PURITEC emitem radiação UV de alta intensidade que pode causar queimaduras solares e conjuntivite. A pele e os olhos não devem, portanto, ser expostos à radiação direta ou refletida não filtrada.

O equipamento não é destinado a hospitais, e não passou por testes em órgãos como a ANVISA. Foram realizadas revisão bibliográfica dos níveis de dose e tempo de exposição para inativação e testes de eficiência de potência da lâmpada, mas não há comprovação da inativação do vírus por esse dispositivo. Testes laboratoriais estão sendo realizados para comprovar a eficiência do aparelho.

Neste manual, disponibilizamos as seções “Orientações de Uso” e “Manutenção e Cuidados com Equipamento” para uma conduta de manuseio. Nos isentamos de qualquer responsabilidade pelos eventuais danos à saúde causados direta ou indiretamente pelo equipamento. Portanto, tome todo cuidado necessário na construção, uso e manutenção do dispositivo.

---





## 1. Introdução | *Introduzindo projeto, equipe e objetivo do manual*

O cenário da COVID-19 inviabilizou diversas atividades realizadas na sociedade. Para mitigar o risco de contágio, as autoridades sanitárias têm recomendado a boa ventilação dos ambientes. No entanto, em alguns locais como laboratórios e salas de aula foram projetados sem janelas, tornando-os inseguros para permanência de indivíduos por um longo período de tempo. Dessa forma, foi projetado o filtro de ar “Estereli.Easy” para purificar os ambientes fechados, tornando-os mais seguros.



### Público-alvo

Os principais beneficiários do purificador de ar que utiliza a lâmpada Ultravioleta-C são indivíduos que estão confinados em ambientes fechados, com a circulação de ar inadequada. Nesse sentido, incluem-se salas de aulas, vestiários e consultórios de dentistas.



## Objetivos

O purificador de ar com a lâmpada UVC consiste em uma caixa que permite a circulação de ar no equipamento, eliminando possível presença do SARS CoV-2, patógeno responsável pela pandemia da COVID-19. O princípio de desinfecção do projeto está relacionado ao potencial germicida da radiação UV-C, a qual possui comprimento de onda igual a 254 nm. Como benefícios adicionais, pode-se dizer que o equipamento também tem a funcionalidade de filtrar as pequenas partículas suspensas no ar. Dessa forma, o uso poderá ultrapassar o contexto da COVID-19, uma vez que o filtro de ar também beneficiará aqueles que possuem alguma reação alérgica a pólen, ácaros e poeiras, por exemplo, além de outras comorbidades respiratórias relacionadas à má qualidade do ar ambiente.

O projeto busca incentivar iniciativas de inovação entre os universitários, pois membros de diversas áreas (medicina, engenharia, biomedicina, design) podem aplicar, de uma forma interdisciplinar, seus conhecimentos acadêmicos para o desenvolvimento do produto. Para validação do protótipo, há um artigo científico, que descreve os experimentos realizados para comprovação da eficiência do equipamento. Dessa forma, ocorre a integração entre o ensino, pesquisa e extensão, com o propósito de beneficiar a sociedade.

Com o formato Open Source, o projeto tem a finalidade de proporcionar a todos que desejarem construir um equipamento de purificador de ar com segurança comprovada e eficiência otimizada. Não há interesse comercial envolvido no projeto, mas sim a busca da contribuição da universidade para a sociedade, garantindo a segurança dos indivíduos em ambientes fechados.



## 2. Lista de Materiais | *Lista de componentes, especificações, quantidades*

### 2.1. Componentes

#### Peças para montagem mecânica

- 1x Placa de mdf com dimensões de no mínimo 738x562mm
- 1 x Lâmpada Osram Puritec Hns 18w Uv-c Germicida 4 Pinos
- 1 x Reator 18w para Lâmpada Fluorescente Tubular
- 1 x Soquete G13, 2G11, G24q-2
- 1 x Filtros Hepa Aspirador Equipt Electrolux Eqp01 Eqp02
- 1 x Exaustor San Ace B97 24V (DC) 0.9A Modelo 9BAM24P2G03
- 1 x Cola de Contato Polyplac Stoluol
- 1 x Cola Cascorez para Madeira 100g
- 10 x Cantoneira L1"
- 6 x Parafuso e porca para soquete e display
- 20 x Parafuso Com Porca Ferro Máquina 9/64x1"
- 3 x Joelho 90° PVC para Esgoto 50mm ou 2"
- 1 x Cano Tê PVC para Esgoto 50mm ou 2"
- 1 x Cano PVC para Esgoto 50mm ou 2"
- 1 x Tinta Spray preta para uso geral

#### Peças para sistema eletrônico

- 1 x Display 16x2 c/ conversor I2C
- 1 x Kit Atmega328p-pu + componentes
- 1 x Sensor De Qualidade Do Ar MQ-135
- 1 x Sensor de umidade e temperatura do ar DHT11

- 1 x Circuito Fonte 12V 2A (para alimentação do exaustor)
- 1 x Circuito Fonte 5V 300mA (para alimentação do processador e sensores)
- 1 x Conector macho de tomada AC de 3 pinos
- 1 x Botão on/off (2 pinos)
- 1 x Relé 3 pinos
- 22 x Pino macho p/ eletrônica

### 3. Instruções de Montagem | Passo a passo enumerado, com fotos e textos

#### Montagem da Caixa

Para a montagem da caixa é necessário apenas a placa de madeira nas dimensões mínimas especificadas e possuir o arquivo “Caixa Esterelieeasy” no [Github](#) em um pendrive.

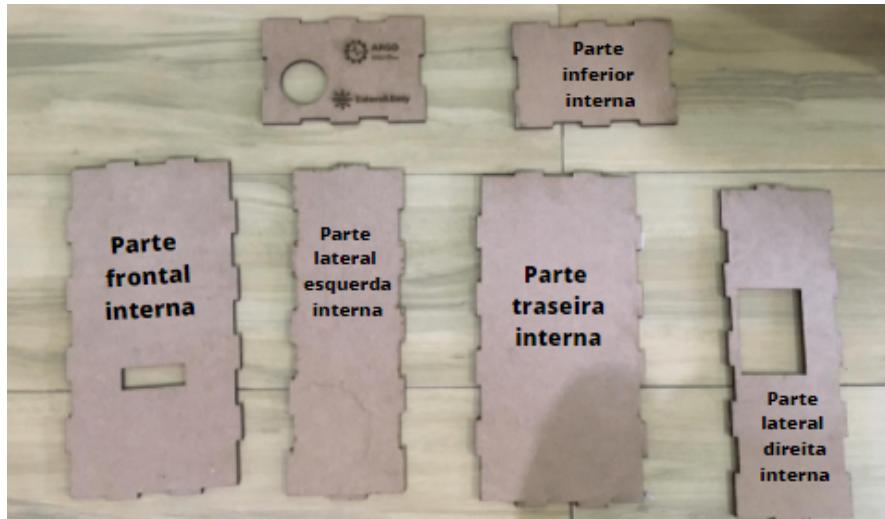
Com auxílio de alguém experiente na utilização da cortadora a laser, posicione a placa de mdf na máquina e inicie o corte.



Figura 1 - Caixa sendo cortada em cortadora a laser.

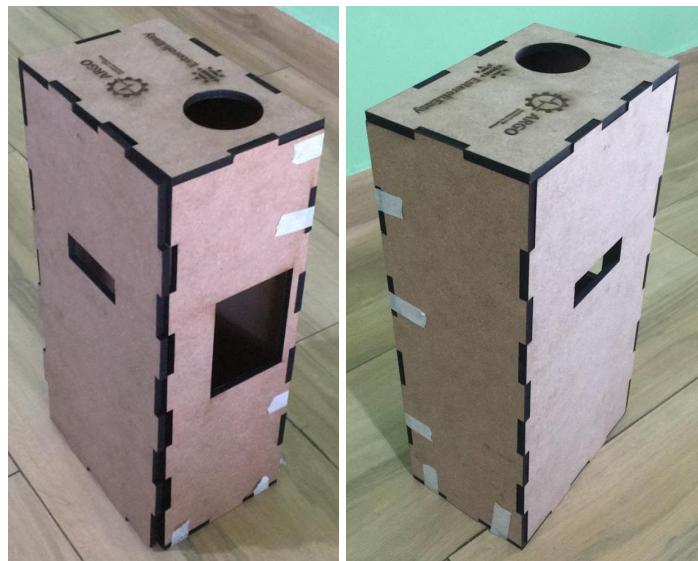


Após o término do corte, é interessante anotar com uma caneta qual é a face correspondente em cada pedaço de madeira antes de retirá-los da máquina, para evitar possíveis problemas de encaixe no futuro.



**Figura 2 - Exemplo de nomeação das faces da caixa.**

Monte a caixa com o auxílio de fita crepe ou durex (a ser retirado posteriormente) para verificar se tudo ocorreu bem.



**Figura 3 - Montagem da caixa com fita.**



## Modificações no cano

Pinte com Spray preto a parte interna dos dois joelhos, do pedaço de cano e do Tê.



Figura 4 - Exemplo de como pintar.

Com um marcador permanente, encoste o sensor de CO<sub>2</sub> em um dos joelhos pintados e esboce o tamanho aproximado desse sensor.



Figura 5 - Esboço do tamanho do sensor no joelho.

Com a furadeira, faça quantos furos julgar necessário no espaço demarcado, depois acerte-o com a lima.



**Figura 6 - Resultado final do espaço para o sensor.**

Vire o mesmo joelho e repita o procedimento para o sensor de umidade e temperatura. Com os dois sensores encaixados, vedê-os com silicone para a fixação, e deixe em repouso por 24 horas ou até secar completamente.

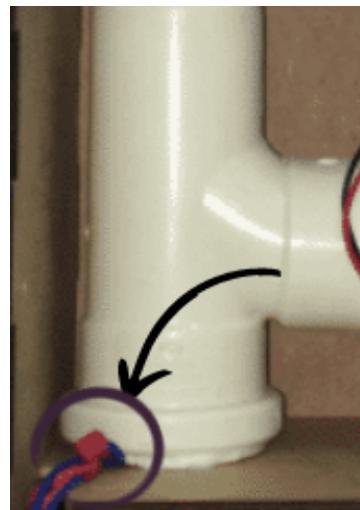


**Figura 7 - Fixação do sensores no joelho.**



**OBS:** Nesse exemplo o joelho não foi pintado de preto, mas é recomendado que ele seja.

Lime a parte lateral do T para a passagem dos fios. Você pode aumentar esse espaçamento da mesma maneira no futuro, caso haja necessidade.

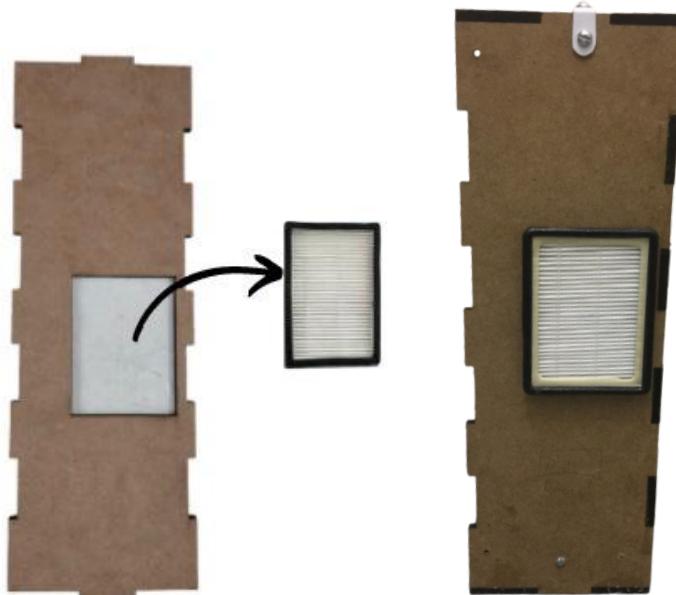


**Figura 8 - Parte a ser limada no Tê para passagem dos fios.**



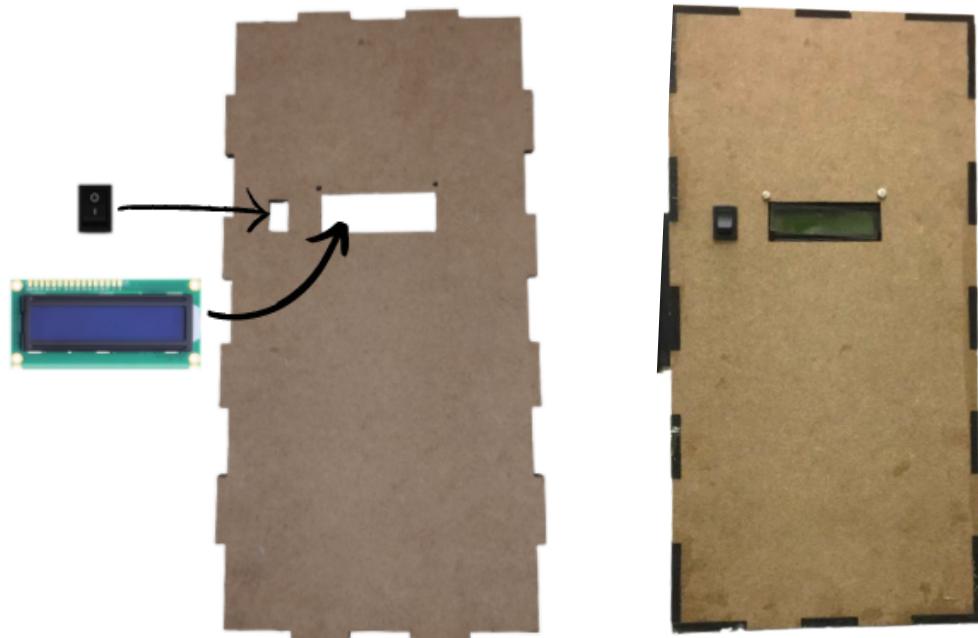
### Encaixando componentes

Encaixe o filtro no maior retângulo lateral da caixa.



**Figura 9 - Encaixe do filtro de ar.**

Retire a madeira frontal e encaixe o botão no menor retângulo. Ao lado do botão, encaixe o display e parafuse-o.



**Figura 10 - Parte frontal da caixa.**

Com os sensores vedados, encaixe o joelho no diâmetro da parte superior da caixa.

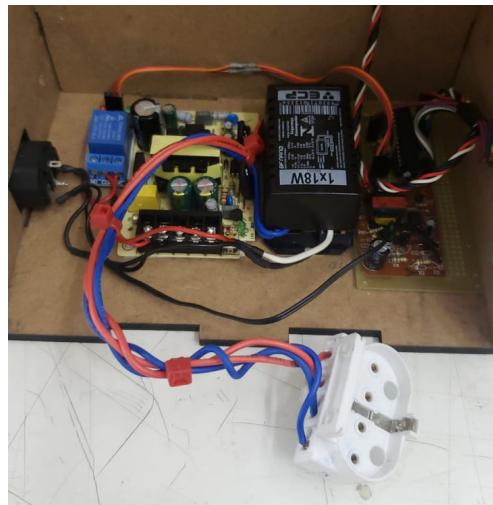


**Figura 11 - Caixa com componentes encaixados.**



### Integração com a parte eletrônica

Com fita dupla face, cole o circuito eletrônico, o reator da lâmpada e a fonte de alimentação na parte inferior da caixa. Se julgar necessário, utilize abraçadeiras de nylon para organizar os fios.



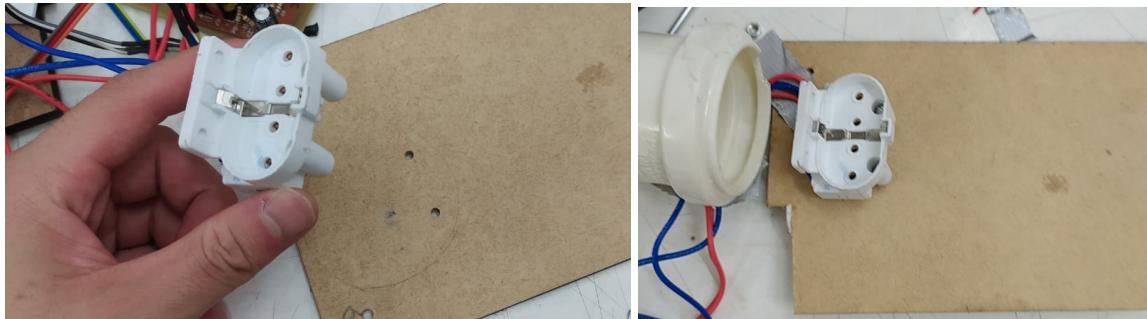
**Figura 12 - Caixa com componentes fixados.**

Cole o conector para tomada em seu devido encaixe.



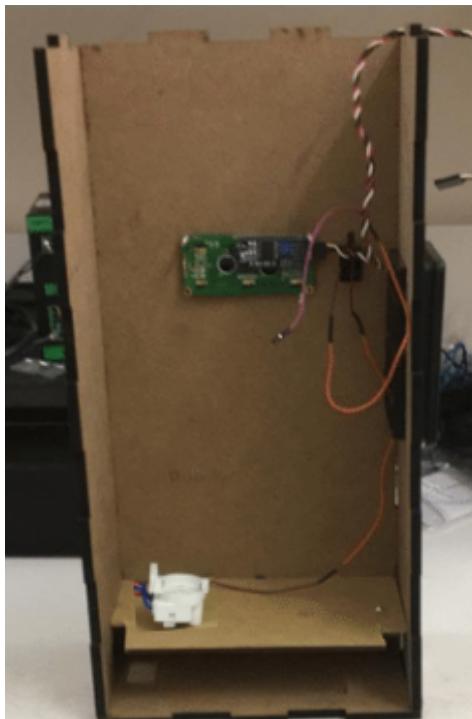
**Figura 13 - conector colado na caixa.**

Parafuse o soquete da lâmpada na madeira de suporte



**Figura 14 - Soquete parafusado na madeira de suporte.**

Parafuse a madeira de suporte dentro da caixa. Os recortes na madeira de suporte existem para a passagem de fios.



**Figura 15 - Madeira de suporte parafusada na caixa.**

Com Silver Tape, fixe o exaustor no segundo joelho, reforçando camadas para que não escape ar.



**Figura 16 - Fixação do exaustor no joelho.**

Encaixe o joelho com o exaustor na extremidade do Tê, de modo que o exaustor entre em contato com o filtro de ar. Após isso, cole o Tê.



**Figura 17 - Encaixe do exaustor com o filtro.**



Pré-monte o interior da caixa, e tire as medidas para cortar o cano.



**Figura 18 - Pré montagem da caixa.**

Após cortar o cano com a serra, remova a parte superior da caixa, encaixe a lâmpada no soquete dentro do Tê e encaixe o cano e o terceiro joelho.



**Figura 19 - Finalização da montagem interna.**

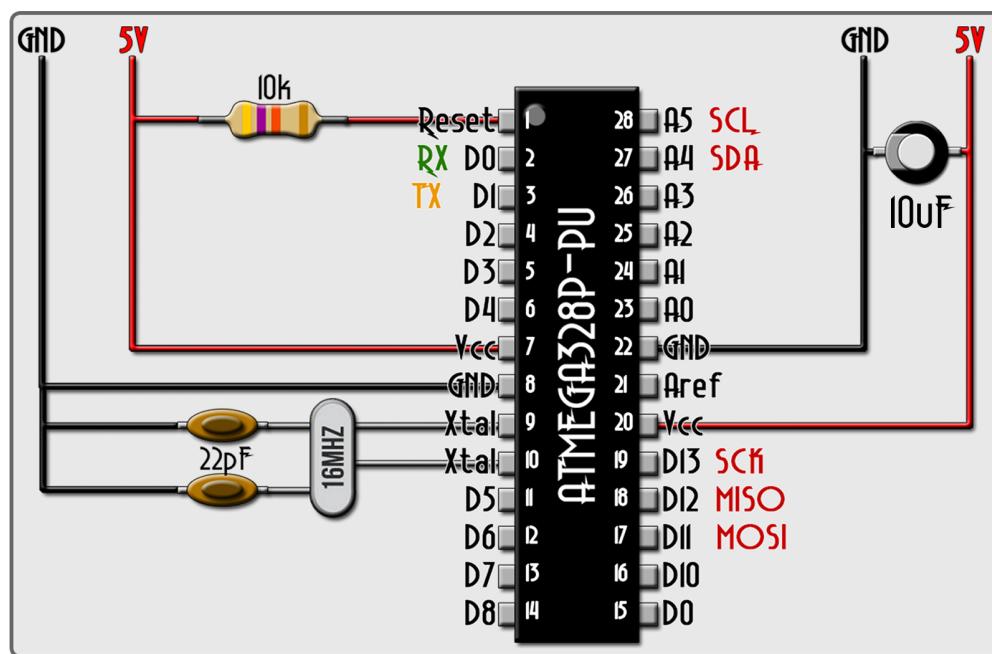
Cole todas as paredes da caixa, com exceção do teto e da parede traseira, pois estas serão parafusadas para possíveis manutenções no equipamento.



**Figura 20 - Montagem final.**

### 3.1. Sistemas Eletrônicos | Circuito eletrônico

Primeiramente é necessário confeccionar a placa de controle baseada no processador ATMEGA328. Numa placa perfurada de cobre, realize as seguintes conexões dos componentes incluídos no seu kit (ver lista de componentes) como na imagem abaixo:



OBS1: O capacitor de 10uF entre os pinos GND e VCC, embora seja opcional, é extremamente recomendado para evitar oscilações e sobrevoltagem na alimentação do processador. Esses eventos podem acarretar em danos permanentes ao seu ATMEGA328.

OBS2: A tensão de 5V é provida pela fonte 5V com corrente de NO MÍNIMO 300mA.



## 4. Informações técnicas | Dose de UVC como referência

Dimensões	157 x 197 x 390 mm
Voltagem	110 - 220V
Fluxo de Ar	51 CFM (86.65 m³/h)
Potência Germicida da Lâmpada	5.5 W
Ruído	64 dB

## 5. Manutenção e Cuidados com Equipamento | Cuidados necessários

**Manutenção:** Para a Manutenção, é possível remover tanto a parte traseira interna (para a manutenção do ventilador centrífugo e dos componentes eletrônicos) quanto a parte superior (para manutenção dos canos e da lâmpada).

**ATENÇÃO:** o equipamento utiliza luz UVC, que é extremamente prejudicial para a pele e para a visão! Sempre desligue o dispositivo antes de realizar a manutenção.

### Cuidados com o equipamento:

- O equipamento possui uma lâmpada frágil, impactos podem danificar ou até mesmo inutilizá-la;
- Não colocar nenhum objeto no cano de saída para evitar danos na lâmpada ou nos sensores;
- Não utilizar o equipamento aberto;
- Evitar obstruir a saída e entrada de ar para manter a eficiência do dispositivo.

## 6. Sobre | Grupo ARGO, membros e parceiros



## Equipe

- Julio Min Fei Zhang, líder do projeto e aluno de graduação da medicina na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Foi o responsável pela coordenação das atividades, além de ter participado na validação científica do equipamento.
- Felipe Augusto de Moraes Machado, aluno de graduação da engenharia mecatrônica na Escola Politécnica. Participou na prototipação do equipamento, realizando simulações computadorizadas para mostrar a eficiência do produto.
- Gustavo Alves Machado, aluno de graduação de design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Projetou o design do produto, além de ter participado no marketing e divulgação do Estereli.Easy.
- Beatriz Vilas Boas Pugliese Falararo, aluna de graduação de Ciências Biomédicas no Instituto de Ciências Biomédicas. Foi responsável pela prospecção de contatos dentro da USP para realização dos testes, além de auxiliar nas pesquisas científicas.
- Barbara Medeiros Almeida, aluna de graduação de engenharia de petróleo na Escola Politécnica. Participou da construção e montagem física do equipamento.
- Larissa Bornia Ghilardi, aluna de graduação de Ciências Biomédicas no Instituto de Ciências Biomédicas. Participou da elaboração do artigo científico, do levantamento de dados da literatura e foi encarregada de auxiliar no delineamento dos estudos experimentais.
- Alyssa El Chihimi de Andrade, aluna de graduação de Ciências Biomédicas no Instituto de Ciências Biomédicas. Foi encarregada de elaborar relatório dos testes realizados, adotando metodologia científica.



- Pedro Sylvestre Scandoleira, aluno de graduação de engenharia elétrica na Escola Politécnica. Elaborou o circuito elétrico do equipamento, bem como auxiliou na construção do primeiro protótipo.

### **Parceiros e orientadores**

- Prof. Dr. Daniel Varela Magalhães: Professor Associado da Universidade de São Paulo (Departamento de Engenharia Mecânica - EESC) e diretor do Centro Avançado para Apoio à Inovação da EESC - EESClm.
- Profa. Dra. Pérola de Castro Vasconcellos: Pesquisadora no Instituto de Química - USP, que trabalha com a caracterização dos compostos orgânicos e inorgânicos (gasosos e particulados) presentes na atmosfera que podem ter impacto na saúde, e a identificação de marcadores químicos emitidos por diferentes fontes de emissão (veículos, queimadas).

### **Para mais informações**

**Site:** [www.esterelieeasy.com.br](http://www.esterelieeasy.com.br)

Email: esterelieeasy@gmail.com