

# EXA: Extintor Automático contra incêndios em quadros elétricos

Rian Rasch Pereira  
Federal University of Santa Maria, UFSM  
Santa Maria, Brazil  
rian.rasch@acad.ufsm.br

Mateus da Rosa Tonetto  
Federal University of Santa Maria, UFSM  
Santa Maria, Brazil  
mateus.tonetto@acad.ufsm.br

Theo do Nascimento Moreira  
Federal University of Santa Maria, UFSM  
Santa Maria, Brazil  
theo.moreira@acad.ufsm.br

Marcus Vinicius Preira dos Santos  
Federal University of Santa Maria, UFSM  
Santa Maria, Brazil  
marcus.santos@acad.ufsm.br

**Resumo** — Ao pensarmos no combate de incêndios elétricos também estamos examinando perdas humanas, patrimoniais e afetivas, bem como a devastação da fauna e flora locais, graves interrupções no fornecimento de energia e risco iminente de incêndios de maior magnitude. Um ponto crítico, em qualquer infraestrutura são os quadros elétricos, e a instalação de um dispositivo que age com resposta imediata aos incêndios e está diretamente interligado ao sistema elétrico, pode facilitar o combate ao incêndio, minimizando os danos. Por este motivo o presente trabalho tem por objetivo elaborar o dispositivo EXA para a extinção de incêndios automatizada em quadros elétricos. Para isso, foram realizados estudo laboratoriais com Arduino, sensores de temperatura e infravermelho, bem como, a criação de um código.

**Palavras-chaves**— Automação; Extintor; Prevenção a incêndio; Quadro de distribuição; Quadro elétrico.

**Abstract** — When considering the combat of electrical fires, we are also examining human, material, and emotional losses, as well as the devastation of local fauna and flora, severe interruptions in energy supply, and the imminent risk of larger fires. A critical point in any infrastructure is the electrical panels, and the installation of a device that acts with immediate response to fires and is directly interconnected with the electrical system can facilitate fire fighting, minimizing damages. For this reason, the present study aims to develop the EXA device for automated fire extinguishing in electrical panels. To achieve this, laboratory studies were conducted with Arduino, temperature and infrared sensors, as well as the creation of a code.

**Keywords**— Automação; Extintor; Prevenção a incêndio; Quadro de distribuição; Quadro elétrico.

## I. INTRODUÇÃO

A segurança contra incêndios elétricos é uma questão de extrema importância em diversos setores, desde residências até indústrias. A cada ano, milhares de incidentes de incêndios elétricos ocorrem em todo o mundo, resultando em perdas

significativas de vidas, propriedades e recursos naturais. Somente em 2023 foram registrados 963 casos de incêndios elétricos no Brasil, o que evidencia a urgência em desenvolver e implementar medidas eficazes de prevenção e combate a esses eventos. [1]

Neste contexto, o desenvolvimento do Extintor Automático contra incêndio em quadros elétricos (EXA) representa um novo olhar, com mais atenção para a segurança de sistemas elétricos. Este é um dispositivo projetado especialmente para quadros de distribuição, capaz de detectar rapidamente fogo ou calor excessivo e acionar uma descarga de CO<sub>2</sub> para extinguir o incêndio de forma automatizada.

A presente pesquisa tem como objetivo explorar as características, funcionamento e eficácia do EXA como medida de prevenção e combate a incêndios em quadros elétricos, como projeto final da disciplina de Projeto Integrador em Engenharia Elétrica I (UFSM00295) da Universidade Federal de Santa Maria.

## II. MATERIAIS E METODOS

Os materiais utilizados para a construção do projeto EXA foram: o Módulo Sensor de Chamas KY-026, o Módulo Sensor de Temperatura KY-028, pequenos condutores, um extintor de CO<sub>2</sub> de 6 quilos, um display genérico 16x2 (com IC2), parafusos, três baterias de Lítio 18650, uma placa BMS, um servo motor, conjunto de cabo de aço e conduíte, fonte de alimentação bivolt 12V, um quadro elétrico, um Arduino. Além disso com auxílio do programa Solid Works foram modelados: uma Caixa Corpo EXA101 (Anexo 1), a Tampa 1 – Caixa EXA102 (Anexo 2), Tampa 2 – Caixa EXA104 (Anexo 3), 04 braçadeiras EXA301 (Anexo 4), um Suporte Servomotor EXA230 (Anexo 5), uma Polia Motora EXA 231 (Anexo 6), o Suporte Sensores EXA 200 (Anexo 7). Podemos conferir a Montagem Caixa – Tampas (Anexo 8).

O quadro de apresentação foi retirado de uma sucata. Pelas condições do ambiente, havia muita sujeira e o desgaste da tinta. Por isso, foi necessário um reparo estético com tinta spray e uma intensa limpeza no material. Podemos observar na

Fig. 1 o quadro na situação em que foi encontrado e na Fig. 2 o quadro após sua restauração.



Fig.1 Quadro antes dos reparos estéticos



Fig. 2 Quadro após os reparos estéticos

Foi utilizado a linguagem de programação C++ e o ambiente laboratorial NUPEDEE do Centro de Tecnologias da Universidade Federal de Santa Maria para criar o código abaixo:

```
1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3  #include <Servo.h>
4
5  #define flameSensorPin A0
```

```
6  #define tempSensorPin A1
7  #define batterySensorPin 2
8  #define servoPin 3
9
10 #define p_temp 60
11 #define p_fogo 200 //0 a 1023
12 #define abertura 95
13 Servo servo;
14
15 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
16
17 void setup() {
18   //Serial.begin(9600);
19   servo.attach(servoPin);
20   pinMode(tempSensorPin, INPUT);
21   pinMode(flameSensorPin, INPUT);
22   servo.write(0);
23   lcd.init();
24   lcd.begin(16, 2); // Identifica que o display
                        possui 16 colunas e 2 linhas
25   lcd.clear(); // Apaga todos os caracteres do
                        Display
26   lcd.backlight();
27 }
28
29 int fogo_ir() {
30   if (analogRead(flameSensorPin) < p_fogo) {
31     delay(250);
32     if (analogRead(flameSensorPin) < p_fogo) {
33       return 1;
34     } else return 0;
35   } else return 0;
36 }
37
38 int fogo_temp() {
39   int v_input =
                        analogRead(tempSensorPin);//1024
                        VALUE
40   float temp = 125.315-0.175529*v_input-2;
41   if (temp > p_temp) {
42     delay(250);
43     int v_input =
                        analogRead(tempSensorPin);//1024
                        VALUE
44     float temp = 125.315-0.175529*v_input-2;
45     if (temp > p_temp) {
46       return 1;
47     } else {
```

```

48   return 0;
49   }
50   } else {
51   return 0;
52   }
53   }
54
55   void aciona_ext1(int flag){
56   servo.write(abertura);
57   while(flag !=0){
58   delay(200);
59   flag = fogo_temp() + fogo_ir();
60   }
61   servo.write(0);
62   }
63
64   void aciona_ext2(int flag){
65   servo.write(abertura);
66   delay(flag*1000);
67   servo.write(0);
68   }
69
70   void loop() {
71   int flag = fogo_temp() + fogo_ir();
72   int v_input =
       analogRead(tempSensorPin);//1024
       VALUE
73   float temp = 125.315-0.175529*v_input-2;
74
75   /*
76   Serial.print("Flag = ");
77   Serial.println(flag);
78   Serial.print("Temperatura: ");
79   Serial.print(temp);
80   Serial.println(" C ");
81   Serial.print("IR: ");
82   Serial.println(analogRead(flameSensorPin));
83   Serial.print("Bat: ");
84   Serial.print(map(analogRead(batterySensorP
       in), 0, 1023, 0, 100));
85   Serial.println("%");
86   Serial.println();
87   */
88
89   lcd.clear();
90   lcd.setCursor(0,0);
91   lcd.print("Temp:");
92   char buffer[10];

```

```

93   dtostrf(temp, 3, 0, buffer);
94   lcd.print(buffer);
95   lcd.print("C");
96   lcd.setCursor(0,1);
97   lcd.print("Bat:");
98   dtostrf((2.54 +
       (analogRead(batterySensorPin) /
       1023.0) * (4.25 - 2.54))*100/4.25, 3,
       0, buffer);
99   lcd.print(buffer);
100  lcd.print("%");
101
102  lcd.setCursor(10,0);
103  lcd.print("Ir:");
104  lcd.print(analogRead(flameSensorPin)/100);
105
106  if(flag != 0){
107  aciona_ext1(flag);
108  }
109  delay(500);
110  }

```

Os preços dos itens utilizados no projeto foram avaliados no dia 04/08/2024 no site Mercado Livre a partir dos produtos mais bem avaliados do site. Para a elaboração real do projeto os itens foram comprados via Mercado Livre, com exceção dos que estão indicados na tabela abaixo:

TABELA I

Custo das peças do projeto

\* Itens reciclados

Item	Valor (R\$)	Site base
Arduino Uno [2]	44,99	Mercado Livre
Servo 180° [3]	46,99	Mercado Livre
Conversor DC DC [4]	21,66	Mercado Livre
Bms 3s 18650 Li-ion 20 [5]	12,90	Mercado Livre
Display 16x2 +i2c [6]	30,99	Mercado Livre
Modulo Sensor de Temperatura [7]	5,90	ELETROGATE
Modulo Sensor de IR (Chama) [8]	8,58	ELETROGATE
3 baterias 18650 [9]	62,7	Mercado Livre

Parafusos* [10]	37,37	Mercado Livre
Jumpers* [11]	13,59	Mercado Livre
Quadro de Apresentação* [12]	97,50	Mercado Livre
Tubulação de CO <sub>2</sub> [13]	173	Mercado Livre
1kg de Filamento PLA [14]	112,61	Mercado Livre
Extintor de CO <sub>2</sub> 6kg [15]	700	Mercado Livre
Molas [16]	10,299	Mercado Livre
Total	1379,079	

O funcionamento do Projeto consta como na Fig. 3. Os sensores acoplados ao quadro de distribuição e ligados a um Arduino, quando detectarem 60 °C, fogo ou infravermelho farão com que o servo motor receba um sinal, sendo ativado e liberando uma descarga de CO<sub>2</sub>, até que sesse o sinal de fogo, com uma janela de funcionamento entre 13s a 18s. O servo motor é inserido dentro da Caixa de Corpo, que fica integrado ao extintor de incêndio através de duas braçadeiras conforme a Fig. 4.

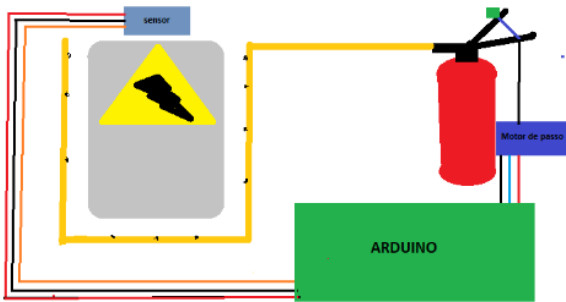


Fig. 3 Diagrama de funcionamento do projeto

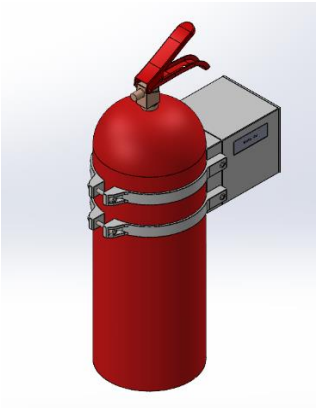


Fig. 4 Ilustração do extintor

Os demais detalhes podem ser conferidos através do <https://github.com/Rian-Rasch/Projeto-I-Eng.-El-trica---2024.1>, elabora pelos autores como maneira de organizar as ideias e arquivos do projeto, disponibilizando para que o público conheça mais o projeto EXA.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A montagem dos equipamentos do projeto foi concluída com sucesso, como demonstra a Fig. 5. O projeto foi apresentado na 2ª Mostra de protótipos Conceive Design Implement Operate no hall de entrada do Centro de Tecnologias (CT) da UFSM, com duração das 13h30 até às 16h. A percepção do público foi positiva, aguçando a curiosidade para os transeuntes do local. Além da comunidade acadêmica a exposição atraiu convidados, dentre eles, crianças e funcionários da empresa SULCLEAN, como mostra na Fig. 6. O protótipo inclusive foi escolhido pelo público como o segundo mais interessante.



Fig. 5 Equipamento montado



Fig. 6 Interação com o publico

O seu funcionamento, na Fig. 7 se dá ao acionarmos uma fonte de calor ao quadro, neste caso representado com um

isqueiro, após isso o extintor é ativado e dispara uma descarga de CO<sub>2</sub>, de até, no máximo, 750 milissegundos,



Fig. 7 EXA em funcionamento

Como limitações do projeto percebe-se que o uso do motor servo dificulta sua elaboração, sendo mais adequado o uso de uma válvula solenoide. Além disso, necessita-se entender o tempo de ação que o extintor deve liberar o CO<sub>2</sub> e como deve ser feita a manutenção do EXA com mais estudos.

O projeto contribui significativamente para a disseminação do tema de prevenção de incêndios ao promover uma abordagem inovadora, desenvolvida por estudantes dos primeiros semestres do curso de Engenharia Elétrica. Além disso, este projeto estabelece uma base sólida para o aprofundamento e continuidade das propostas desenvolvidas. Recomenda-se a continuidade e expansão do trabalho nas disciplinas subsequentes, como Projeto Integrador em Engenharia Elétrica II (UFMS000296) e Projeto Integrador em Engenharia Elétrica III (UFMS000297). Em caso de continuidade seria interessante adquirir a patente do projeto, transformando-o em um produto.

#### IV. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto demonstrou a viabilidade de criar um sistema eficiente e especializado para a prevenção e combate a incêndios em instalações elétricas, onde a rápida resposta é essencial para evitar danos. O sistema automatizado proposto é capaz de detectar e extinguir incêndios em seus estágios iniciais, garantindo maior segurança para pessoas e equipamentos.

Durante a implementação, foi possível integrar conhecimentos de diversas áreas, como eletrônica, programação e sistemas de controle, resultando em um protótipo funcional e eficaz. Os testes realizados comprovaram a rapidez e eficiência do sistema em situações de risco, validando a proposta inicial e sua aplicabilidade em ambientes com quadros elétricos.

Apesar dos resultados promissores, há espaço para melhorias, como a otimização dos sensores de detecção e a expansão da área de cobertura. Futuras pesquisas poderiam focar na integração do sistema com redes de comunicação inteligentes, permitindo monitoramento remoto.

Outro ponto a ser destacado é a possibilidade de otimizar as modelagens para torná-las mais enxutas, promovendo uma economia de plástico e, consequentemente, reduzindo o impacto ambiental do produto. Esse ajuste não só contribui para a sustentabilidade, como também pode diminuir os custos de produção.

Em suma, o projeto oferece uma contribuição significativa para a segurança em instalações elétricas e segurança contra incêndio apresentando uma solução tecnológica inovadora e adaptável. Com melhorias, o sistema poderá se tornar ainda mais robusto e eficiente, atendendo às necessidades específicas de diversos ambientes.

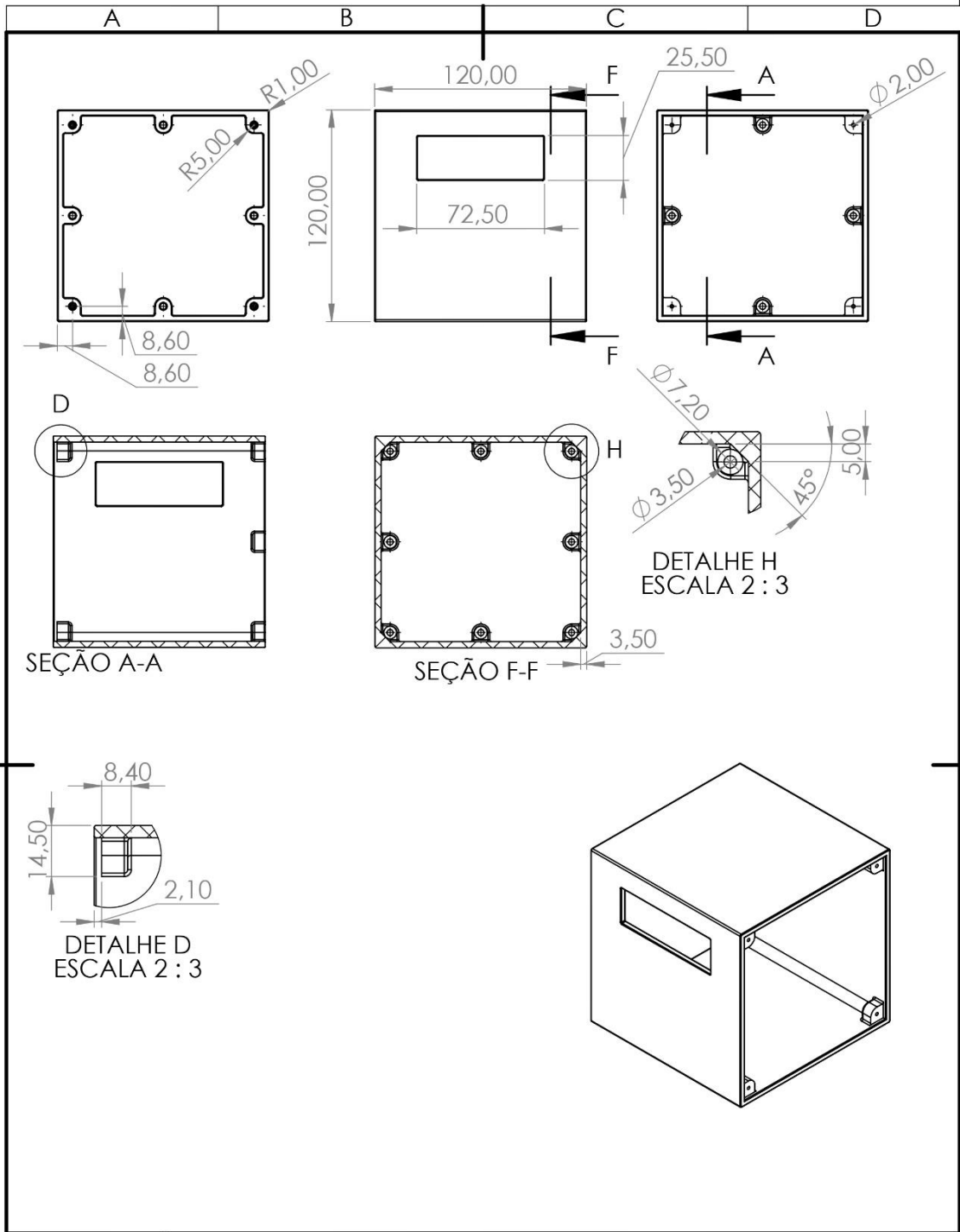
#### REFERENCES

- [1] Edson Martinho, Danilo Ferreira de Souza, Meire Biudes Martinho, Walter Aguiar Martins Jr., Lia Hanna Martins Morita, and Daniela de Oliveira Maionchi (Eds.), *Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2024 – Ano Base 2023*. Abracopel, Salto-SP, Brazil, 2023. DOI: 10.29327/.
- [2] Mercado Livre, *Placa Uno Rev3 R3 Atmega328 SMD + Cabo USB + Pinos*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1627447986-placa-uno-rev3-r3-atmega328-smd-cabo-usbpinos\\_JM#position%3D21%26search\\_layout%3Dgrid%26type%3Di tem%26tracking\\_id%3Dc8ede250-7013-41a8-948f-baad129ef6ca,\\*\\*](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1627447986-placa-uno-rev3-r3-atmega328-smd-cabo-usbpinos_JM#position%3D21%26search_layout%3Dgrid%26type%3Di tem%26tracking_id%3Dc8ede250-7013-41a8-948f-baad129ef6ca,**) accessed on: Aug. 4, 2024.
- [3] Mercado Livre, *Servo Motor MG996R Metal Gear 180° Melhor Que TowerPro MG995*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4181052988-servo-motor-mg996r-metal-gear-180melhor-que-towerpro-mg995-\\_JM?quantity=1,\\*\\*](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4181052988-servo-motor-mg996r-metal-gear-180melhor-que-towerpro-mg995-_JM?quantity=1,**) accessed on: Aug. 4, 2024.
- [4] Mercado Livre, *Conversor DC-DC Buck Boost 2 em 1 Step Up e Down XL6019*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2921672108-conversor-dc-dc-buck-boost-2-em-1-step-up-e-down-xl6019-\\_JM?quantity=2,\\*\\*](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2921672108-conversor-dc-dc-buck-boost-2-em-1-step-up-e-down-xl6019-_JM?quantity=2,**) accessed on: Aug. 4, 2024.
- [5] Mercado Livre, *Proteção 3S BMS para 3 Baterias 18650 Li-ion 20A 64x20x3.4mm*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2613729095-protecto-3s-bms-para-3-baterias-18650-li-ion-20a-64x20x34mm-\\_JM?quantity=1,\\*\\*](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2613729095-protecto-3s-bms-para-3-baterias-18650-li-ion-20a-64x20x34mm-_JM?quantity=1,**) accessed on: Aug. 4, 2024.
- [6] Mercado Livre, *Display LCD 16x2 1602 Fundo Azul Módulo I2C Soldado Arduino*, available at: [https://www.mercadolivre.com.br/display-lcd-16x2-1602-fundo-azul-modulo-i2c-soldado-arduino/p/MLB29525771#searchVariation%3DMLB29525771%26position%3D5%26search\\_layout%3Dgrid%26type%3Dproduct%26tracking\\_id%3D46739efc-cdb-4544-81eb-7551488f8eb6,\\*\\*](https://www.mercadolivre.com.br/display-lcd-16x2-1602-fundo-azul-modulo-i2c-soldado-arduino/p/MLB29525771#searchVariation%3DMLB29525771%26position%3D5%26search_layout%3Dgrid%26type%3Dproduct%26tracking_id%3D46739efc-cdb-4544-81eb-7551488f8eb6,**) accessed on: Aug. 4, 2024.
- [7] Eletrogate, *Módulo Sensor de Temperatura com NTC 10K*, available at: [https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-temperatura-com-ntc10k?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=\[MC4\]\\_\[G\]\\_\[PMax\]\\_ArduinoRoboticaSensoresModulos&utm\\_content=&utm\\_term=&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwwuG1BhCnARIsAFWBUC3Bn3XfUxe8JBmKtILWVqjl3NTpunooEabUVdBDKZsNLXn\\_eyCfDwaAuFQEALw\\_wcB,\\*\\*](https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-temperatura-com-ntc10k?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=[MC4]_[G]_[PMax]_ArduinoRoboticaSensoresModulos&utm_content=&utm_term=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwwuG1BhCnARIsAFWBUC3Bn3XfUxe8JBmKtILWVqjl3NTpunooEabUVdBDKZsNLXn_eyCfDwaAuFQEALw_wcB,**) accessed on: Aug. 4, 2024.
- [8] Eletrogate, *Sensor de Obstáculos Reflexivo Infravermelho*, available at: [https://www.eletrogate.com/sensor-de-obstaculo-reflexivo-infravermelho?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=\[MC4\]\\_\[G\]\\_\[PMax\]\\_ArduinoRoboticaSensoresModulos&utm\\_content=&utm\\_term=&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwwuG1BhCnARIsAFWBUC2DWJ6UmRz86CijTRssHkTJTI-22wQx\\_cF-vee0wm0sfGjHMQvk7F0aAqi\\_EALw\\_wcB,\\*\\*](https://www.eletrogate.com/sensor-de-obstaculo-reflexivo-infravermelho?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=[MC4]_[G]_[PMax]_ArduinoRoboticaSensoresModulos&utm_content=&utm_term=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwwuG1BhCnARIsAFWBUC2DWJ6UmRz86CijTRssHkTJTI-22wQx_cF-vee0wm0sfGjHMQvk7F0aAqi_EALw_wcB,**) accessed on: Aug. 4, 2024.



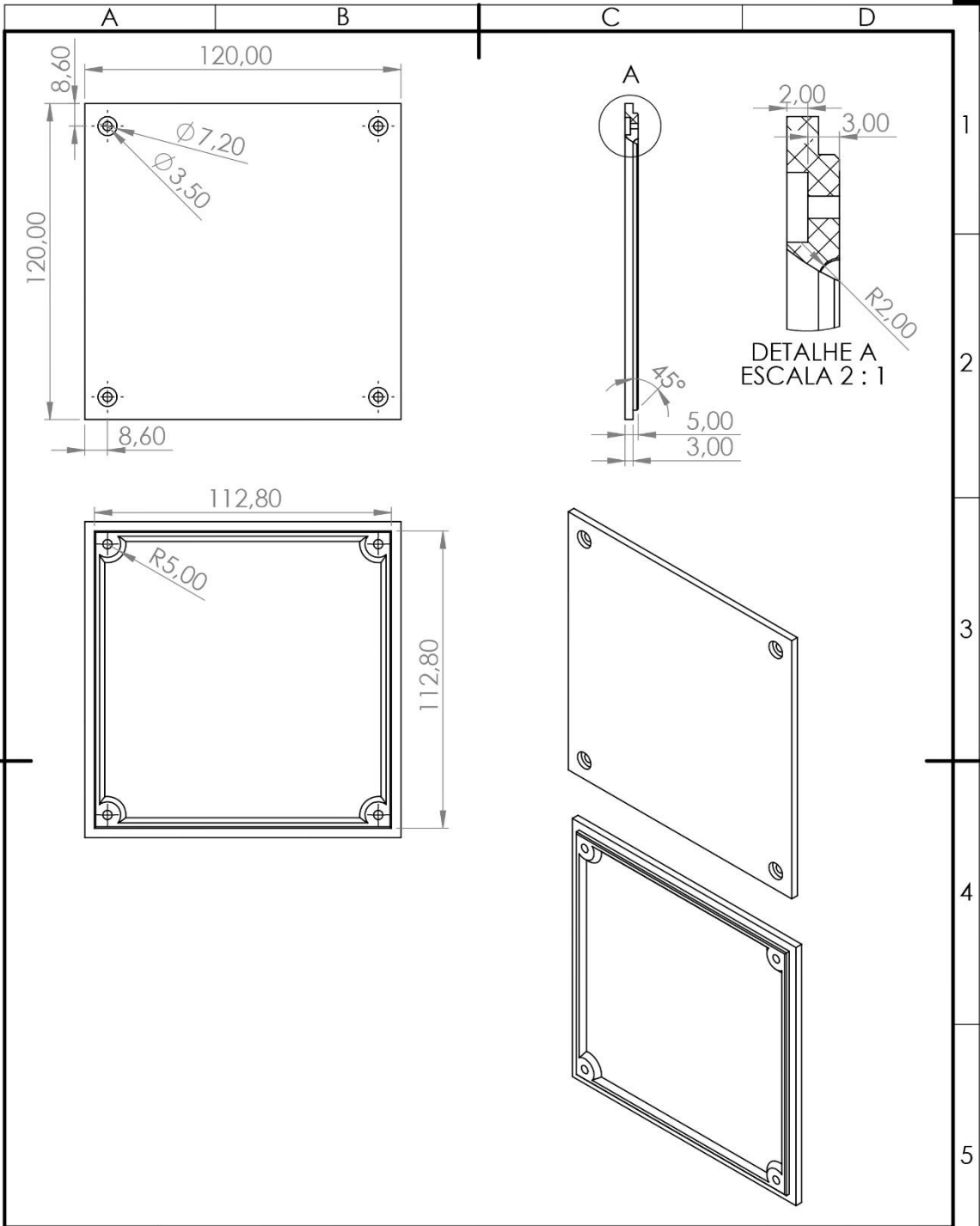
- [9] Mercado Livre, *3.7V 2600mAh Li-ion 18650 Bateria com Cabo SMP02*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2000059937-37v-2600mah-li-ion-18650-bateria-com-cabo-smp02-\\_JM?quantity=3](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2000059937-37v-2600mah-li-ion-18650-bateria-com-cabo-smp02-_JM?quantity=3),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [10] Mercado Livre, *Parafuso Chipboard Phillips P/ Madeira 4x20 Caixa 500 Pcs*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1589407030-parafuso-chipboard-phillips-p-madeira-4x20-caixa-500-pcs-\\_JM#position%3D19%26search\\_layout%3Dgrid%26type%3Ditem%26tracking\\_id%3D6e02f558-2d44-4b85-8440-17fa6a808221](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1589407030-parafuso-chipboard-phillips-p-madeira-4x20-caixa-500-pcs-_JM#position%3D19%26search_layout%3Dgrid%26type%3Ditem%26tracking_id%3D6e02f558-2d44-4b85-8440-17fa6a808221),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [11] Mercado Livre, *Kit Cabo Jumper Macho X Fêmea 40 Pcs 20cm para ProtoBoard*, available at: [https://www.mercadolivre.com.br/kit-cabo-jumper-macho-x-fmea-40pcs-20cm-para-protoboard/p/MLB27997410?pd\\_filters=item\\_id:MLB4512725130#is\\_advertising=true&searchVariation=MLB27997410&position=2&search\\_layout=grid&type=pad&tracking\\_id=ed21973b-e495-4eaa-85b5-d7c904955304&is\\_advertising=true&ad\\_domain=VQCATCORE\\_LST&ad\\_position=2&ad\\_click\\_id=MDc0NGM0NDUtYjQwOS00N2UxLWIyZjYtZWUyYzQ4ZjMyMjlm](https://www.mercadolivre.com.br/kit-cabo-jumper-macho-x-fmea-40pcs-20cm-para-protoboard/p/MLB27997410?pd_filters=item_id:MLB4512725130#is_advertising=true&searchVariation=MLB27997410&position=2&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=ed21973b-e495-4eaa-85b5-d7c904955304&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=2&ad_click_id=MDc0NGM0NDUtYjQwOS00N2UxLWIyZjYtZWUyYzQ4ZjMyMjlm),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [12] Mercado Livre, *Caixa Padrão Ampla Medidor Monofásico Ampla TAF N.2*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3640294011-caixa-padro-ampla-medidor-monofasico-ampla-taf-n2-\\_JM#position%3D47%26search\\_layout%3Dstack%26type%3Ditem%26tracking\\_id%3Db468797c-942a-4a44-bafb-88f6bb21e98f](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3640294011-caixa-padro-ampla-medidor-monofasico-ampla-taf-n2-_JM#position%3D47%26search_layout%3Dstack%26type%3Ditem%26tracking_id%3Db468797c-942a-4a44-bafb-88f6bb21e98f),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [13] Mercado Livre, *Tubo Alumínio 1/2 Polegada 20 m Refrigeração ou Chopeiras*, available at: [https://www.mercadolivre.com.br/tubo-aluminio-12-polegada-20-m-refrigeraco-ou-chopeiras/p/MLB29646663#searchVariation%3DMLB29646663%26position%3D2%26search\\_layout%3Dgrid%26type%3Dproduct%26tracking\\_id%3D29216315-158e-4c91-90d4-1e40935ee7a3](https://www.mercadolivre.com.br/tubo-aluminio-12-polegada-20-m-refrigeraco-ou-chopeiras/p/MLB29646663#searchVariation%3DMLB29646663%26position%3D2%26search_layout%3Dgrid%26type%3Dproduct%26tracking_id%3D29216315-158e-4c91-90d4-1e40935ee7a3),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [14] Mercado Livre, *Voolt3D PLA Preto Velvet 1 kg 1.75 mm 1 Unidade*, available at: [https://www.mercadolivre.com.br/voolt3d-pla-pla-preto-velvet-1-kg-175-mm-1-unidade/p/MLB24741975#searchVariation%3DMLB24741975%26position%3D3%26search\\_layout%3Dgrid%26type%3Dproduct%26tracking\\_id%3D6c962cdf-e14d-44a5-a63d-0a68aa3f3dda](https://www.mercadolivre.com.br/voolt3d-pla-pla-preto-velvet-1-kg-175-mm-1-unidade/p/MLB24741975#searchVariation%3DMLB24741975%26position%3D3%26search_layout%3Dgrid%26type%3Dproduct%26tracking_id%3D6c962cdf-e14d-44a5-a63d-0a68aa3f3dda),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [15] Mercado Livre, *Extintor CO2 6kg com Placa e Suporte para Parede*, available at: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4854857298-extintor-co2-6kg-placa-suporte-parede-\\_JM#is\\_advertising=true&position=1&search\\_layout=stack&type=pad&tracking\\_id=bc189570-7f39-4eee-bf61-751fb75fb7c4&is\\_advertising=true&ad\\_domain=VQCATCORE\\_LST&ad\\_position=1&ad\\_click\\_id=OTMhODYxM2EtNmMyNS00NGFjLWFmZjAtOTNjYjBiMmY0Nzc2](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4854857298-extintor-co2-6kg-placa-suporte-parede-_JM#is_advertising=true&position=1&search_layout=stack&type=pad&tracking_id=bc189570-7f39-4eee-bf61-751fb75fb7c4&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=1&ad_click_id=OTMhODYxM2EtNmMyNS00NGFjLWFmZjAtOTNjYjBiMmY0Nzc2),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.
- [16] Mercado Livre, *Kit com 20 Molas de 18 cm para Cama Elástica (305-366m, 427m)*, available at: [https://www.mercadolivre.com.br/kit-20-molas-18-cm-para-cama-elastica-305-366m-427m/p/MLB28551592?pd\\_filters=item\\_id:MLB4936946812#is\\_advertising=true&searchVariation=MLB28551592&position=1&search\\_layout=stack&type=pad&tracking\\_id=4918a435-f977-4a74-855e-37173a1880a1&is\\_advertising=true&ad\\_domain=VQCATCORE\\_LST&ad\\_position=1&ad\\_click\\_id=NjVkYjhkZGYtMmE3YS00M2U2LTk1MjAtNzg3OTUyN2RIYzhh](https://www.mercadolivre.com.br/kit-20-molas-18-cm-para-cama-elastica-305-366m-427m/p/MLB28551592?pd_filters=item_id:MLB4936946812#is_advertising=true&searchVariation=MLB28551592&position=1&search_layout=stack&type=pad&tracking_id=4918a435-f977-4a74-855e-37173a1880a1&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=1&ad_click_id=NjVkYjhkZGYtMmE3YS00M2U2LTk1MjAtNzg3OTUyN2RIYzhh),\*\* accessed on: Aug. 4, 2024.


ANEXO 1 – CAIXA CORPO EXA101



	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - CT			
	Descrição			Data
	Caixa - Corpo			
	Código		06/2024	
EXA101				
Desenhado Por		Revisão	Unidade	Material
Rian Rasch Pereira			mm	PLA - (FDM)
Curso			Escala	Massa
Eng. Elétrica		Proj. Integrador I.	1:3	Aprox. 0,260 kg

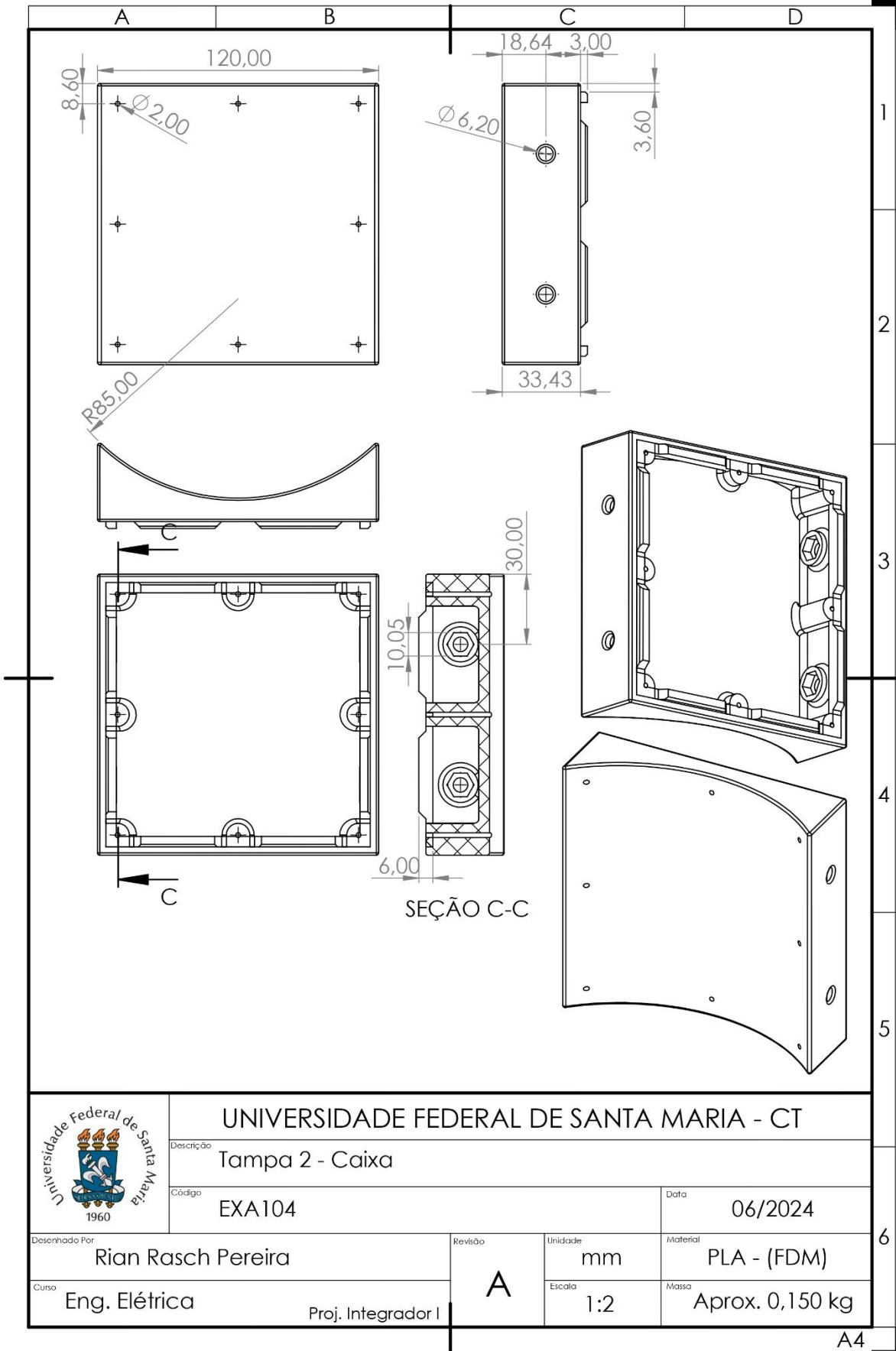
ANEXO 2 – TAMPA 1- CAIXA EXA102



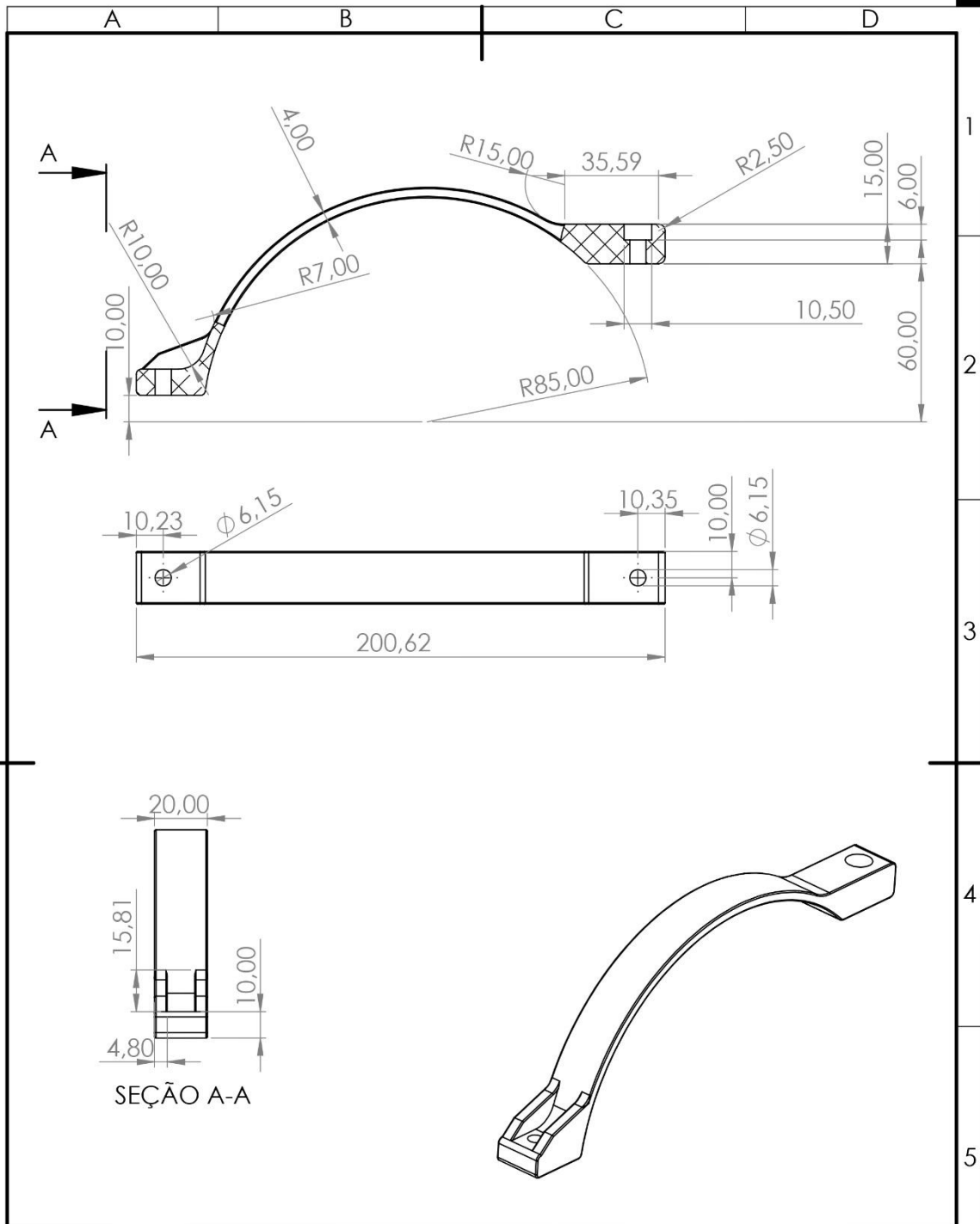
	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - CT		
	Descrição Tampa 1 - Caixa		
	Código EXA102	Data 06/2024	
Desenhado Por Rian Rasch Pereira	Revisão A	Unidade mm	Material PLA - (FDM)
Curso Eng. Elétrica	Proj. Integrador I	Escala 1:2	Massa Aprox. 0,06 kg




ANEXO 3 – TAMPA 2 CAIXA EXA104

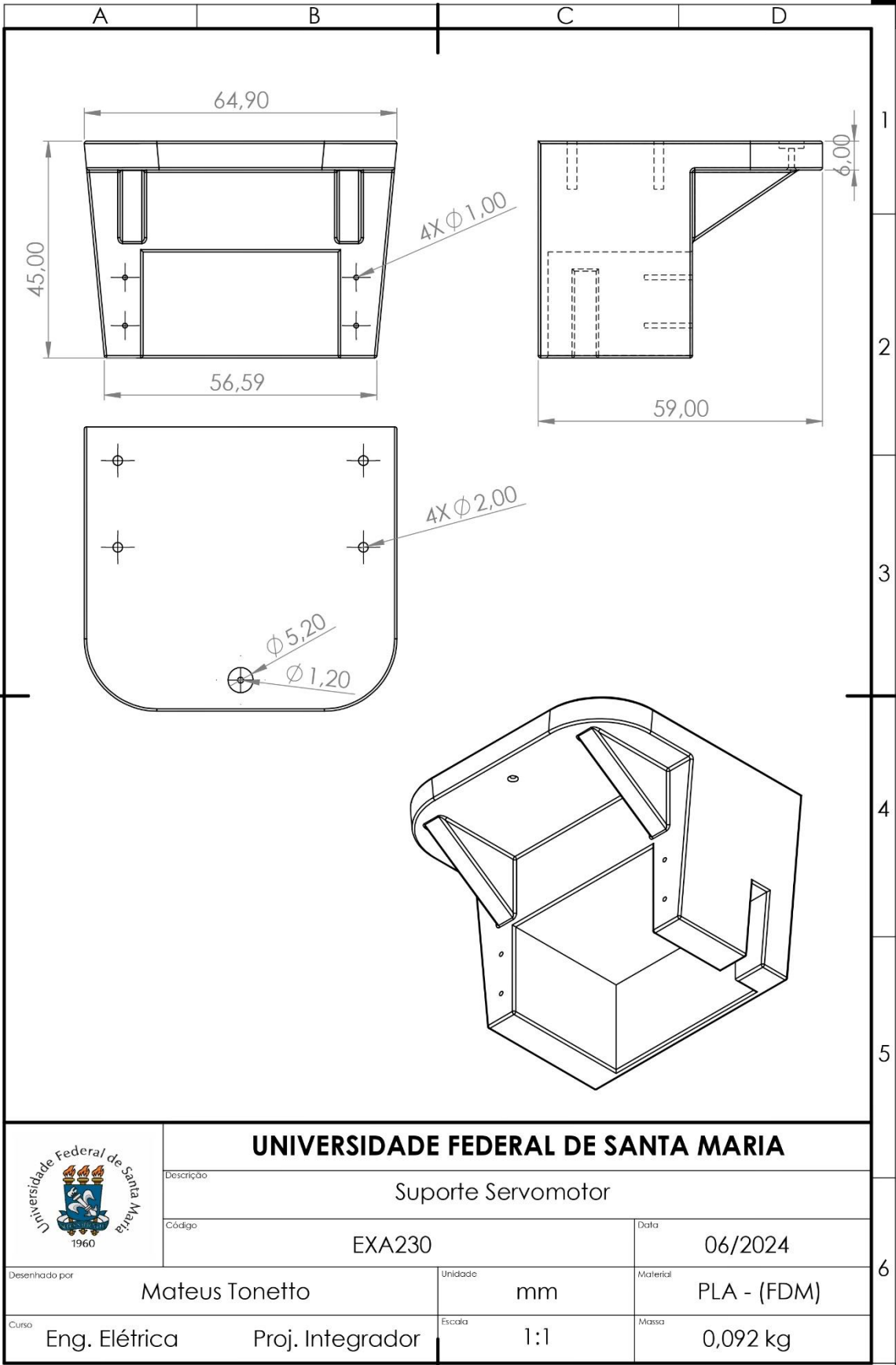


# ANEXO 4 – 04 BRAÇADEIRAS EXA301

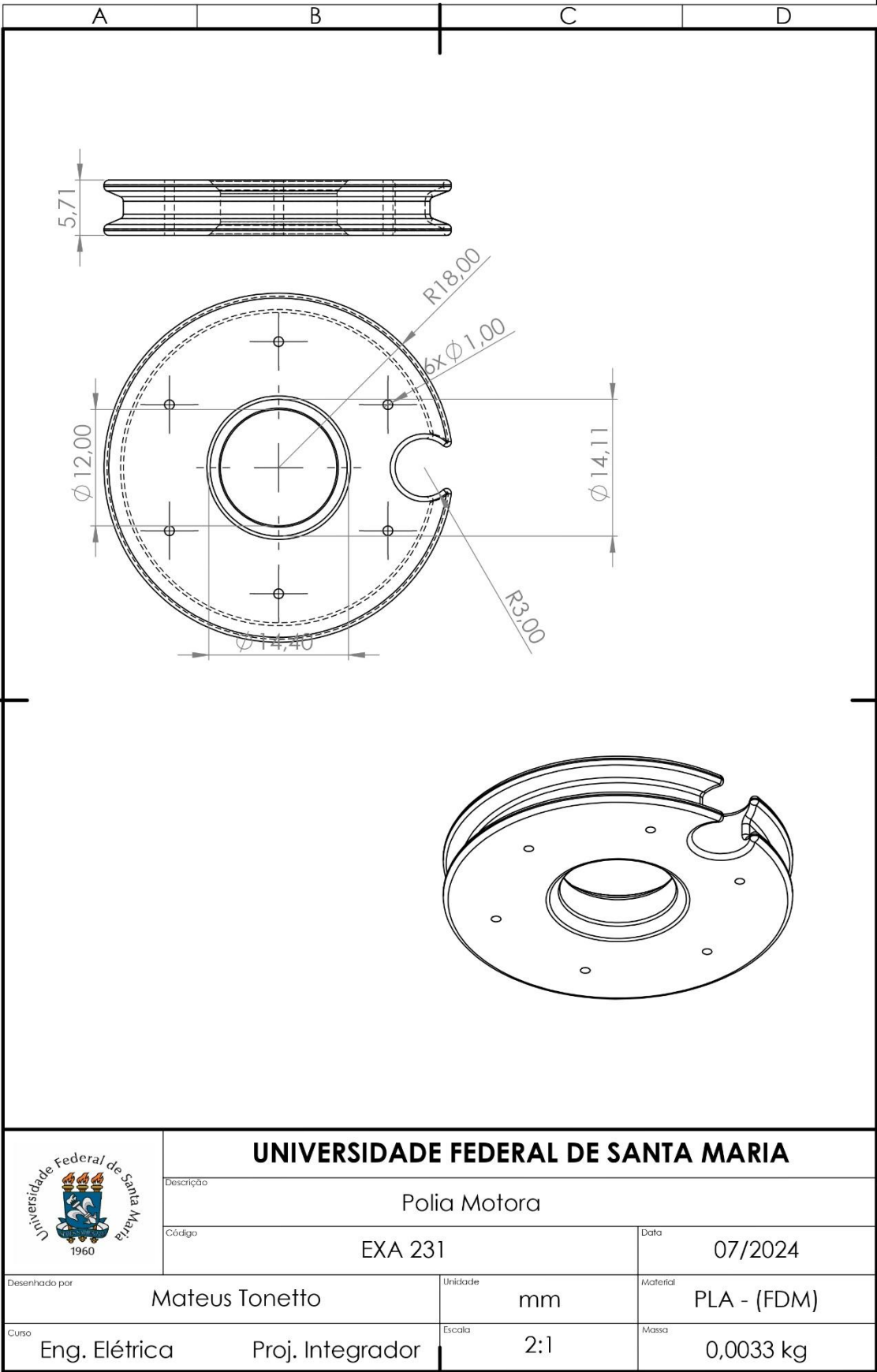


	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - CT			
	Descrição			
	Abraçadeira ( 4x )			
	Código		Data	
	EXA301		06/2024	
Desenhado Por		Revisão	Unidade	Material
Marcus Vinicius Pereira dos Santos			mm	PLA - (FDM)
Curso			Escala	Massa
Eng. Elétrica			1:2	Aprox. 0.04 kg
		Proj. Integrador I		

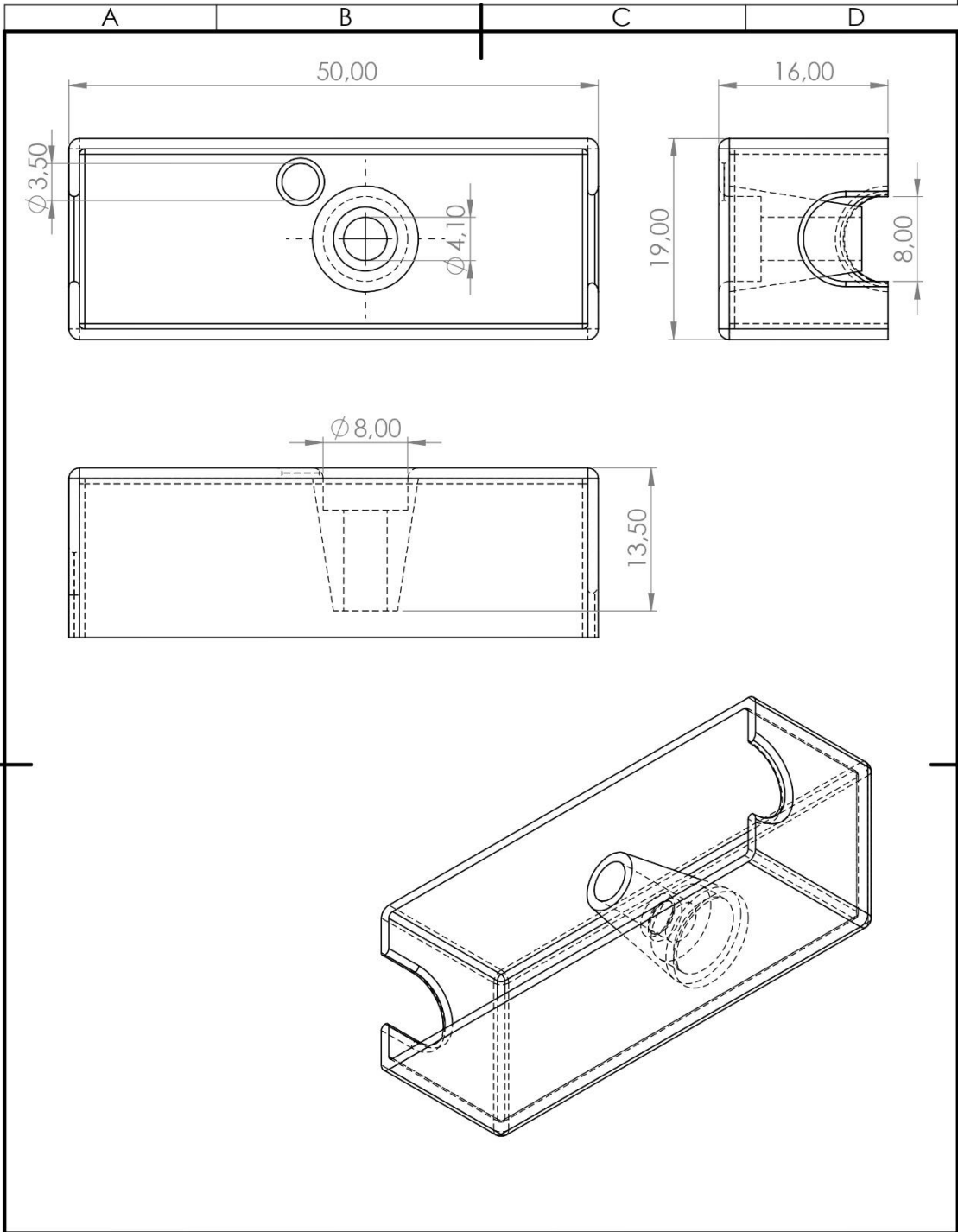
ANEXO 5 – SUPORTE SERVOMOTOR EXA230



ANEXO 6 – POLIA MOTORA EXA 231

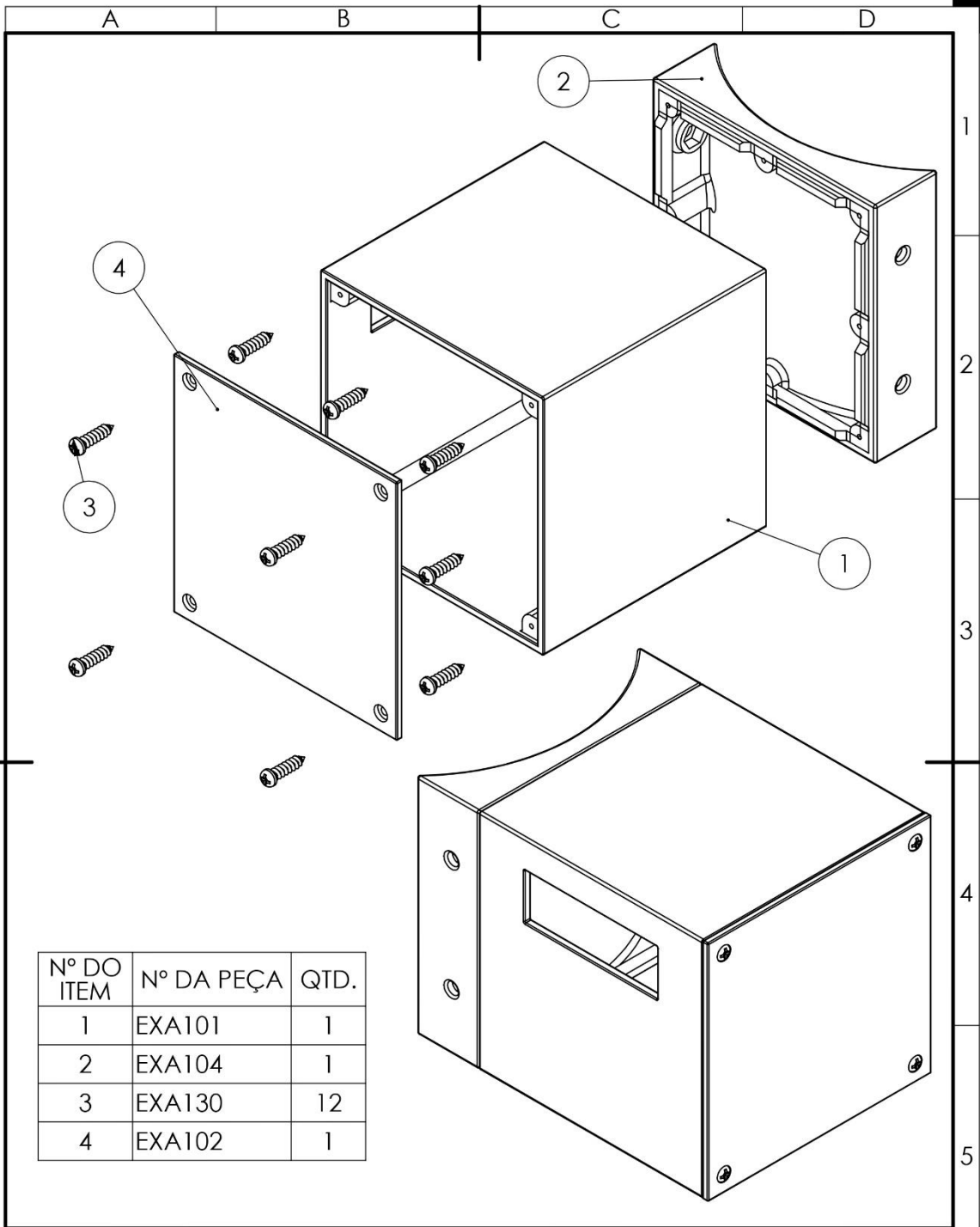


ANEXO 7 – SUPORTE SENSORES EXA 200



	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA		
	Suporte Sensores		
	Código	EXA200	Data
Desenhado por	Mateus Tonetto	Unidade	mm
Curso	Eng. Elétrica	Proj. Integrador	2:1
		Material	PLA - (FDM)
		Massa	0,00405 kg

ANEXO 8 – MONTAGEM CAIXA – TAMPAS



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	QTD.
1	EXA101	1
2	EXA104	1
3	EXA130	12
4	EXA102	1

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - CT		
	Descrição Montagem Caixa-Tampas		
	Código		Data 06/2024
Desenhado Por Rian Rasch Pereira	Revisão  A	Unidade mm	Material PLA - Aço
Curso Eng. Elétrica		Escala 1:2	Massa Aprox. 0,49 kg
Proj. Integrador I			