

Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos (UNIFEOB)
Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)

Projeto Integrador
Protótipo de um sistema IoT capaz de atuar na descontaminação de ambientes

Douglas de Andrade (1012021200450)
Larissa Celeste (1012021200266)
Leonardo Santiles (1012021100549)
Lucas Bretas (1012021100562)
Luiz Fernando (1012021100427)

São João da Boa Vista
2022

1. Introdução

O termo *Internet das Coisas* (IoT) é usado para descrever dispositivos, que incorporam tecnologias com o intuito de conectar e trocar dados com outros objetos inteligentes e sistemas através da internet [1][2]. Esses dispositivos inteligentes podem ser encontrados no nosso cotidiano (como eletrodomésticos, roupas inteligentes, computadores, smartphones, etc.) ou até mesmo em soluções industriais sofisticadas [3].

Figura 1 - Internet das Coisas



Fonte: Shutterstock [4]

Um conjunto de avanços recentes, em diversas tecnologias diferentes, foram responsáveis pela difusão da IoT no mundo. O acesso a tecnologia de sensores de baixo custo e baixa potência facilita a aplicação da IoT nos mais variados dispositivos. Uma série de protocolos de rede para a Internet facilitou a conexão de sensores à nuvem e a outras coisas para transferência eficiente de dados [1].

O aumento da disponibilidade de plataformas em nuvem permite que empresas e consumidores acessem a infraestrutura de que precisam para aumentar a escala sem precisar gerenciar tudo. Os avanços em *machine learning* proporcionam às empresas *insights* de maneira mais rápida e fácil. Os avanços nas redes neurais trouxeram o processamento de linguagem natural aos dispositivos IoT (como assistentes pessoais digitais Alexa, Cortana e Siri) e os tornaram atraentes, acessíveis e viáveis para uso doméstico [1].

Na área da saúde, a Internet das Coisas pode ser aplicada em soluções que tem o objetivo de descontaminar ambientes. A descontaminação de ambientes é

muito importante para a manutenção do bem estar social. A pandemia causada pelo vírus da Covid-19 provou que a descontaminação dos ambientes é fundamental para diminuir a propagação do vírus e evitar que mais pessoas fossem contaminadas.

Outro problema que afeta muitas pessoas e pode ser solucionado com a descontaminação dos ambientes é a eliminação de fungos. O aumento de diagnósticos de doenças causadas por fungos nas últimas décadas alerta para a importância do controle destes microrganismos. Os fungos possuem ampla distribuição na natureza, podendo ser encontrados em diferentes ambientes [5].

Neste sentido, o processo de desinfecção torna-se de extrema importância. Estudos da literatura mostram que altas concentrações de hipoclorito de sódio, comumente conhecido como água sanitária, são eficientes no combate aos fungos. O uso de desinfetantes nos ambientes representa um dos procedimentos fundamentais de biossegurança. A desinfecção de superfícies deve ser realizada com rodízio periódico de agentes químicos capazes de eliminar ou inibir o crescimento microbiano [5].

No presente trabalho, propomos um sistema IoT capaz de desinfetar ambientes contaminados por fungos. O sistema é capaz de monitorar a temperatura e umidade do ambiente e, a partir desses dados, decidir se é necessário pulverizar quantidades significativas de hipoclorito de sódio para desinfetar o ambiente monitorado. Fatores como temperatura e umidade são os mais importantes para o desenvolvimento do ciclo biológico dos fungos e, o hipoclorito de sódio mostrou-se ser um agente químico barato e eficiente no combate aos fungos [5][6].

2. Objetivos

O objetivo do Projeto Integrador é construir um protótipo de um sistema, capaz de atuar na desinfecção de ambientes. Além disso, deve-se aplicar os conceitos de Internet das Coisas na proposição do sistema.

O objetivo principal é bastante amplo e engloba diferentes aspectos e cenários. Por isso, no presente trabalho restringimos o objetivo para a criação de um sistema que pode atuar na desinfecção de ambientes contaminados por fungos, com base no monitoramento da temperatura e umidade do estabelecimento (fatores importantes para a proliferação dos fungos).

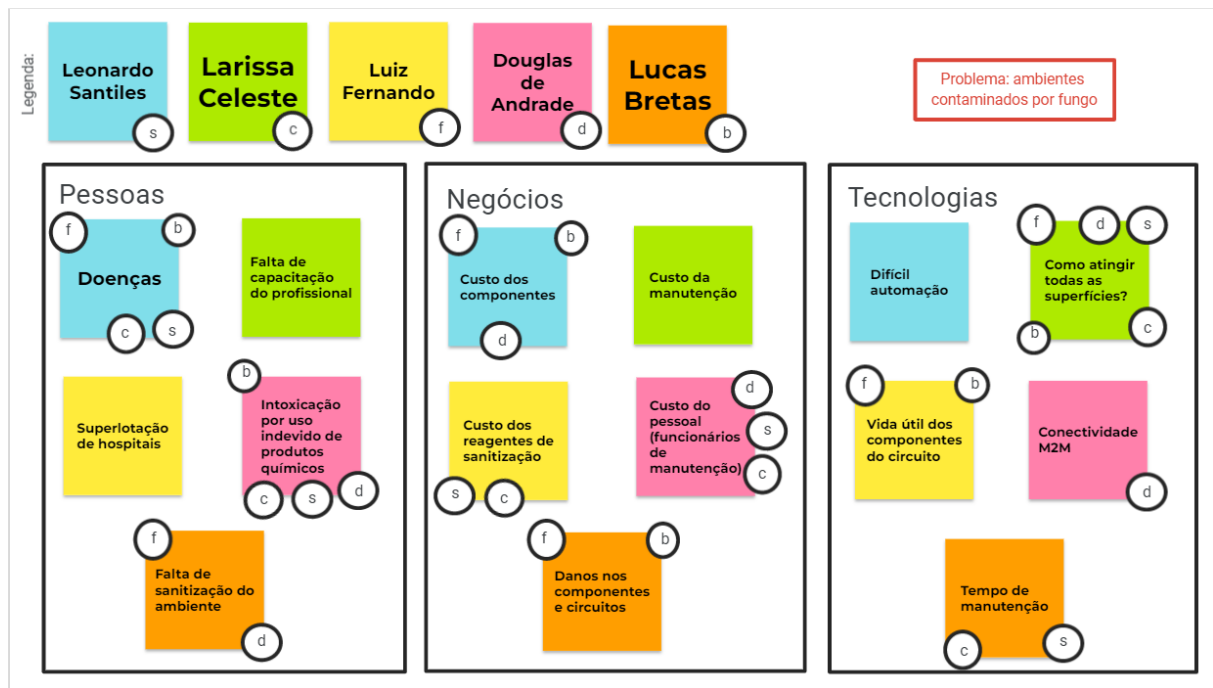
3. Design Thinking

Design Thinking é uma abordagem que auxilia na busca de soluções de forma coletiva e colaborativa para problemas reais. O processo de *Design Thinking* consiste em tentar mapear os cenários em torno de uma problemática, com o intuito de obter uma visão mais ampla de como solucionar o problema. É uma abordagem diferente de uma metodologia, ela não possui uma fórmula pré estabelecida e pode ser aplicada em qualquer área de negócio [7].

No presente trabalho, utilizamos a *Jamboard* para explorar o problema do Projeto Integrador. A *Jamboard* é um quadro branco interativo, desenvolvido pelo Google e faz parte da *G Suite* [8]. Fomos instruídos, em um primeiro momento, a pensar em como o problema *desinfetar ambientes contaminados por fungos* poderia impactar as pessoas, os negócios e as tecnologias. Cada integrante do grupo contribuiu e adicionou um *post-it* no quadro branco da *Jamboard* com sua ideia para cada um dos níveis propostos. Posteriormente, fomos instruídos a pensar em formas de resolver o problema de forma fácil, média e difícil. Mais uma vez, cada integrante do grupo contribuiu com uma ideia no quadro da *Jamboard* para cada um desses níveis de dificuldade.

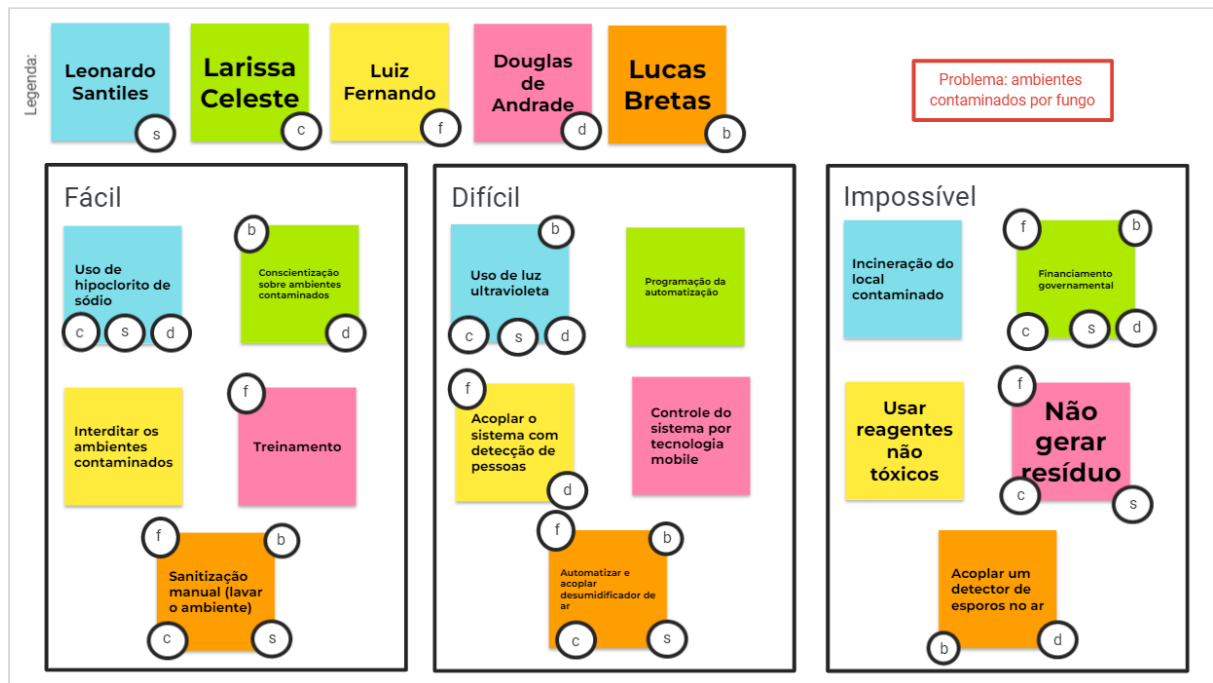
A última etapa da atividade foi uma votação e ela teve dois momentos distintos. Primeiramente, foi feita a votação do impacto do problema para pessoas, negócios e tecnologias. Em seguida, foi feita a votação das ideias de resolução do problema de forma fácil, médio e difícil. Em cada um desses momentos da votação, os integrantes do grupo tiveram direito a dois votos para cada nível proposto. O resultado da atividade de *Design Thinking* pode ser visto nas figuras 2 e 3. As ideias de cada aluno estão representadas pelas cores dos *post-its* e os votos foram representados pelos círculos brancos.

Figura 2 - Processo de *design thinking* na Jamboard (Parte 1)



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 3 - Processo de *design thinking* na Jamboard (Parte 2)



Fonte: elaborado pelos autores

A partir da atividade podemos concluir que o impacto dos ambientes contaminados por fungos nas pessoas é sobretudo na saúde, seja pelo contato

direto com os fungos ou pelo manuseio inadequado de produtos químicos na tentativa de eliminar esses microrganismos. O impacto dos ambientes contaminados por fungos nos negócios se resume no custo elevado dos componentes e no custo do pessoal (funcionários). Já nas tecnologias, a eficiência do sistema proposto em atingir as superfícies de forma uniforme e eficiente foi que mais preocupou o grupo.

Sobre as propostas de como resolver a problemática, a forma mais fácil de eliminar os fungos de um ambiente contaminado seria através da sanitização manual (lavar o local). Pensando em soluções mais complicadas, o uso de luz ultravioleta foi a forma mais difícil votada pelo grupo para desinfetar o ambiente. Pensando em soluções impossíveis, financiamento governamental foi a opção mais votada.

4. Protótipo

Para construir o protótipo do sistema usamos o site Autodesk Tinkercad [9]. O Tinkercad é um programa de modelagem tridimensional (3D) online e gratuito, que pode ser acessado em um navegador da web. Ele é conhecido por sua simplicidade e facilidade de uso.

O protótipo utiliza um sensor de umidade, um sensor de temperatura, um motor para borrifar o produto químico e um motor para desumidificar o ar. A tabela 1 mostra a lista completa dos componentes que foram utilizados no protótipo.

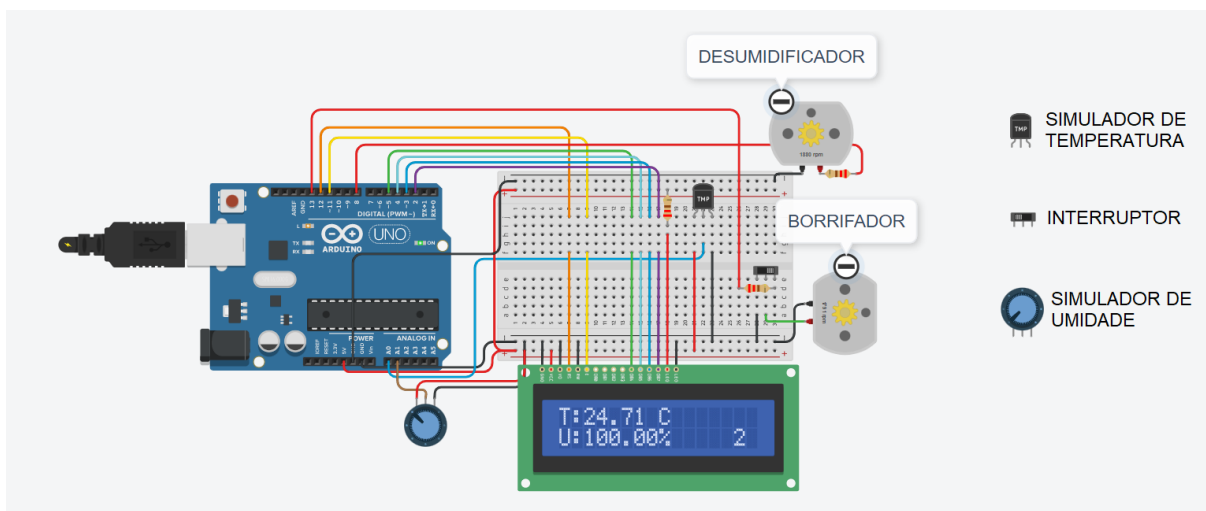
Tabela 1 - Lista de componentes (extraído do Tinkercad)

Nome	Quantidade	Componente
U1	1	Arduino Uno R3
Rpot1	1	10 k Ω Potenciômetro
R1 R2 R3	3	220 Ω Resistor
U3	1	Sensor de temperatura [TMP36]
M1 M2	2	Motor CC
S3	1	Interruptor deslizante
U2	1	LCD 16 x 2

Foi utilizado um display no protótipo para mostrar a temperatura e umidade relativa do ar em tempo real e, para também registrar o tempo de funcionamento do sistema. Foi inserido um interruptor no borrifador para que o mesmo funcione somente quando não há pessoas no local, com o objetivo de garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores presentes no local onde o sistema foi instalado. A figura 4 mostra a visão geral do protótipo no Tinkercad e a figura 5 mostra um esquema do circuito proposto.

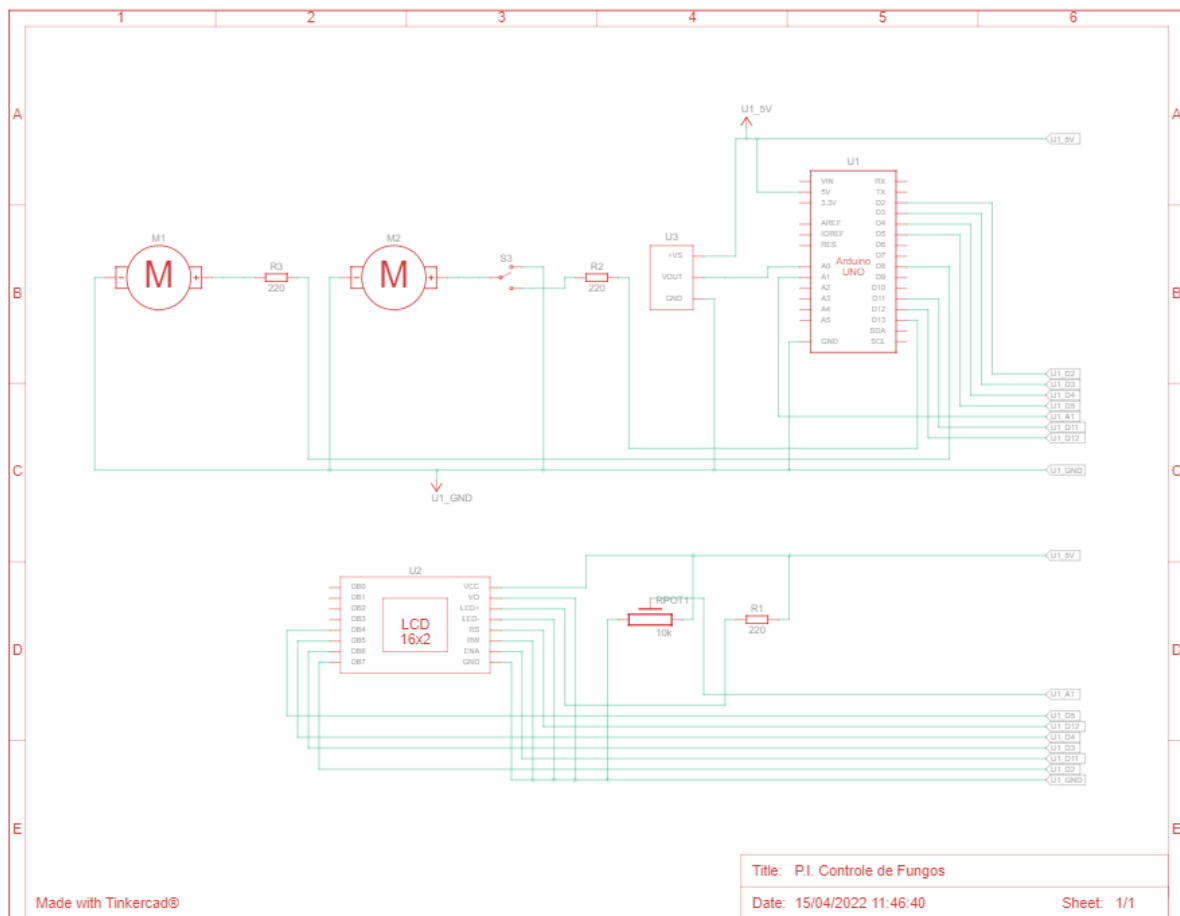
Quando a temperatura e umidade relativa do ar forem maiores que 23 C° e 80%, respectivamente, ambos os motores se iniciam. O borrifador ficará ligado por 10 minutos (este parâmetro é configurável) e, após esse intervalo, ele será desligado. Já o desumidificador ficará ligado até que a temperatura e a umidade relativa do ar se estabilizem. O algoritmo completo de funcionamento do protótipo pode ser encontrado nas figuras 6, 7 e 8.

Figura 4 - Visão geral do sistema proposto no Tinkercad



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 5 - Visão esquemática do protótipo



Fonte: extraído do Tinkercad

Figura 6 - Código de funcionamento do protótipo (Parte I)

```
1  /* Biblioteca LiquidCrystal */
2  #include <LiquidCrystal.h>
3  LiquidCrystal LCD(12,11,5,4,3,2);
4
5  /* Variáveis */
6  int Temp=0;
7  int Umidade=1;
8  int porcem=0;
9  int motor01=8;
10 int motor02=13;
11
12 /* Variáveis / Parâmetros */
13 float temp=23; // Temperatura
14 float ur=830; // Umidade relativa do ar
15 int contador=9; // Contar tempo do borrifador
16
17 void setup(){
18
19     /* Config. pino de saída para motores */
20     pinMode(motor01, OUTPUT);
21     pinMode(motor02, OUTPUT);
22
23     /* Fixando unidades na tela */
24     LCD.begin(16,2);
25     LCD.setCursor(0,0);
26     LCD.print("T:");
27     LCD.setCursor(7,0);
28     LCD.print(" C");
```

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 7 - Código de funcionamento do protótipo (Parte II)

```
29 LCD.setCursor(0,1);
30 LCD.print("U:");
31 LCD.setCursor(8,1);
32 LCD.print("%");
33 }
34
35 void loop()
36 {
37     int SensorTempTensao=analogRead(Temp);
38
39     // Converte a tensao lida
40     float Tensao=SensorTempTensao*5;
41     Tensao/=1024;
42
43     // Converte e imprime a tensao lida em Graus Celsius
44     float TemperaturaC=(Tensao-0.5)*100;
45
46     // Muda o cursor para coluna 3 e linha 1 do LCD
47     LCD.setCursor(2,0);
48
49     // Imprime a Temperatura
50     LCD.print(TemperaturaC);
51
52     int SensorUmidade=analogRead(Umidade);
53
54     // Converte a tensao lida em porcentagem
55     float porcem=map(SensorUmidade,0,1023,0,100);|
```

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 8 - Código de funcionamento do protótipo (Parte III)

```
56
57 // Muda o cursor para coluna 3 e linha 2 do LCD
58 LCD.setCursor(2,1);
59
60 // Imprime a umidade em porcentagem
61 LCD.print(porcem);
62
63 // Parâmetros para ligar os motores
64 if (TemperaturaC >= temp && SensorUmidade >= ur) {
65     digitalWrite(motor01, HIGH); //liga motor desumidificador
66
67     if (contador >= 9) { //contador de intervalo do borrifar
68         digitalWrite(motor02, HIGH); //liga motor produto químico
69         contador = 1;
70     }
71 }
72
73 //liga umidificador se estiver off
74 if ((SensorUmidade > ur && TemperaturaC < temp) ||
75     SensorUmidade < ur && TemperaturaC > temp) {
76     digitalWrite(motor01, HIGH); //liga motor desumidificador
77 }
78
79 if (SensorUmidade < ur && TemperaturaC < temp) {
80     digitalWrite(motor01, LOW); // desliga motor desumidificador
81 }
82
83 if (contador == 5) {
84     digitalWrite(motor02, LOW); //desliga borrifador
85 }
86
87 LCD.setCursor(14,1);
88 LCD.print(contador); //imprime contador
89
90 delay(1000);
91 contador++;
92
93 LCD.setCursor(14,1);
94 LCD.print(" "); //limpa campo
95 }
96
```

Fonte: elaborado pelos autores

5. Conclusão

A partir deste trabalho vimos que a IoT pode ser aplicada em soluções relativamente simples e gerar impactos significativos na sociedade. A descontaminação de ambientes passou a ter maior relevância na atualidade, por conta da pandemia causada pelo vírus da Covid-19. A preservação do bem estar da população está diretamente ligada à manutenção dos ambientes limpos, sem a presença de microorganismos nocivos à saúde.

Vimos também que ambientes contaminados por fungo causam grande preocupação, devido ao aumento de doenças causadas por esses organismos nos últimos anos. Os fungos podem ser encontrados em diferentes ambientes, sobretudo nos locais úmidos e quentes.

No presente trabalho, propomos um sistema IoT capaz de desinfetar ambientes através da pulverização de hipoclorito nas superfícies. Dados da literatura mostram que o hipoclorito de sódio é capaz de eliminar os fungos presentes em uma superfície. O sistema é capaz de identificar a necessidade de liberar o agente químico a partir do monitoramento da temperatura e umidade do local. Julgamos que essa solução pode ser implementada facilmente e acreditamos que o projeto contribui com a limpeza dos estabelecimentos e com a diminuição dos casos de infecção por fungos.

Futuramente, uma ideia para aprimorar o sistema seria acoplá-lo a uma rede de dispositivos. Assim, a rede de dispositivos seria capaz de trocar informações entre os dispositivos conectados a ela e gerenciar a limpeza de vários ambientes de forma autônoma. Este seria um grande passo na automação do sistema proposto e no controle de ambientes contaminados.

6. Referências

- [1] ORACLE. *O que é IoT?* Fonte online. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>>. Acesso em: 09 abr 2022.
- [2] ALECRIM, Emerson. *O que é Internet das Coisas (IoT)?* Fonte online. Disponível em: <<https://www.infowester.com/iot.php>>. Acesso em: 09 abr 2022.
- [3] TECHTUDO. *Internet das Coisas: entenda o conceito e o que muda com a tecnologia.* Fonte online. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.ghtml>>. Acesso em: 09 abr 2022.

[4] SHUTTERSTOCK, Inc. Fonte online. Disponível em: <<https://www.shutterstock.com/pt/>>. Acesso em: 09 abr 2022.

[5] MADRID, Isabel Martins et al. Eficácia de soluções desinfetantes na eliminação de fungos de importância médica e veterinária. *Archives of Veterinary Science*, v.18, n.1, p.65-70, 2013.

[6] SOUSDALEFF, Martha. Caracterização de fungos de ar indoor e ar outdoor dos laboratórios da UTFPR campus Campo Mourão/PR. Trabalho de conclusão de curso de graduação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

[7] ENDEAVOR. *Design Thinking: ferramenta de inovação para empreendedoras e empreendedores*. Fonte online. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/tecnologia/design-thinking-inovacao/>>. Acesso em: 12 abr 2022.

[8] WIKIPÉDIA. *Google Jamboard*. Fonte online. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Jamboard>. Acesso em: 12 abr 2022.

[9] TINKERCAD. Fonte online. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/>>.