



Técnico em Mecatrônica – MTEC - PI

Andrew Raphael Butrico Campos

Anna Carolina Santos da Silva

Camille Letícia Santos Silva

Fernando da Silva Monteiro

Gustavo Neri de Paula

Juan Vitor dos Reis Pinheiro

PLATAFORMA GIRATÓRIA DE EIXO DUPLO: Scanner 3D

Santo André

2024

Andrew Raphael Butrico Campos

Anna Carolina Santos da Silva

Camille Letícia Santos Silva

Fernando da Silva Monteiro

Gustavo Neri de Paula

Juan Vitor dos Reis Pinheiro

PLATAFORMA GIRATÓRIA DE EIXO DUPLO: Scanner 3D

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Etec Júlio de Mesquita, orientado pelo professor Rinaldo Martins e Cláudio Kubilius, como requisito parcial para obtenção do título técnico em Mecatrônica.

Santo André

2024

Agradecimentos

Primeiramente, agradecemos à Deus por permitir que tudo se realizasse de acordo com a vontade d'Ele.

Agradecemos também aos nossos pais e familiares cujo ofereceram-nos incondicional apoio durante a nossa caminhada ao longo dos três que, juntos, pudemos compartilhar dentro da ETEC Júlio de Mesquita.

Agradecemos aos nossos orientadores de TCC Rinaldo e Claudio Kubilius, que se dispuseram a nos acompanhar ao longo do desenvolvimento do projeto, colocando-se a disposição à tudo que foi necessário e a todos os professores, primeiramente àqueles que fizeram parte do nosso dia-a-dia, nas aulas de Mecatrônica e também da Base Comum, e também aos que se dispuseram a dar-nos a atenção em meio as dúvidas que tivemos mediante a empecilhos encontrados ao longo do projeto.

Somos gratos, também, a professora Suely Magini das relações institucionais da ETEC Júlio de Mesquita e ao Ricardo Magnani, por enxergarem potencial no nosso projeto, nos apoiaram, e se disponibilizarem para nos conectar com profissionais da área que se prontificaram para sanar dúvidas e orientar resoluções de problemas.

Por fim, agradecemos a empresa TechnoSim pelo apoio prestado ao projeto, e por nos acolher.

Andrew, Anna, Camille, Fernando, Gustavo Neri e Juan.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Anexo 1: Protótipo Finalizado.....	12
Anexo 2: Diagrama de Gantt.....	15
Anexo 3: Tabela de atribuições.....	16
Anexo 4: Scanner 3D e uma Plataforma giratória de eixo simples.....	17
Anexo 5: Utilização do scanner 3D em indústria de automóveis.....	18
Anexo 6: Arduino uno R3.....	22
Anexo 7: ESP 32.....	23
Anexo 8: Cabos Macho - Macho.....	24
Anexo 9: Jumpers Macho – Fêmea.....	25
Anexo 10: Filamento impressora 3D.....	25
Anexo 11: Parafuso M3X6.....	26
Anexo 12: Motor de passo 28BYJ-48.....	27
Anexo 13: Fonte.....	28
Anexo 14: Pé de feltro.....	28
Anexo 15: Protoboard.....	29
Anexo 16: Cabo USB A - B.....	30
Anexo 17: Módulo adaptador DC jack.....	31
Anexo 18: Conversor de nível lógico i2C.....	32
Anexo 19: Turntable Dual Axis.....	34
Anexo 20: Laterais da Estrutura.....	37
Anexo 21: Pé da Estrutura.....	38
Anexo 22: Topo e Base da Estrutura.....	39
Anexo 23: Tampa Traseira da Estrutura.....	40
Anexo 24: Tampa Dianteira da Estrutura.....	41
Anexo 25: Braço do Pêndulo.....	42
Anexo 26:Frente da Mesa 1.....	43
Anexo 27:Frente da Mesa 2.....	44
Anexo 28: Laterais da Mesa Giratória.....	45
Anexo 29: Disco de Plataforma.....	46
Anexo 30: Motor de Passo 3D.....	47
Anexo 31: Driver 3D.....	48
Anexo 32: Arduino 3D.....	49

Anexo 33: Microcontrolador Auxiliar.....	50
Anexo 34: Montagem Final 1.....	51
Anexo 35: Montagem Final 2.....	52
Anexo 36: Vista explodida do protótipo.....	53
Anexo 37: Visualização 3D do protótipo.....	54
Anexo 38: Interface de funcionamento do aplicativo.....	55
Anexo 39: Fluxograma da programação.....	56
Anexo 40: MIT App Inventor.....	57
Anexo 41: Esquema eletrônico feito no software Fritzing.....	58
Anexo 45: Imagem do primeiro protótipo.....	68
Anexo 46: Imagem do aplicativo.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de abreviaturas e siglas.....	10
Tabela 2 - Lista de símbolos.....	14
Tabela 3 - Orçamento de componentes físicos.....	48
Tabela 4 - Orçamento de componentes elétricos.....	49
Tabela 5 - Orçamento final.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviatura	Significado	Primeira página
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso	11
Kg	Quilograma	11
Kb	Kilobyte	21
Mhz	Megahertz	21
mA	Miliamperes	21
V	Volts	21
I/O	In/Out	21
AWG	American Wire Gauge	23
PWM	Pulse Width Modulation	24
ROM	Read Only Memory	25
mm	Milímetros	26
Hz	Hertz	27
°C	Graus Celsius	27
AC	Alternating Current	30
RAM	Random Access Memory	43
g	Grama	44
R\$	Reais	46

mN*m	Milínewton*m	46
m	Metro	52
T	Torque	52
m/s	Metros por segundo	52
N	Newton	52
D	Diâmetro	53
F	Força	53

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Protótipo Finalizado.....	12
Anexo 2: Diagrama de Gantt.....	15
Anexo 3: Tabela de atribuições.....	16
Anexo 4: Scanner 3D e uma Plataforma giratória de eixo simples.....	17
Anexo 5: Utilização do scanner 3D em indústria de automóveis.....	18
Anexo 6: Arduino uno R3.....	22
Anexo 7: ESP 32.....	23
Anexo 8: Cabos Macho - Macho.....	24
Anexo 9: Jumpers Macho – Fêmea.....	25
Anexo 10: Filamento impressora 3D.....	25
Anexo 11: Parafuso M3X6.....	26
Anexo 12: Motor de passo 28BYJ-48.....	27
Anexo 13: Fonte.....	28
Anexo 14: Pé de feltro.....	28
Anexo 15: Protoboard.....	29
Anexo 16: Cabo USB A - B.....	30
Anexo 17: Módulo adaptador DC jack.....	31
Anexo 18: Conversor de nível lógico i2C.....	32
Anexo 19: Turntable Dual Axis.....	34
Anexo 20: Laterais da Estrutura.....	37
Anexo 21: Pé da Estrutura.....	38
Anexo 22: Topo e Base da Estrutura.....	39
Anexo 23: Tampa Traseira da Estrutura.....	40
Anexo 24: Tampa Dianteira da Estrutura.....	41
Anexo 25: Braço do Pêndulo.....	42
Anexo 26:Frente da Mesa 1.....	43
Anexo 27:Frente da Mesa 2.....	44
Anexo 28: Laterais da Mesa Giratória.....	45
Anexo 29: Disco de Plataforma.....	46
Anexo 30: Motor de Passo 3D.....	47
Anexo 31: Driver 3D.....	48

Anexo 32: Arduino 3D.....	49
Anexo 33: Microcontrolador Auxiliar.....	50
Anexo 34: Montagem Final 1.....	51
Anexo 35: Montagem Final 2.....	52
Anexo 36: Vista explodida do protótipo.....	53
Anexo 37: Visualização 3D do protótipo.....	54
Anexo 38: Interface de funcionamento do aplicativo.....	55
Anexo 39: Fluxograma da programação.....	56
Anexo 40: MIT App Inventor.....	57
Anexo 41: Esquema eletrônico feito no software Fritzing.....	58
Anexo 42: Componentes mecânicos.....	63
Anexo 43: Componentes elétricos.....	64
Anexo 44: Pesquisa de campo.....	65
Anexo 45: Imagem do primeiro protótipo.....	68
Anexo 46: Imagem do aplicativo.....	70

Lista de Símbolos

Símbolo	Descrição
%	Percentual
\$	Cifrão
=	Igualdade
+	Soma
*	Multiplicação
/	Divisão
±	Mais ou menos (aproximadamente)
θ	Ângulo de inclinação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2.1	DADOS DO PROJETO	12
3	CRONOGRAMAS E DIAGRAMA DE GANTT	15
3.1	Diagrama de Gantt.....	15
3.2	Cronograma.....	16
4	OBJETIVOS	17
4.1	Objetivo Geral.....	17
4.2	Objetivos Específicos.....	19
5	MATERIAIS	23
6	MÉTODOS	39
6.1	Definição de situação problema	39
6.2	Pesquisa de similaridade	40
6.3	Formulação de objetivos	41
6.4	Estratégias e cronogramas.....	41
6.5	Diários de Bordo.....	41
6.6	Pesquisa e materiais	42
6.7	Planejamento e design.....	42
6.8	Desenhos técnicos e dimensões do projeto	43
6.9	Montagem.....	47
6.10	Programação	49
6.11	Conectividade	51
6.12	Ligações elétricas	52
7	CÁLCULOS	54
7.1	Força necessária para o motor do disco.....	54
7.2	Força necessária para o motor do pêndulo	56
7.3	Cálculos de dimensionamento elétrico	57
8	ORÇAMENTO	59
9	MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO	63
9.1	Progresso técnico:	63
9.2	Documentação:	64
9.3	Contribuição acadêmica:	64
10	REFERÊNCIAS	65
11	MANUAL TÉCNICO	70
11.1.1	Dados de instalação.....	70
11.1.2	Fonte de alimentação.....	71
11.1.3	Instalando a IDE do Arduino.....	71

11.1.4	Operação e Uso.....	74
11.1.5	Fixação da peça na plataforma.....	75
11.1.6	Conexão ao computador e alteração de parâmetros da plataforma.....	75
11.1.7	Conexão sem fio:.....	76
11.1.8	Escaneamento.....	76
11.1.9	Finalização de escaneamento.....	76
11.2.1	Quedas.....	77
11.2.2	Clima.....	77
11.2.3	Limpeza.....	77
11.2.4	Lubrificação.....	78
11.2.5	Substituição de componentes.....	78
12	CONSIDERAÇÕES FINAIS	

1. INTRODUÇÃO

A plataforma giratória é um dispositivo auxiliar ao scanner 3D, que, ao mesclar movimentos rotatórios e retilíneos, muda as faces da peça que são visíveis ao scanner, tornando o trabalho mais efetivo. O scanner, por sua vez, enviará todas as fotos (chamados de “shots”), ao software que, por malha triângulada, projetará a peça na tela do computador permitindo, dessa maneira, trabalhar a peça por meio da engenharia reversa.

O projeto busca adicionar um grau a mais de liberdade, aumentando o campo de visão do scanner sob a peça e reduzindo os erros de costura (dessincronização do escaneamento da peça). Além disso, a plataforma disponibiliza, também, um sistema de controle remoto, via Bluetooth, que a permite ser controlada em seu aplicativo em qualquer smartphone.

O protótipo busca atender a indústria protética (confeção de próteses), engenharia reversa e escaneamento de joias e pedras. Portanto, a plataforma suporta peças pequenas, de até 0,2 kg.



Anexo 1: Protótipo Finalizado

2.1 DADOS DO PROJETO

O projeto é uma produção técnica, realizada por alunos do Curso Técnico de Mecatrônica, na ETEC Júlio de Mesquita em Santo André, e o intuito é abranger toda a indústria que necessita do escaneamento de peças e moldes, seja a indústria de engenharia reversa, à indústria protética, e também a de escaneamento de jóias e peças de bijuteria..

Esta exigiu a reutilização de vários conceitos e faculdades adquiridas nos 3 anos de curso técnico da ETEC. Para cada integrante delegou-se as tarefas às quais sentiam-se mais confortáveis e seguros para realizar.

Andrew: Foi delegado a função de desenhar e projetar o protótipo a ser apresentado, evidentemente que, todos os integrantes participaram do desenvolvimento do modelo

Anna: Foi responsável por parte das pesquisas, relatórios e diagramas do projeto;

Camille: Coube, sobretudo, a parte de pesquisa do projeto, desenvolvimento dos cronogramas;

Fernando: Foi quem redigiu a maior parte dos chamados diários de bordo, que foram apresentados ao longo do projeto técnico, além também da criação de tabelas;

Neri: Responsabiliza-se pelas partes de cálculo, na maior parte estrutural do desenvolvimento do projeto. Quanto ao desenvolvimento do documento;

Juan: Coube a parte que rege a organização do grupo, escrita dos relatórios

técnicos, projeto técnico e programação do projeto;

Note que, as tarefas supracitadas não foram realizadas somente pelas pessoas relatadas, prezou-se, sobretudo, a coletividade dos integrantes enquanto grupo. Com o oferecimento de ajuda de forma igualitária aos integrantes que tivessem qualquer tipo de empecilho, visando a solução de problemas de forma conjunta e grupal.

Foi disposto aproximadamente um ano para a confecção da documentação, planejamento e construção do projeto, sendo: 1 semestre para Planejamento e 1 semestre para o desenvolvimento.

3. CRONOGRAMAS E DIAGRAMA DE GANTT

Nos anexos abaixo, estão dispostos o diagrama de Gantt e o cronograma que retratam os processos de planejamento e desenvolvimento do Projeto.

3.1 Diagrama de Gantt

Coluna principal	Q1			Q2			Q3			Q4		
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1 Planejamento e busca de problemas			Todos									
2 Pesquisas de semelhanças e desenvolvimento de ideia			Todos									
3 Pesquisa de problematização e objetivo do projeto			Todos									
4 Compras dos materiais						Camille Leticia						
5 Impressão do corpo do protótipo						Andrew Raphael						
6 Acabamento das peças						Todos						
7 Montagem do 1º protótipo						Todos						
8 Validação do 1º protótipo						Todos						
9 Apresentação da situação intermediária do TCC							Todos					
10 Análise de possíveis problemas							Gustavo Neiri					
11 Resolução de problemas identificados								Juan Vitor				
12 Desenvolvimento do projeto final								Todos				
13 Junção das atividades de manufatura e programação									Juan Vitor			
14 Compras dos materiais para o projeto final									Anna Carolina			
15 Impressão do projeto final									Andrew Raphael			
16 Escrita do relatório final										Todos		
17 Montagem do projeto final										Todos		
18 Implementação do software ao motor										Juan Vitor		
19 Validação e verificação de erros											Fernando Mont	
20 Teste de funcionalidade do produto e revisões											Andrew Raph	
21 Revisão do projeto técnico e formatações											Juan Vitor	
22 Entrega do projeto técnico											Todos	
23 Preparação da apresentação final do TCC											Todos	
24 Apresentação final do TCC												Todos

Anexo 2: Diagrama de Gantt

3.2 Cronograma

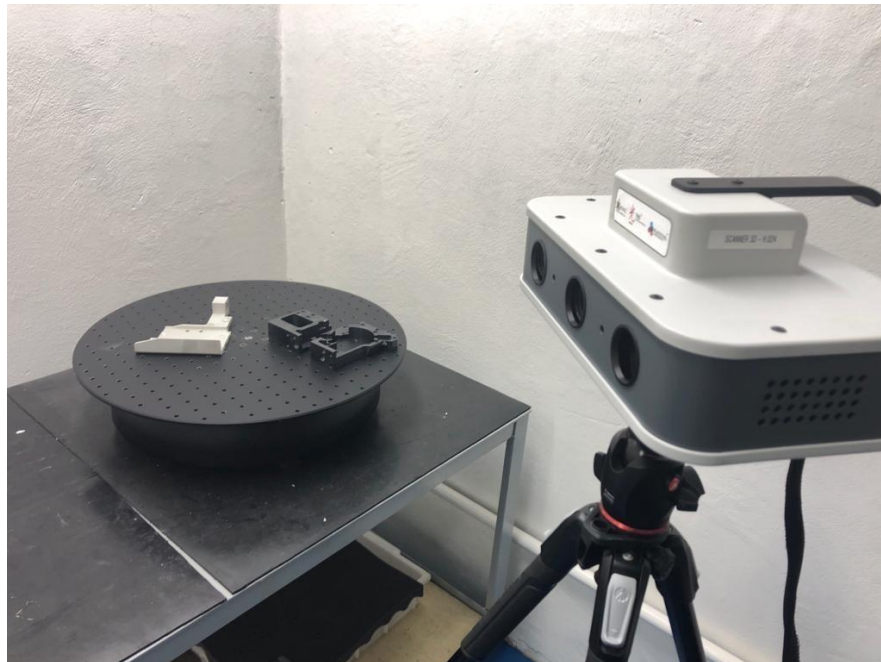
	Coluna principal	Atribuído a	Status	Iniciar	Terminar	Duração
1	Planejamento e busca de problemas	Todos	Concluído	04/03/24	12/03/24	7d
2	Pesquisas de semelhanças e desenvolvimento de ideia	Todos	Concluído	11/03/24	19/03/24	7d
3	Pesquisa de problematização e objetivo do projeto	Todos	Concluído	18/03/24	18/03/24	1d
4	Compras dos materiais	Camille Leticia	Concluído	24/05/24	24/05/24	1d
5	Impressão do corpo do protótipo	Andrew Raphael	Concluído	27/05/24	27/05/24	1d
6	Acabamento das peças	Todos	Concluído	31/05/24	31/05/24	1d
7	Montagem do 1º protótipo	Todos	Concluído	03/06/24	03/06/24	1d
8	Validação do 1º protótipo	Todos	Concluído	03/06/24	11/06/24	7d
9	Apresentação da situação intermediária do TCC	Todos	Concluído	23/06/24	23/06/24	1d
10	Análise de possíveis problemas	Gustavo Neri	Concluído	24/06/24	02/07/24	7d
11	Resolução de problemas identificados	Juan Vitor	Concluído	15/07/24	01/08/24	14d
12	Desenvolvimento do projeto final	Todos	Em andamento	15/07/24	23/07/24	7d
13	Junção das atividades de manufatura e programação	Juan Vitor	Concluído	29/07/24	29/07/24	1d
14	Compras dos materiais para o projeto final	Anna Carolina	Concluído	30/07/24	07/08/24	7d
15	Impressão do projeto final	Andrew Raphael	Concluído	05/08/24	08/08/24	4d
16	Escrita do relatório final	Todos	Em andamento	26/08/24	18/10/24	40d
17	Montagem do projeto final	Todos	Em andamento	23/09/24	10/10/24	14d
18	Implementação do software ao motor	Juan Vitor	Em andamento	30/09/24	17/10/24	14d
19	Validação e verificação de erros	Fernando Monteiro	Não iniciado	07/10/24	24/10/24	14d
20	Teste de funcionalidade do produto e revisões	Andrew Raphael	Não iniciado	21/10/24	29/10/24	7d
21	Revisão do projeto técnico e formatações	Juan Vitor	Não iniciado	21/10/24	25/10/24	5d
22	Entrega do projeto técnico	Todos	Não iniciado	28/10/24	28/10/24	1d
23	Preparação da apresentação final do TCC	Todos	Não iniciado	11/11/24	22/11/24	10d
24	Apresentação final do TCC	Todos	Não iniciado	25/11/24	25/11/24	1d

Anexo 3: Tabela de atribuições

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Montar uma plataforma giratória para scanner 3D. Uma plataforma giratória para scanner 3D é um periférico do scanner, que o auxilia durante o escaneamento de peças, trocando de posição a peça para que “fotos” (chamados de shots na indústria) sejam tiradas de diferentes ângulos, digitalizando-a e convertendo-a em formato CAD. Além disso, a plataforma conta com um sistema de conexão Bluetooth, para que esta possa ser controlada remotamente pela pessoa que dela se utiliza.



Anexo 4: Scanner 3D e uma Plataforma giratória de eixo simples - Fonte: Plastitool (link na seção referências)

Sob esse viés, o objetivo é melhorar um produto já existente, no caso, a plataforma giratória de eixo simples, que pode, ou não ser automatizada em algumas versões. A Plataforma giratória de eixo duplo para scanner 3D traz diferenciais que poderão auxiliar, melhorar e facilitar o trabalho de projetistas.

A plataforma é projetada para ser utilizada fazendo par a scanners estáticos aos quais são colocados em tripés, e a peça, fixada no prato da plataforma se movimentará durante o processo de escaneamento. Portanto, seu objetivo é atender as indústrias que utilizam-se desse tipo de scanner, que é diferente do scanner de mão que pode ser encontrada na indústria automobilística, sendo muitas vezes controlados por braços robóticos.



Anexo 5: Utilização do scanner 3D em indústria de automóveis. Fonte: UP3D (Link na seção referências)

O objetivo principal do projeto é, também, colocar dois eixos de movimentação na plataforma, para que haja uma maior área observável da peça. Estes dois eixos devem funcionar em conjunto podendo ser utilizados simultaneamente ou não durante o funcionamento, de acordo com a necessidade do operador. Por meio do app de controle o controlador decidirá se utilizará ou não o 2º eixo.

4.2 Objetivos Específicos

Por objetivo específico, entende-se as etapas de problematização, resolução, validação, montagem e criação de uma patente no Brasil. Essas etapas serão desenvolvidas de acordo com os processos abaixo:

- Diagnosticar a realidade encontrada, para situar-se no contexto do projeto;
- Analisar problemas em projetos semelhantes já existentes, de modo a tomar conhecimento de possíveis fraquezas do projeto que será desenvolvido;
- Determinar metas do projeto: para referenciar um norte, onde pretende-se chegar com o projeto e sua data limite de conclusão;
- Definir as necessidades em que o projeto proposto suprirá;
- Entender os problemas encontrados durante a construção do projeto;
- Idealizar maneiras de resolver possíveis problemas encontrados;
- Estabelecer um cronograma com datas pré-definidas contendo as datas de conclusão e andamento de cada fase do processo de construção;
- Esboçar em formato técnico o protótipo proposto para o projeto;
- Verificar a viabilidade do protótipo em relação ao seu orçamento e disponibilidade de materiais;
- Consultar profissionais e pessoas experientes na área de projetos para empresas;

- Fazer networking e parcerias com empresas da área a fim de trocar conhecimentos;
- Validar os recursos e os métodos do projeto;
- Documentar os processos de construção;
- Utilizar o esboço do protótipo para iniciar a montagem do projeto-piloto;
- Decidir quais peças e modelos serão usadas no projeto;
- Definir o material do qual será feita toda a estrutura do projeto;
- Manufaturar (imprimir) a estrutura principal do projeto de acordo com as dimensões requisitadas para seu uso;
- Fazer um diagrama de blocos com o intuito de organizar o esquema de ligações elétricas do projeto;
- Testar esquema elétrico visando procurar eventuais erros de ligações elétricas;
- Resolver questões de hardware, buscar uma placa controladora, que atenda às necessidades do protótipo com êxito;
- Esboçar um fluxograma durante a programação a fim de entender os processos acerca da execução do programa ou algoritmo
- Pesquisa de programação, qual linguagem e como a placa controladora será programada corretamente, de maneira a funcionar de maneira integrada ao software do scanner;
- Início de estudo de programação da placa controladora

- Iniciar o desenvolvimento do programa, integrado com o software de escaneamento;
- Iniciar a montagem do projeto-piloto, realizando a junção da programação, manufatura e programação;
- Resolver problemas e dificuldades eventuais encontradas durante a montagem
- Finalizar montagem do projeto-piloto;
- Validar o projeto-piloto;
- Documentar todos os processos e dificuldades encontradas;
- Integrar o protótipo com o software de escaneamento do scanner 3D;
- Verificar a funcionalidade real do projeto na prática, utilizando-o para o escaneamento de uma peça;
- Finalizar a documentação do projeto;
- Entregar o Trabalho de Conclusão de Curso para a ETEC;
- Apresentar o projeto para a banca de TCC.

5. MATERIAIS

Arduino uno R3:



Anexo 6: Arduino uno R3 (Imagem Ilustrativa)

- Microcontrolador: ATmega328
- Tensão de operação: 5V
- Tensão de entrada (recomendada): 7-1
- Tensão de entrada (limites): 6-20V
- Pinos de entrada/saída (I/O) digitais: 14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
- Pinos de entrada analógicas: 6
- Corrente DC por pino I/O: 40mA
- Corrente DC para pino de 3,3V: 50mA
- Memória Flash:32KB
- SRAM: 2KB
- EEPROM: 1KB
- Velocidade de Clock: 16MHz

ESP 32



Anexo 7: ESP 32 (Imagem Ilustrativa)

- CPU: Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6;
- – ROM: 448 Kbytes;
- – RAM: 520 Kbytes;
- – Tensão de entrada: de 7 a 12v (alimentado pelo pino "VIN" ou pela entrada micro USB);
- – Tensão de funcionamento: 3.3v;
- – Flash: 4 MB;
- – Clock máximo: 240MHz;
- – Wireless padrão 802.11 b/g/n;
- – Conexão Wifi 2.4Ghz (máximo de 150 Mbps);
- – Antena embutida;
- – Conector micro-usb;
- Wi-Fi Direct (P2P), P2P Discovery, P2P Group Owner mode e P2P Power Management;
- – Modos de operação: STA/AP/STA+AP;
- – Bluetooth BLE 4.2;
- – Portas GPIO: 11;
- – GPIO com funções de PWM, I2C, SPI, etc;

- – Taxa de transferência: 110-460800bps;
- – Suporta Upgrade remoto de firmware;
- – Conversor analógico digital (ADC);
- – Distância entre pinos: 2,54mm;
- – Dimensões: 49 x 26 x 7 mm (comprimento x largura x altura);

Jumpers - Macho Macho/ Fêmea - Fêmea



Anexo 8: Cabos Macho - Macho (Imagem ilustrativa)

- Quantidade: 40
- Fios de 24 AWG
- Tipo de conector: Macho - Macho
- Comprimento 200mm

Jumpers - Macho - Fêmea



Anexo 9: Jumpers Macho - Fêmea (Imagem ilustrativa)

- Quantidade: 40
- Fios de 24 AWG
- Tipo de conector: Macho - Fêmea
- Comprimento: 200mm

Filamento- PLA Basic Bambu Lab



Anexo 10: Filamento impressora 3D (Imagem Ilustrativa)

- Temperatura de impressão: 215°C (Pode variar de 190°C a 220°C)
- Temperatura da mesa: 60°C
- Distância de retração: Extrusor Direct 4mm | Extrusora Bowden 9mm
- Velocidade de retração: +/-45mm/s
- Velocidade da ventoinha: 100% (225 PWM)
- Para impressoras de alta velocidade (a partir de 100mm/s), aumentar a temperatura do extrusor, variando de 210 a 240°

Parafuso M3X6



Anexo 11: Parafuso M3X6 (Imagem Ilustrativa)

- Diâmetro: 3mm;
- Comprimento: 6mm;
- Tipo de Cabeça: Panela;
- Sistema de Aperto: Phillips;
- Tipo de Rosca: MA (Rosca Grossa);
- Passo de Rosca: 0,5mm
- Material: Aço Inox 304 (A2)

Motor de passo 28BYJ-48



Anexo 12: Motor de passo 28BYJ-48 (Imagem Ilustrativa)

- Tensão: 12 VDC
- Número de fase: 4
- Número de vias: 5
- Caixa de Redução: 1/64
- Diâmetro do eixo: 3 mm
- Ângulo do Passo: $5,625^\circ/64 \sim 0,088^\circ$
- Frequência: 100 Hz

- Resistência DC: $50\% \pm 7\%$ (25%)
- Torque: 34,3 mN.m (2,2 Kgf.cm)
- Peso: 40 g

Fonte de alimentação



Anexo 13: Fonte (Imagem Ilustrativa)

- Tensão: 12V
- Corrente: 1 A
- Conector Jack

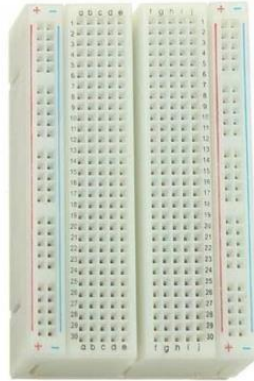
Pé de feltro



Anexo 14: Pé de feltro (Imagem Ilustrativa)

- Dimensões: 30mm x 30mm
- Altura: 3mm
- Adesivado

Protoboard



Anexo 15: Protoboard (Imagem Ilustrativa)

- Furos: 400
- Material: Plástico ABS
- Para terminais e condutores de 0,3 a 0,8 mm (20 a 29 AWG)
- Resistência de Isolamento: 100MO min.
- Tensão Máxima: 500v AC por minuto
- Faixa de Temperatura: -20 a 80°C
- Dimensões: 8,3 x 5,5 x 1,0 cm
- Usada majoritariamente para testes de circuitos.

Cabo USB-A - USB-B



Anexo 16: Cabo USB A - B (Imagem meramente ilustrativa)

- Marca: Monoprice
- Tipo: USB 2.0
- Peso: 0,367Kg
- Comprimento 5m
- Cor: Preto

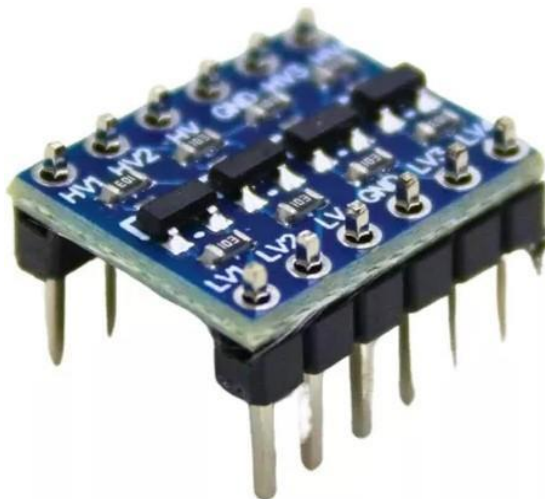
Módulo adaptador DC jack



Anexo 17: Módulo adaptador DC jack (Imagem meramente ilustrativa)

- Dimensões 5,5x2,1
- Saída: DC
- 4 Pinos macho
- 2 pinos GND
- 2 pinos VCC

Conversor de nível lógico i2C



Anexo 18: Conversor de nível lógico i2C (Imagem meramente ilustrativa)

- 3,3V - 5V
- 10mm x 10mm
- Marca: WJ
- Quantidades de pinos: 12 (Macho)
- Temperatura máxima de operação: 75°C
- Temperatura mínima de operação: 0°C
- 8 Canais

6. MÉTODOS

6.1 Definição de situação problema

O primeiro passo dado para a elaboração do projeto foi a definição de situações problemas que justificassem a constituição de um protótipo. Primeiramente, o grupo saiu em pesquisa visando encontrar necessidades do dia a dia, seja de pessoas físicas, empresas e outros. Foi encontrada, portanto, um problema no mercado brasileiro de escaneamento 3D; a baixa eficiência durante o escaneamento de peças, em detrimento da escassez de plataformas giratórias automatizadas no Brasil. Além disso, as que foram encontradas nas condições supracitadas, dispõem de apenas um eixo. Uma vez definido o problema, partiu-se em direção à pesquisa de similaridade.

6.2 Pesquisa de similaridade

A pesquisa de similaridade foi realizada para que o grupo tivesse, além da consciência dos produtos existentes, referências para a construção do protótipo, durante a pesquisa surgiram ideias e conceitos que ajudaram a equipe a definir o conceito do projeto. Alguns conceitos de plataforma já existentes foram analisados, porém com baixa acessibilidade ao mercado brasileiro.

Abaixo, um dos modelos que se assemelhou conceitualmente ao projeto desenvolvido:



Anexo 19: Turntable Dual Axis. Fonte: Revopoint

6.3 Formulação de objetivos

A partir deste ponto, foram definidos os objetivos principais. Constatou-se que o principal objetivo do projeto, como citado anteriormente, é construir uma plataforma giratória com um eixo duplo, a fim de aumentar a eficiência no escaneamento de peças pequenas de qualquer tipo.

6.4 Estratégias e cronogramas

Uma vez que objetivos estão definidos, é necessário que se defina de que maneira esses objetivos serão alcançados, por isso, as estratégias e o cronograma foram montados. O cronograma foi montado de trás para frente (do dia da apresentação para trás) para uma melhor organização dos processos. Além disso, a principal estratégia do grupo foi sair em visita técnica, adquirindo conhecimento de profissionais da área, que poderiam ser aplicadas no nosso protótipo, e fazendo da maneira mais eficiente possível.

6.5 Diários de Bordo

Através dos diários de bordo, estes que são uma espécie de relatório semanal que é atualizado pelos integrantes do grupo, foi possível monitorar e relatar tudo o que ocorrera durante o desenvolvimento do projeto, oferecendo uma visão geral dos pormenores do projeto e ainda tomando nota de quais foram as dificuldades encontradas, e o que foi aprendido em decorrência destas dificuldades.

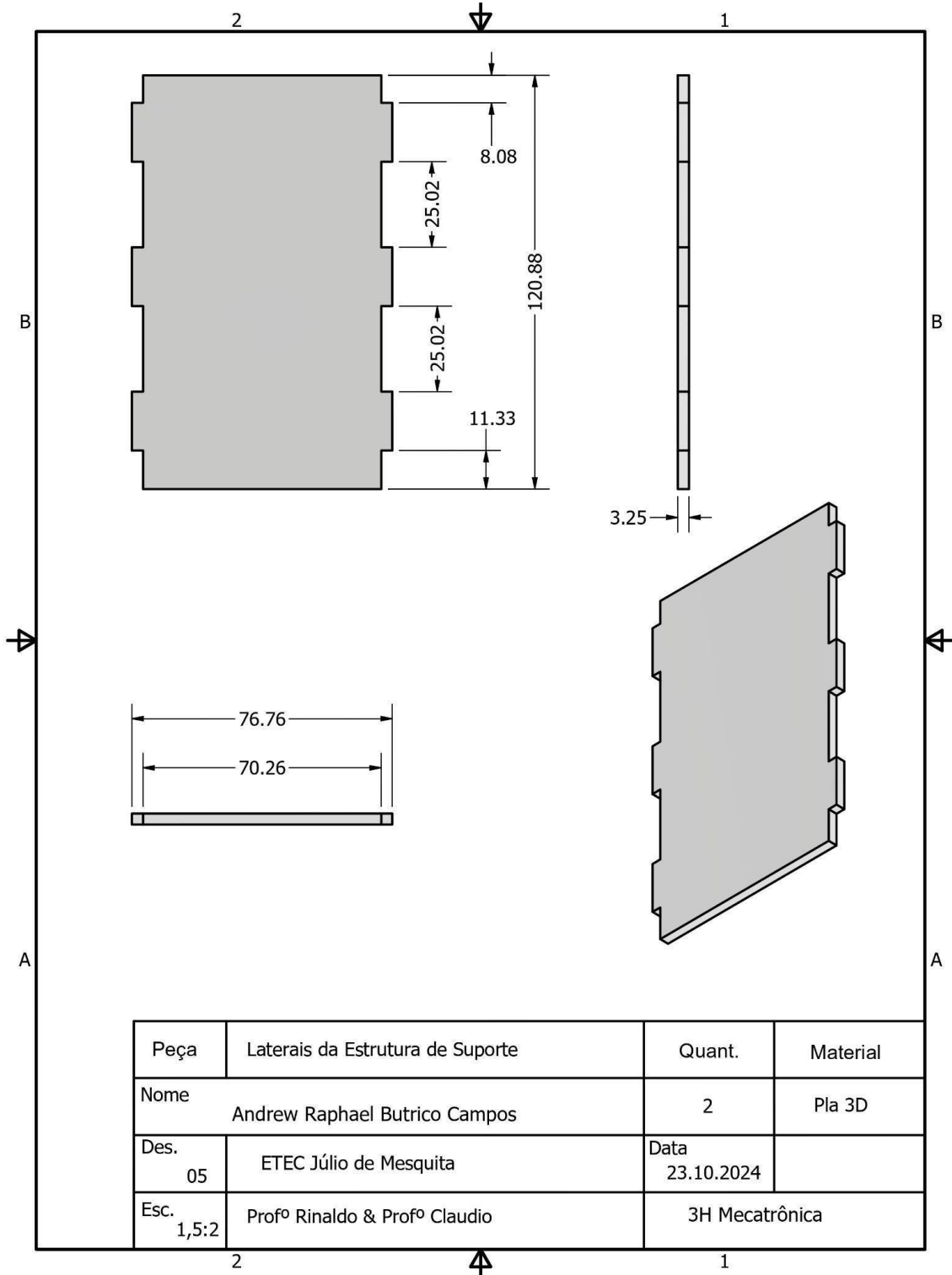
6.6 Pesquisa e materiais

Após definir e planejar o projeto, se deu início a pesquisa de materiais que seriam utilizados para a confecção do projeto, estudou-se tudo aquilo que se julgava necessário para o desenvolvimento de um protótipo apresentável e funcional. Através de cálculos e pesquisas, constatou-se os materiais que seriam utilizados para o projeto e equipamentos que seriam necessários, muitas vezes reajustando os periféricos à necessidade e capacidade financeira do grupo, efetuando a compra apenas daquilo que era realmente necessário.

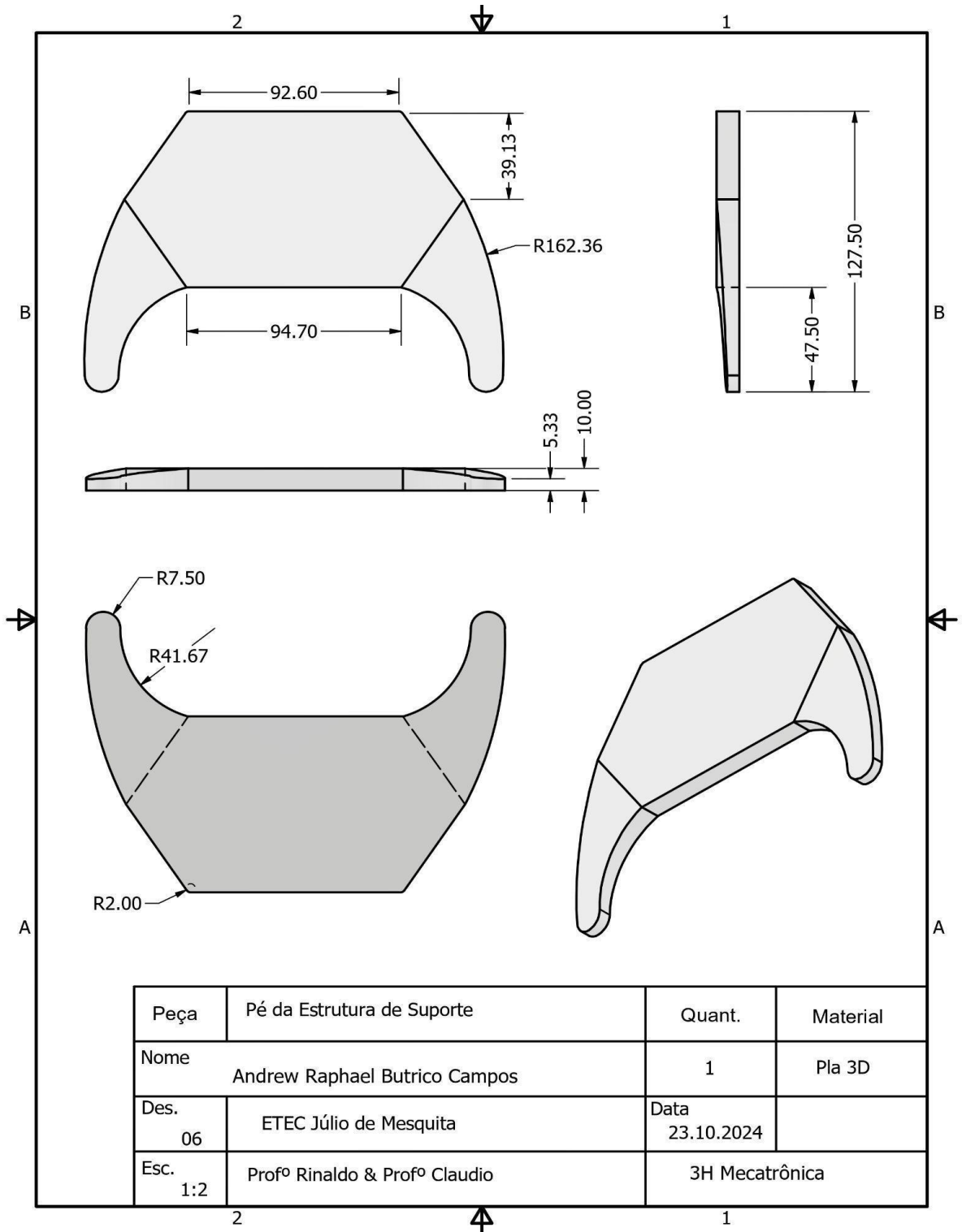
6.7 Planejamento e design

O design do projeto foi desenvolvido após pesquisa, com auxílio de softwares de desenho em CAD, o design foi pensado de maneira estratégica para que a plataforma pudesse acomodar o seu hardware dentro de seu próprio corpo, sem que pesasse demasiadamente, que oferecesse ergonomia e praticidade e que, acima de tudo, não trepidar durante o escaneamento, a fim de evitar erros de costura.

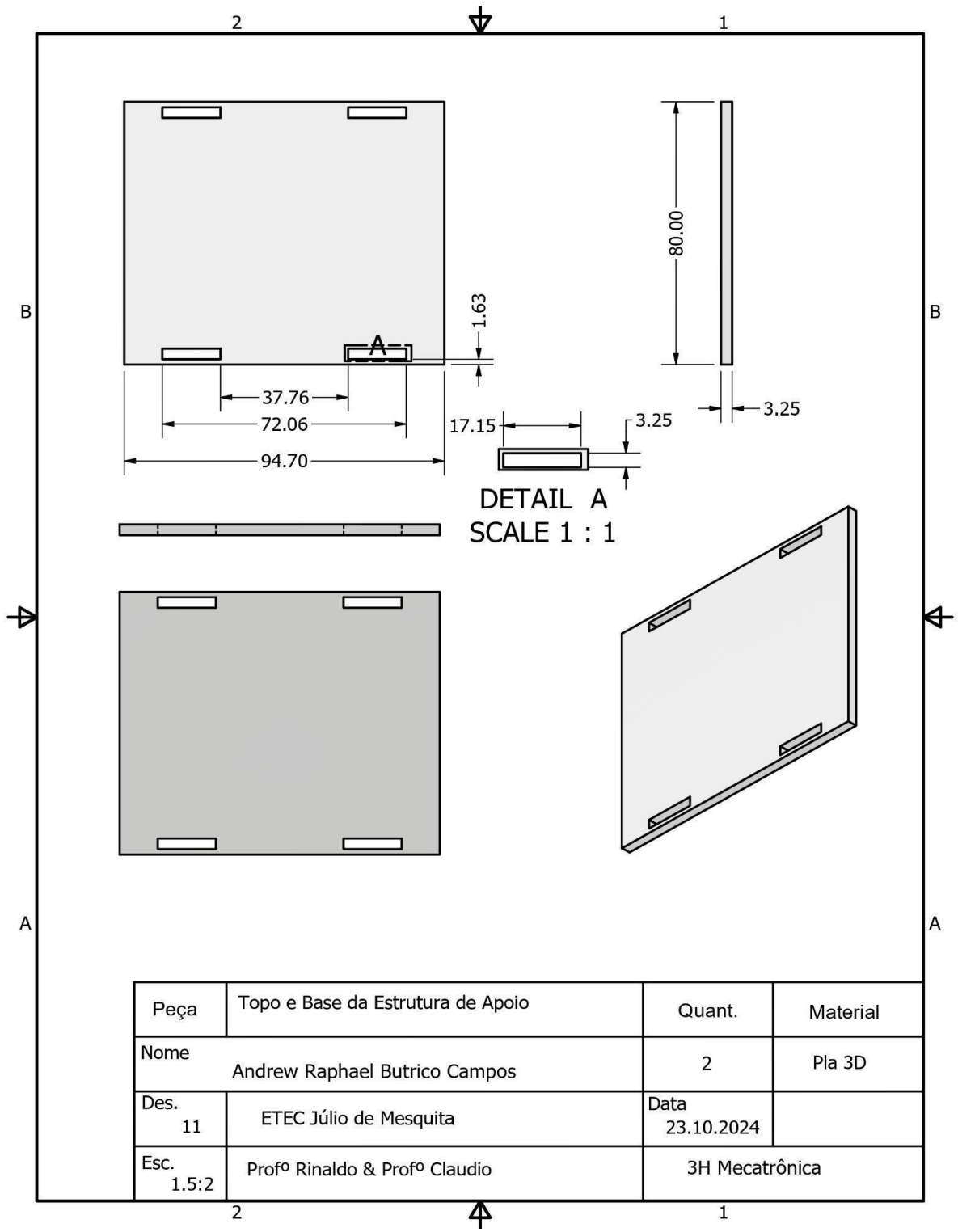
6.8 Desenhos técnicos e dimensões do projeto



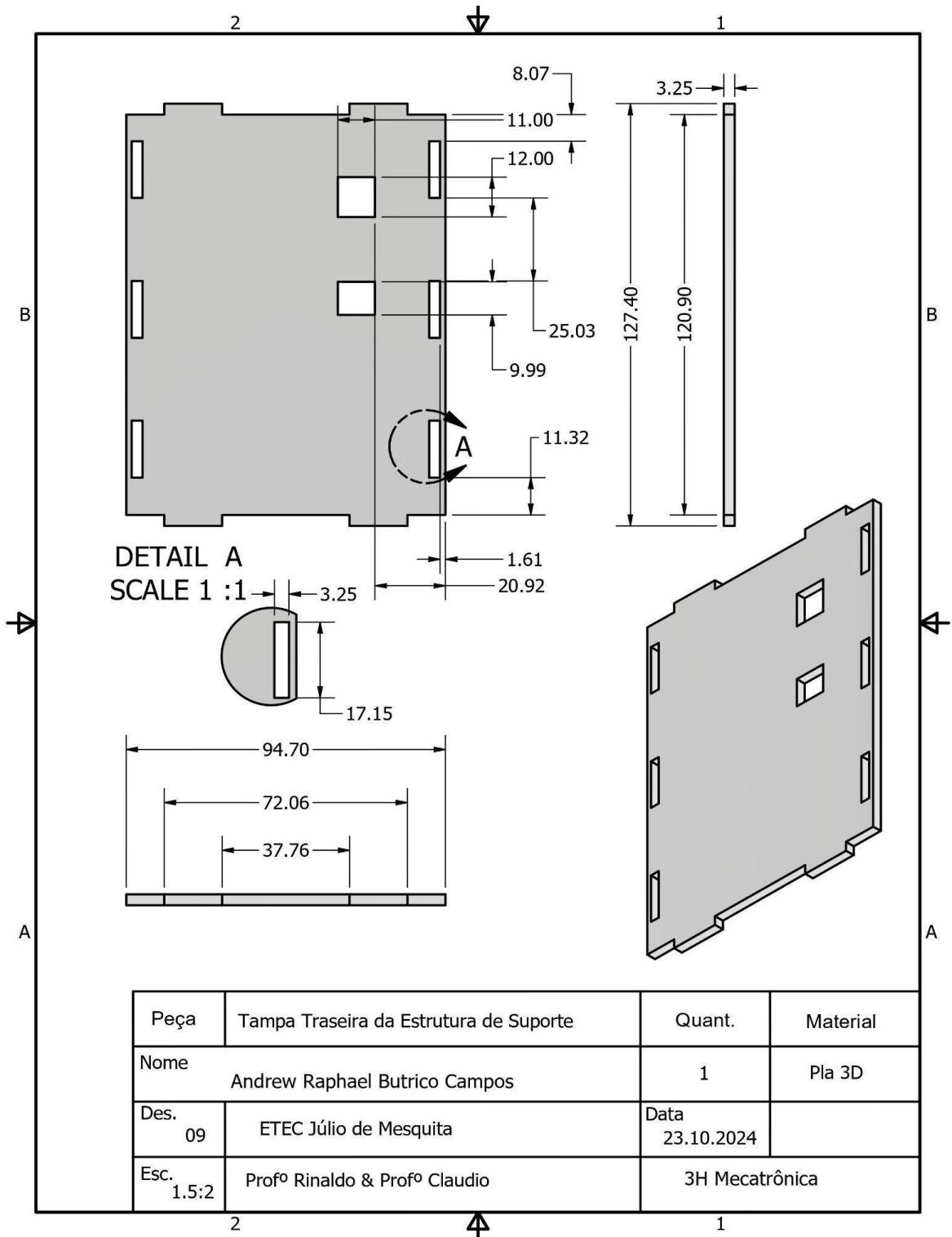
Anexo 20: Lateral Estrutural



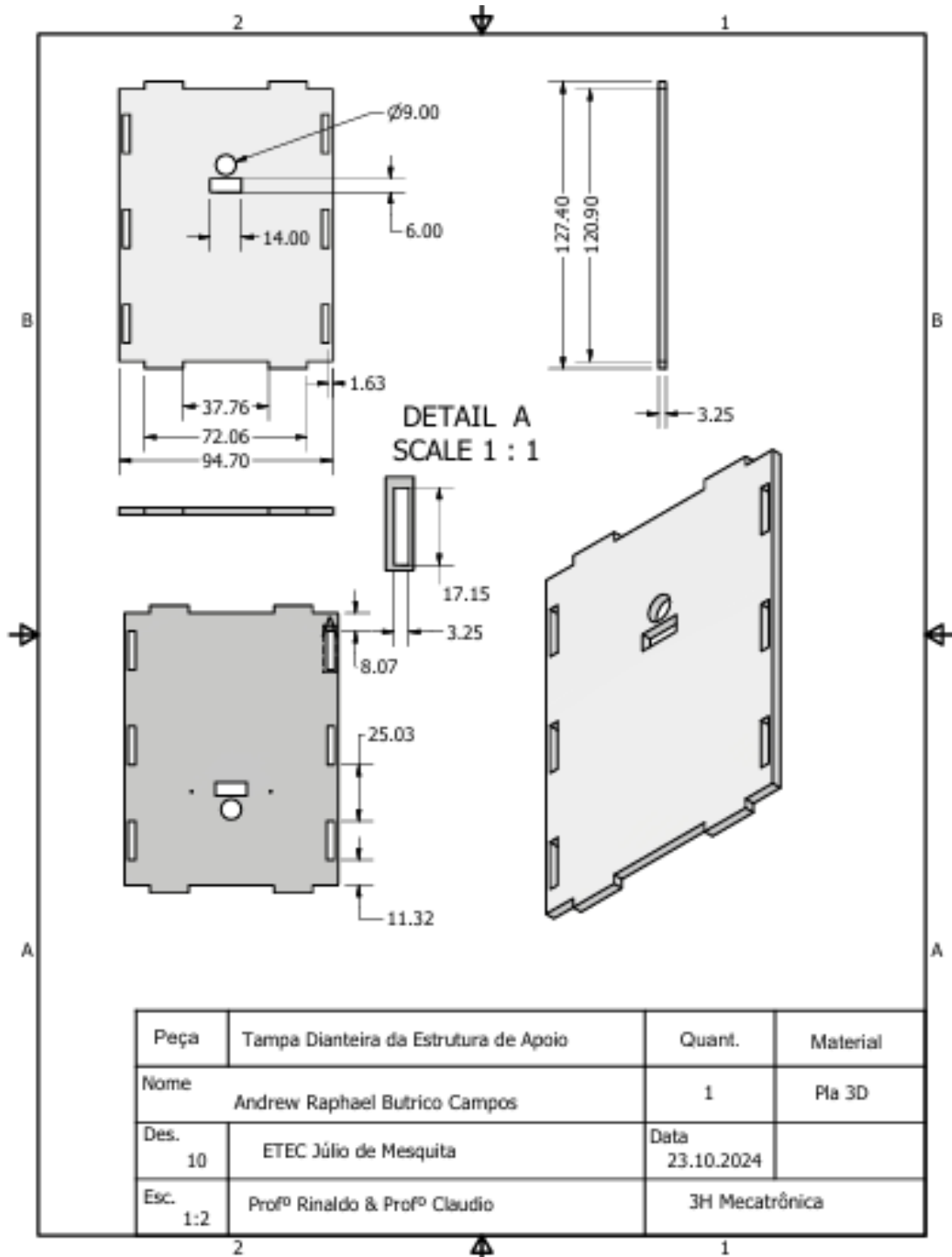
Anexo 21: Pé da Estrutura



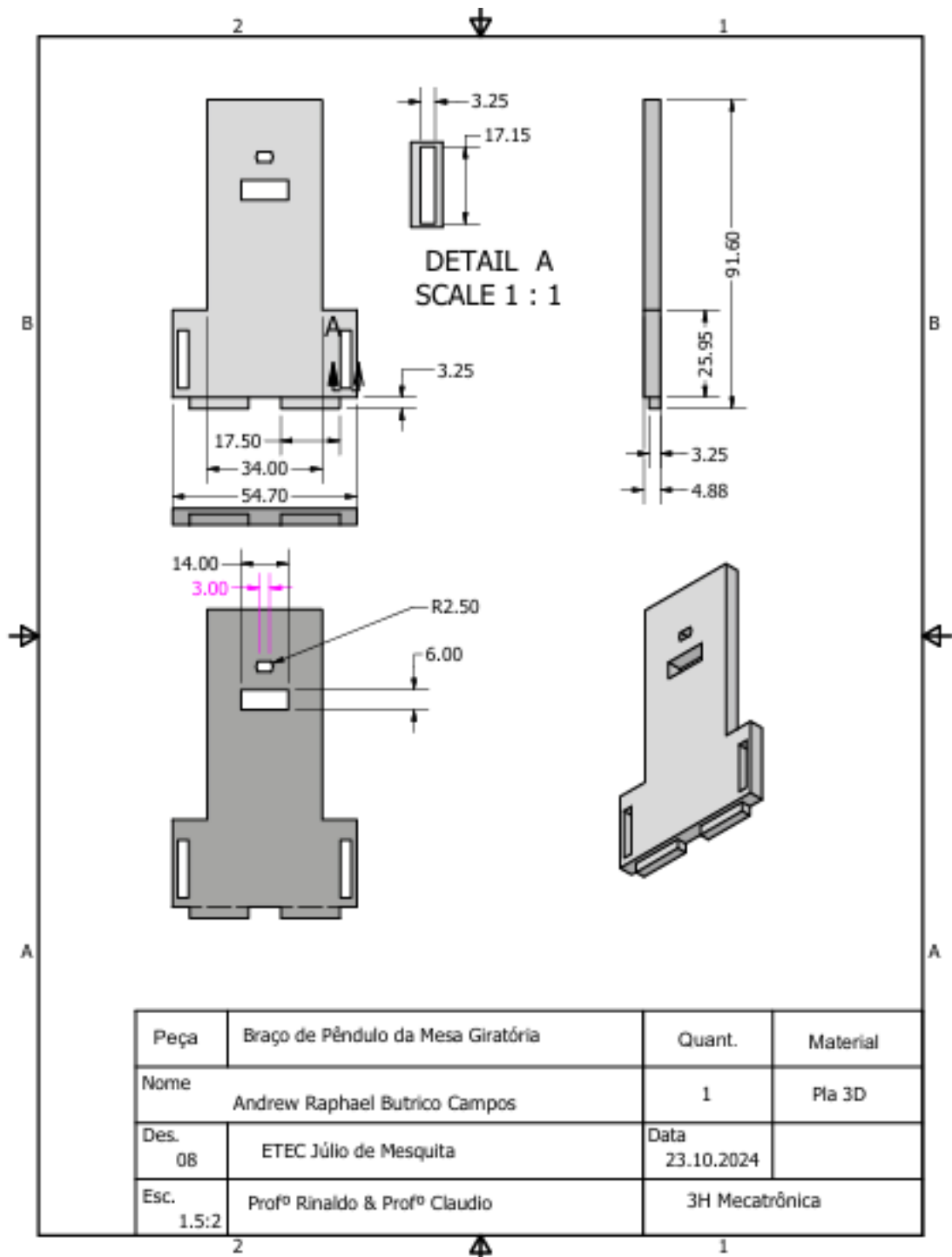
Anexo 22: Topo e Base da estrutura



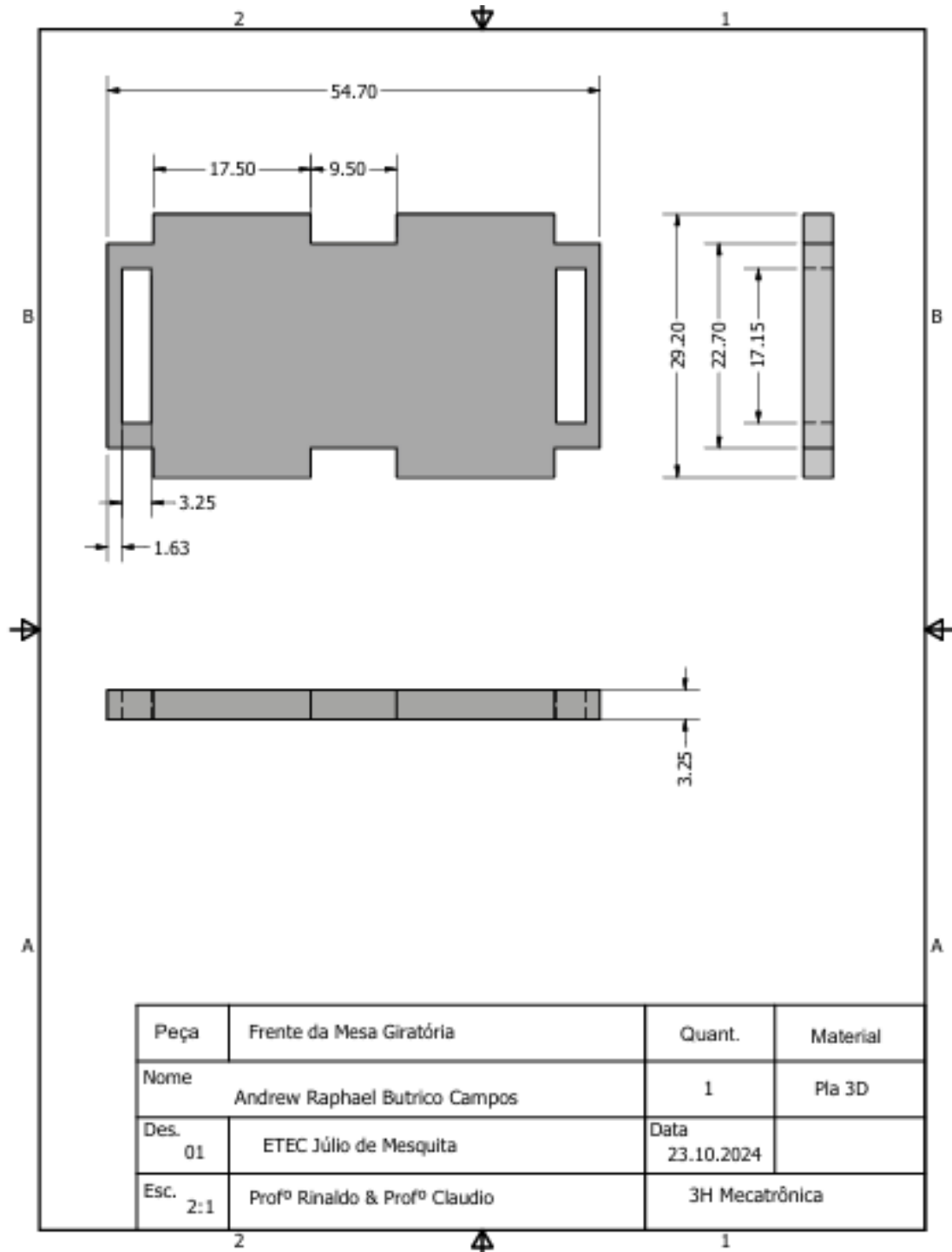
Anexo 23: Tampa Traseira da Estrutura



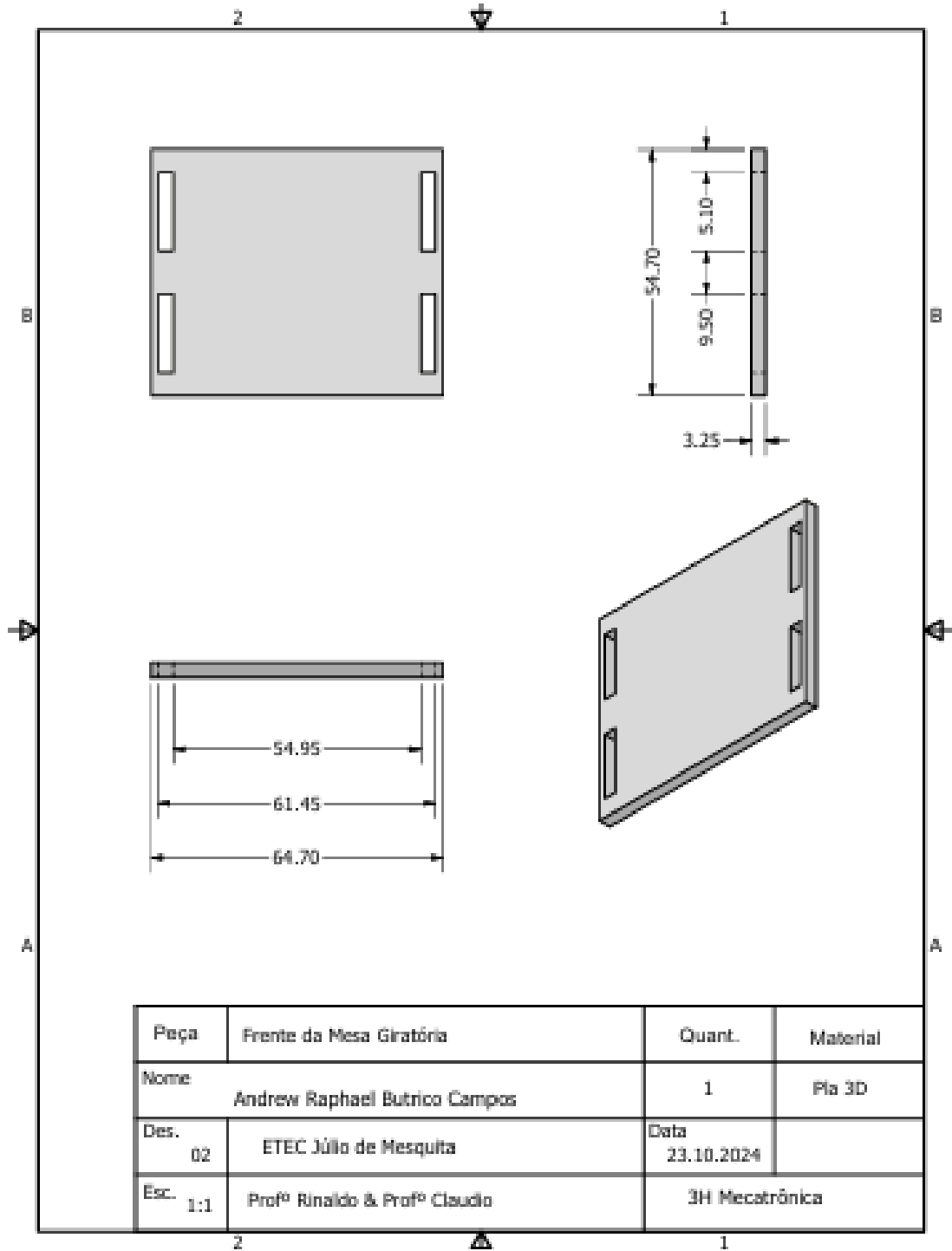
Anexo 24: Tampa Dianteira da Estrutura



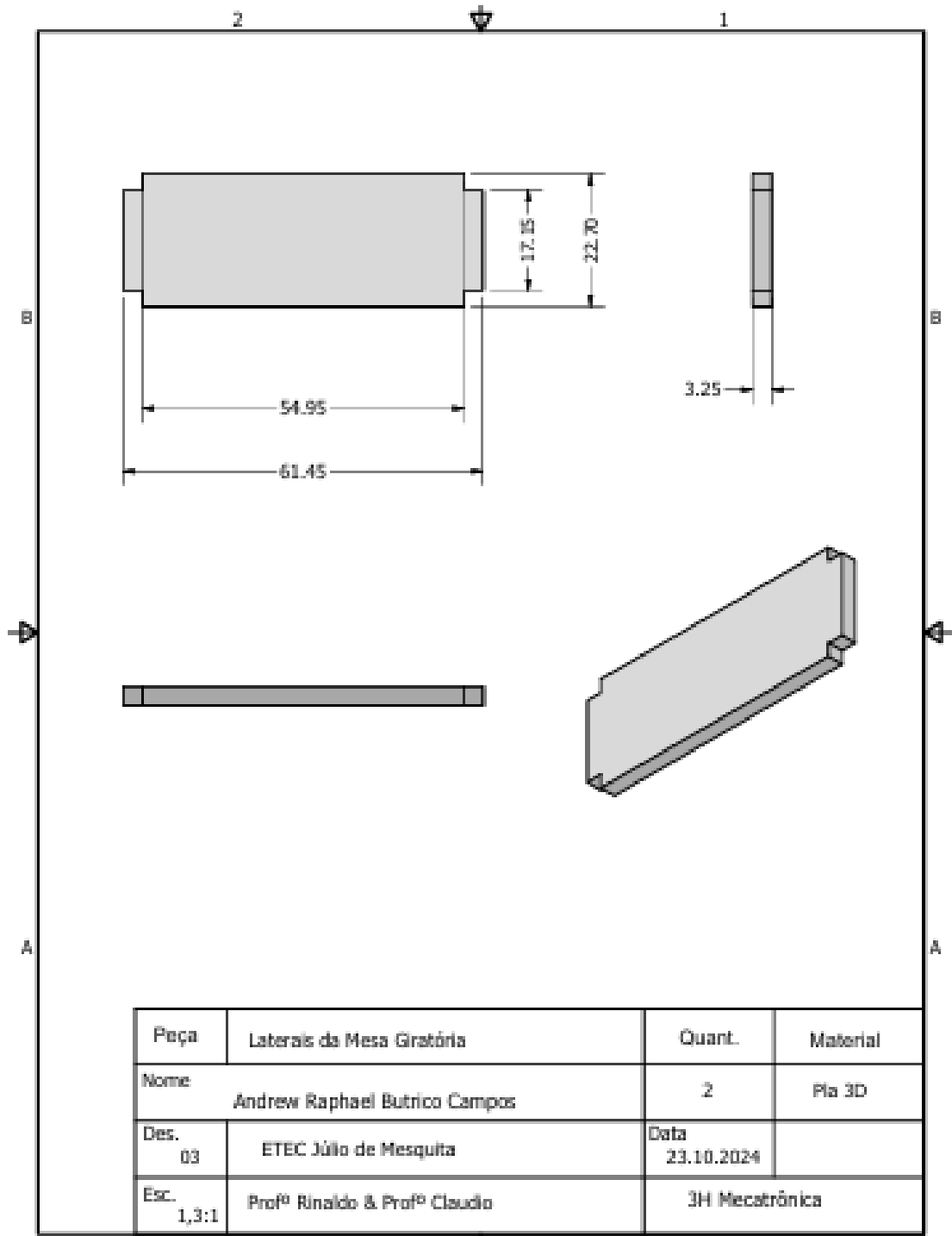
Anexo 25: Braço de Pêndulo



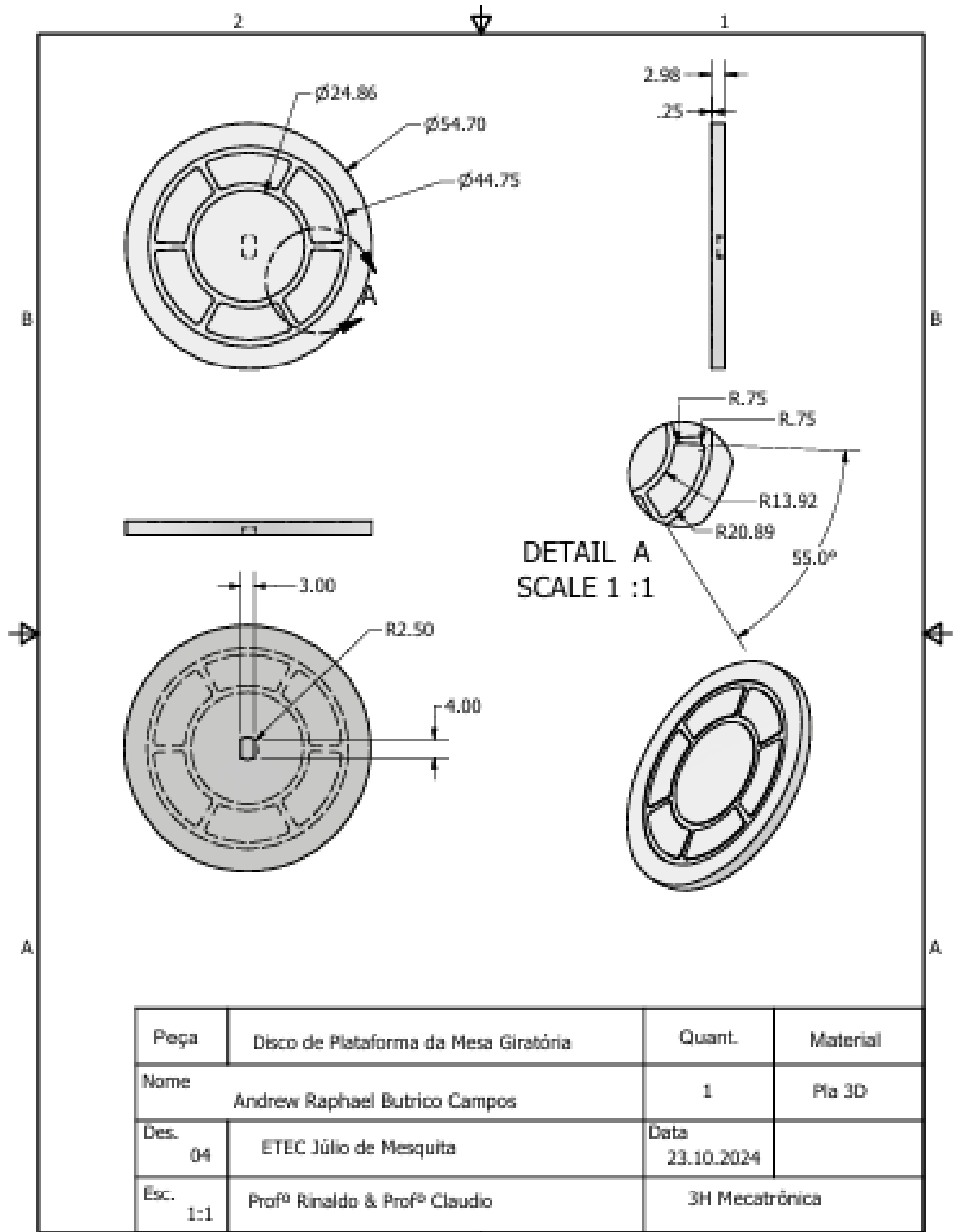
Anexo 26: Frente da Mesa 1



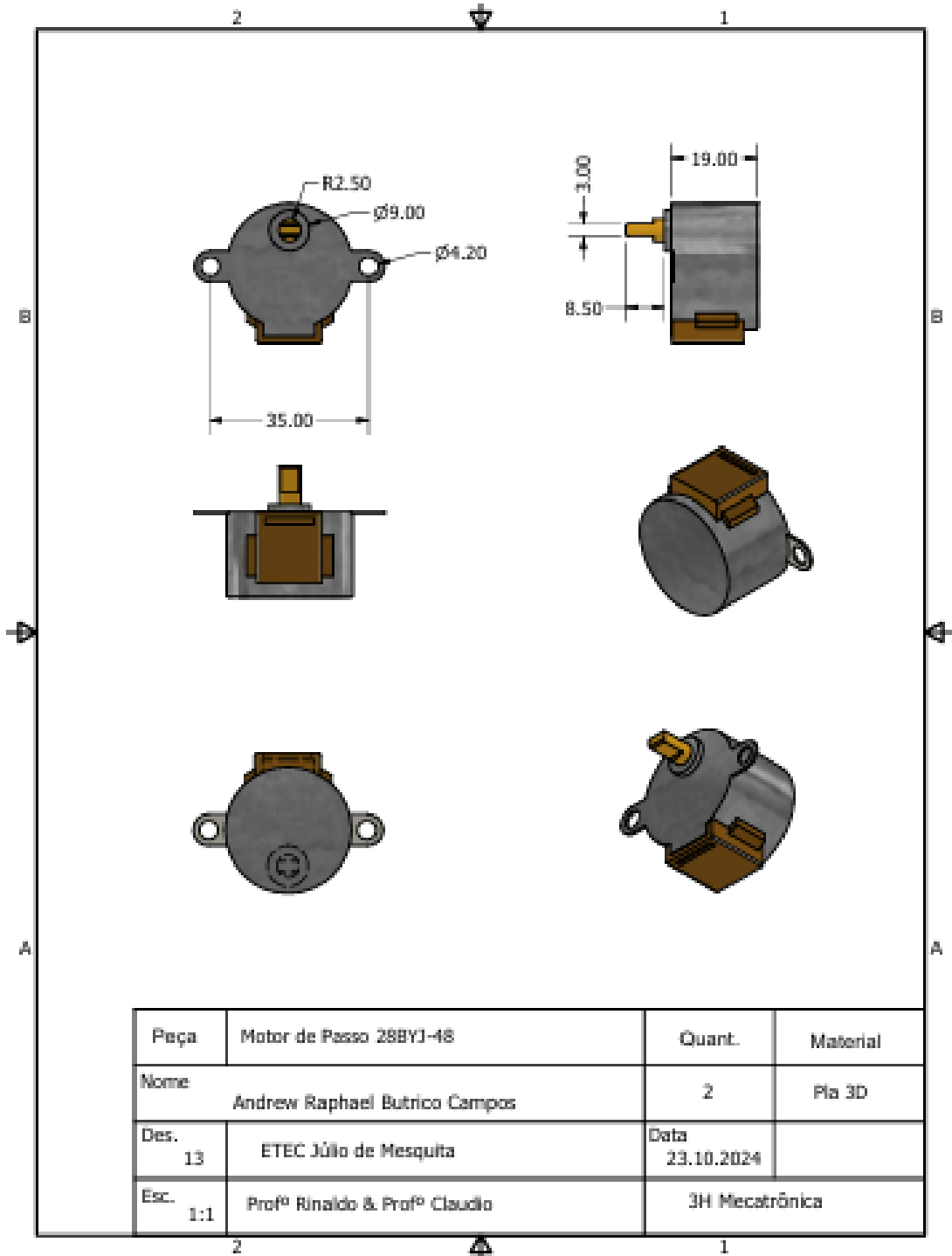
Anexo 27: Frente da Mesa 2



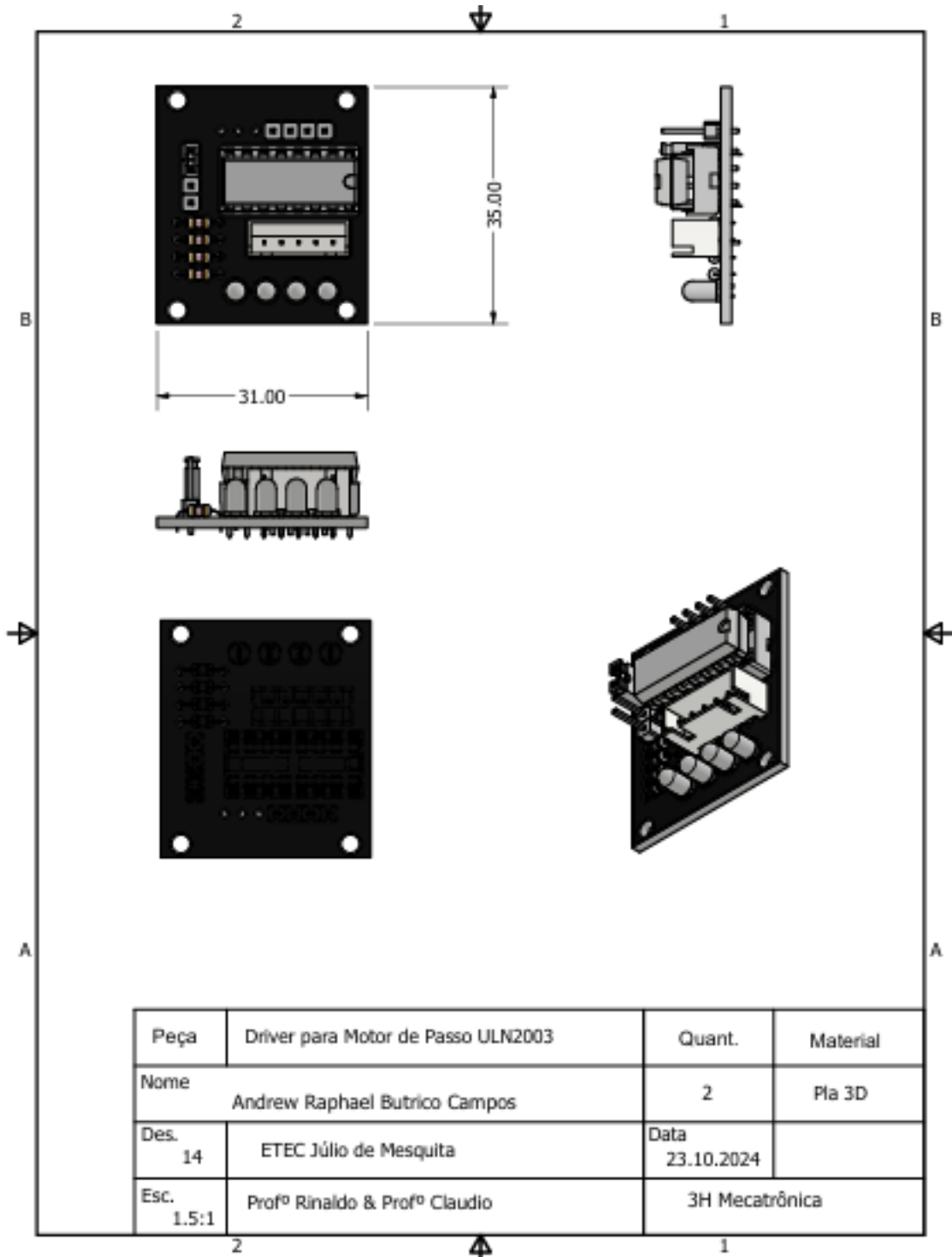
Anexo 28: Laterais da Mesa Giratória



Anexo 29: Disco de Plataforma

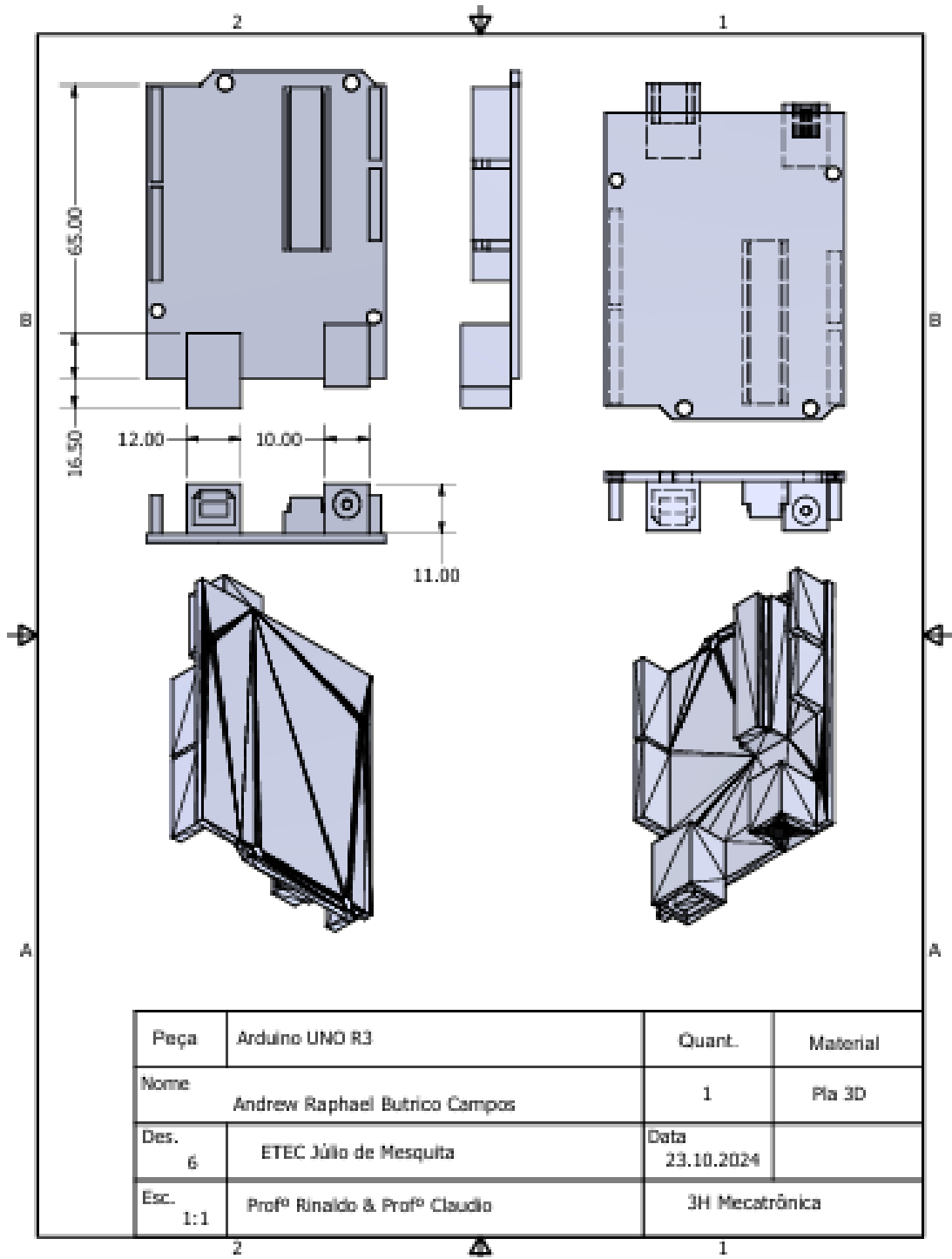


Anexo 30: Motor de passo 3D

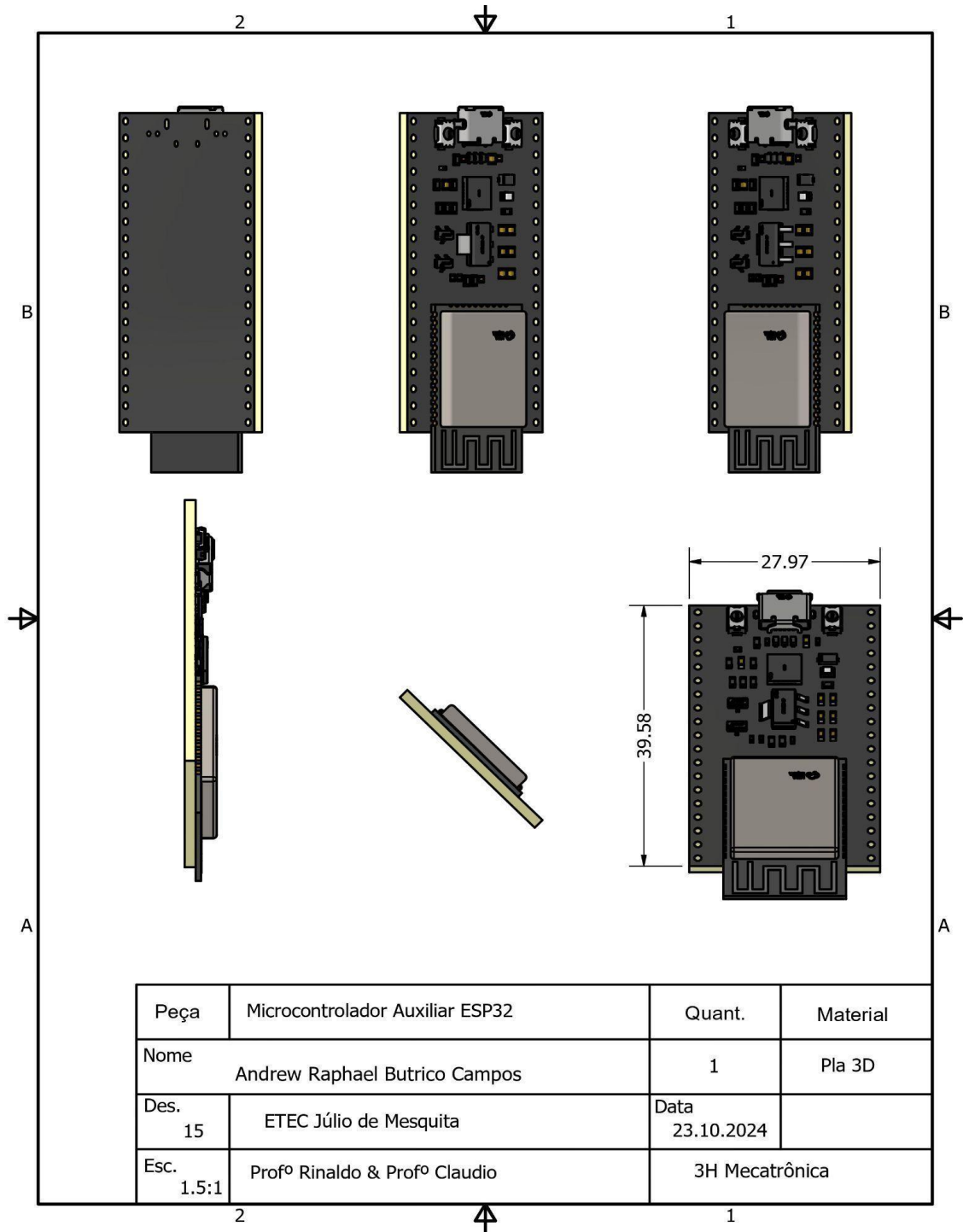


Peça	Driver para Motor de Passo ULN2003	Quant.	Material
Nome	Andrew Raphael Butrico Campos	2	Plã 3D
Des. 14	ETEC Júlio de Mesquita	Data 23.10.2024	
Esc. 1.5:1	Profº Rinaldo & Profº Claudio	3H Mecatrônica	

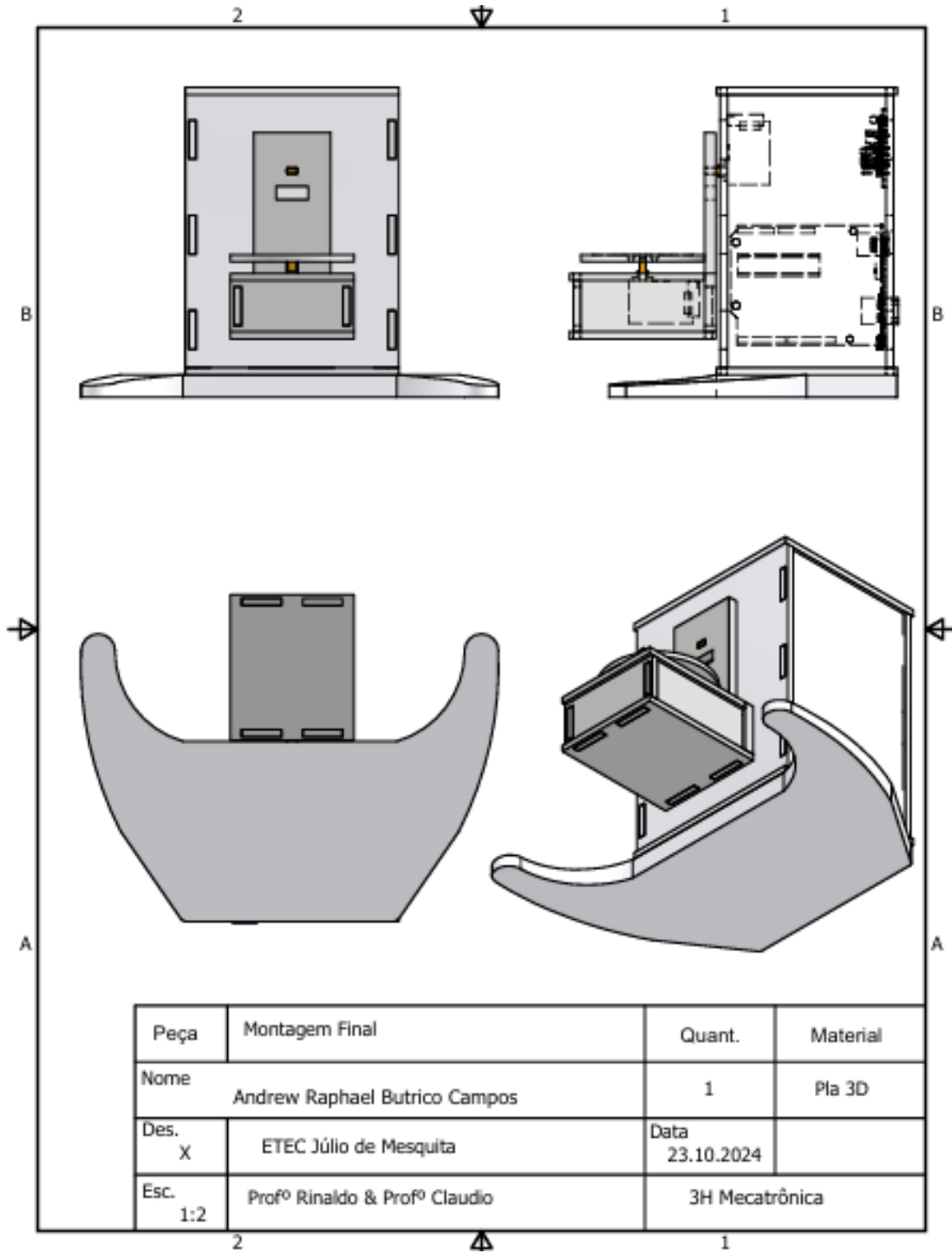
Anexo 31: Driver 3D



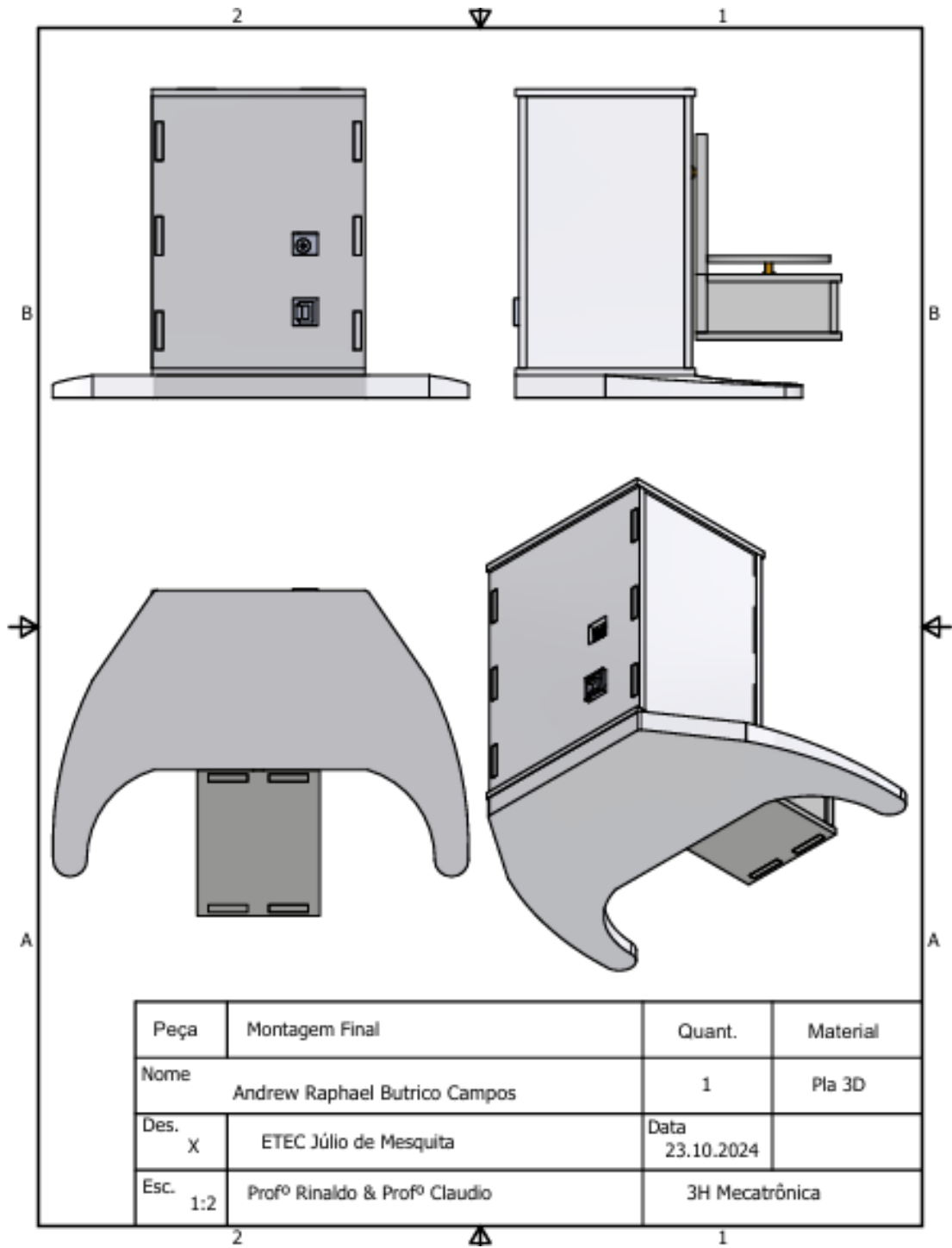
Anexo 32: Arduino 3D



Anexo 33: Microcontrolador auxiliar



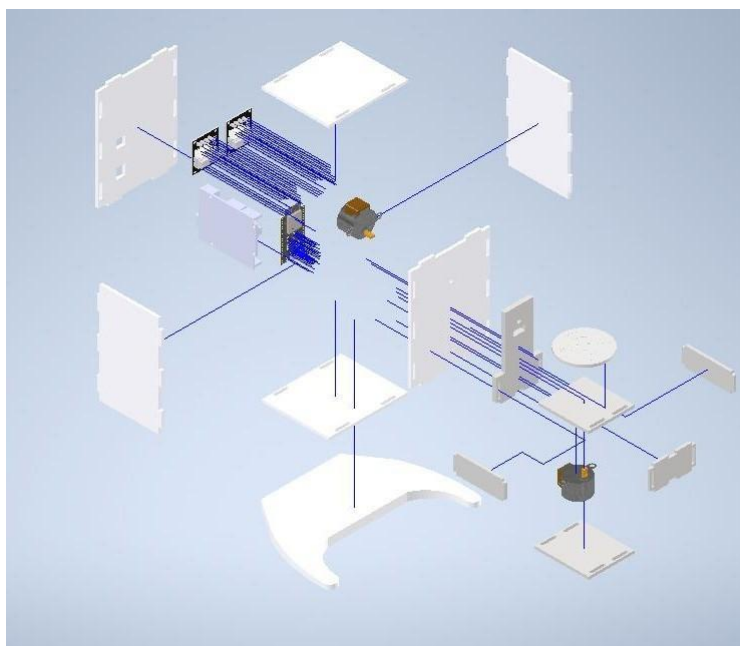
Anexo 34: Montagem Final 1



Anexo 35: Montagem Final 2

6.9 Montagem

O processo de montagem do protótipo foi relativamente simples. Sua estrutura foi confeccionada através de impressão 3D, separadamente, peça a peça, necessitando apenas que suas placas sejam encaixadas em seus devidos lugares. A parte já trouxe mais dificuldade, tendo em vista que foi necessário passar toda a fiação que está ligada ao Arduino, e aos drivers do motor de maneira que esta não se solte, nem se rompa durante os movimentos dos eixos. A mesa, tem um formato cúbico e possui espaço em seu interior para acomodar o Arduino e os drivers dos motores com suficiente espaço, esta que poderá ser aberta para eventuais manutenções e principalmente, alterações no código do Arduino.



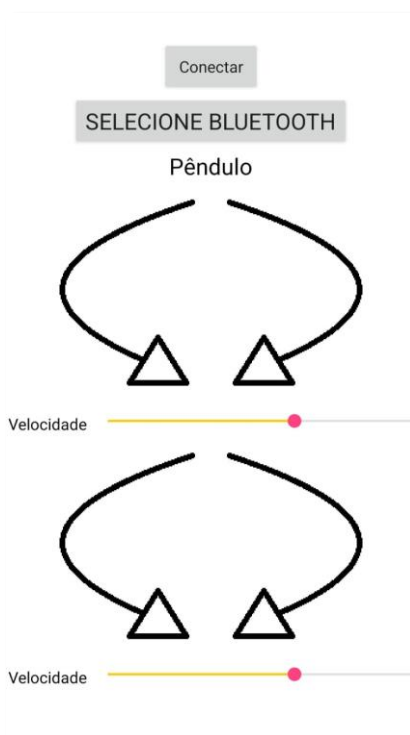
Anexo 36: Vista explodida do protótipo



Anexo 37: Visualização 3D do protótipo

6.10 Programação

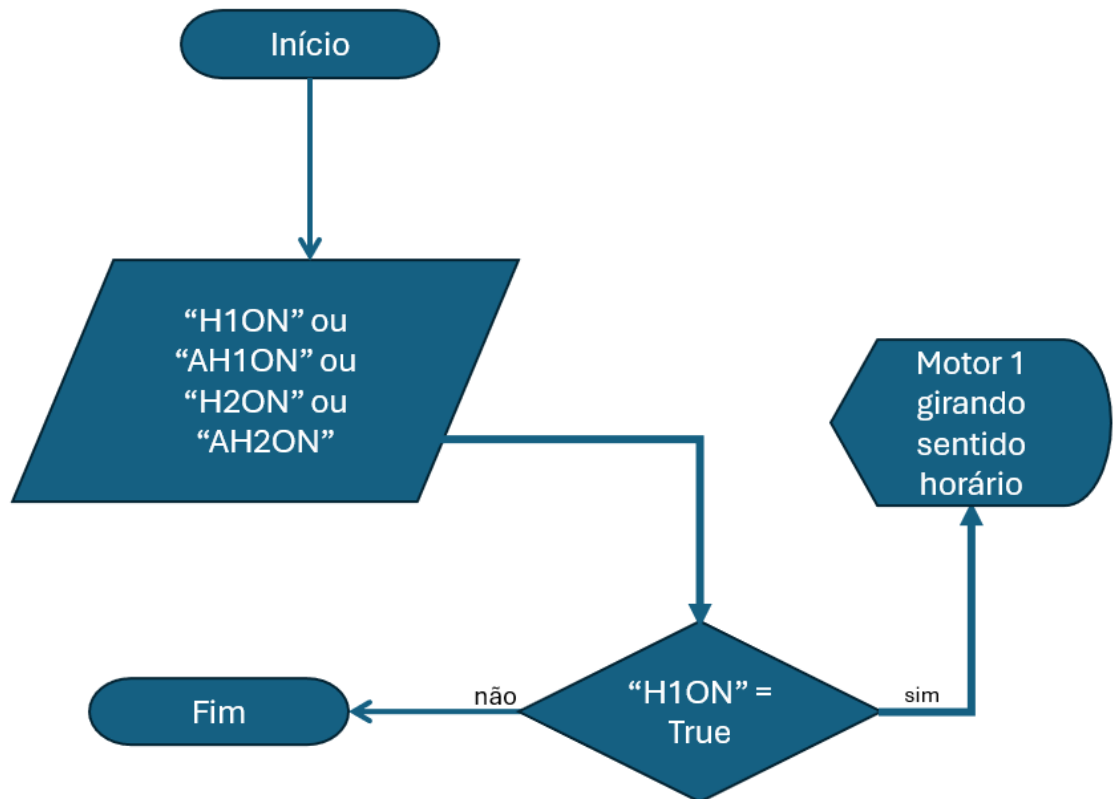
A programação desenvolvida para o projeto foi pensada e feita de modo que pudesse integrar o app Inventor com o ESP32 e fazer a plataforma ser controlada remotamente via, smartphone. Sob esse viés, há duas programações da plataforma, a que foi feita via IDE do Arduino e carregada no ESP 32, e a da interface do aplicativo, feita em blocos, funcionando de uma maneira simples: No aplicativo, há quatro botões principais, um que inclina o pêndulo para a direita outro para a esquerda e outros dois que gira o disco no sentido horário ou anti-horário. Há também uma barra que permite o controle da velocidade do movimento. Os botões precisam ser pressionados e segurados durante o movimento, quando o botão é solto a plataforma interrompe o movimento.



Anexo 38: Interface de funcionamento do aplicativo

O funcionamento da programação segue um esquema de comunicação serial. O app Inventor configurou-se os botões e suas funções de modo que quando pressionados enviam uma mensagem via Bluetooth ao ESP32 e o código que está

carregado no ESP, por meio da “estrutura de if” executa os comandos se a condição inserida dentro da função IF for atendida.



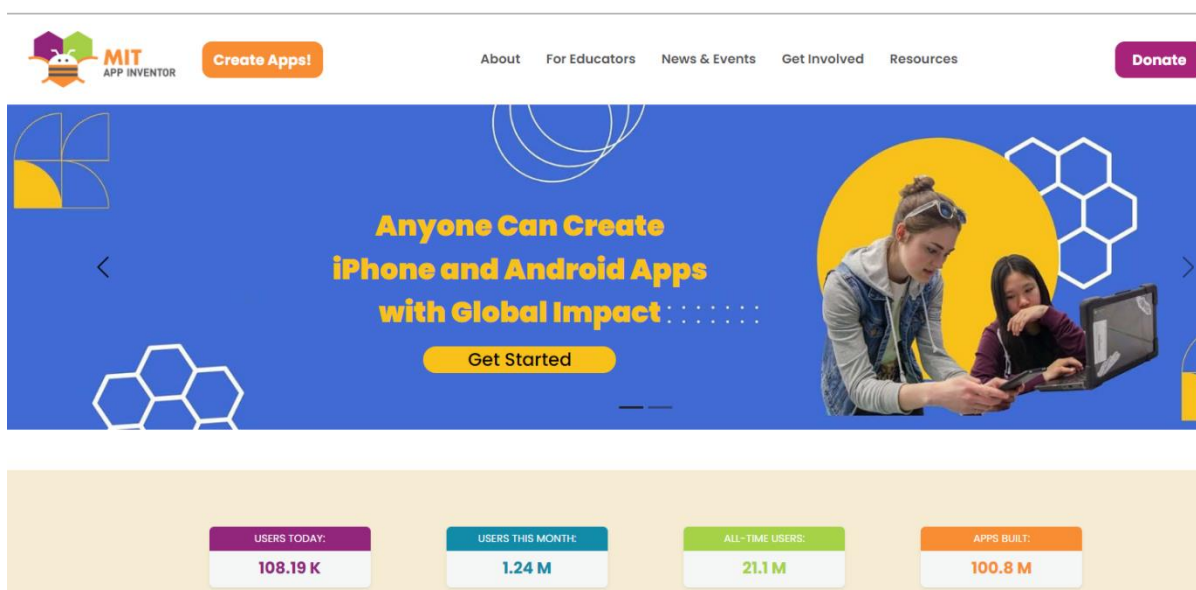
Anexo 39: Fluxograma da programação

No fluxograma acima podemos observar a lógica simples do funcionamento dos comandos.

Como salientado anteriormente, ao pressionar o botão da interface do aplicativo, este envia uma mensagem, na demonstração o comando “H1ON”, será o comando utilizado para inclinar o pêndulo no sentido horário. Se a condição “H1ON” for atendida, então o comando ativa as portas correspondentes ao motor de passo 1 e o motor inicia o seu movimento. O mesmo acontecerá para o comando “AH1ON”, que inclina o pêndulo no sentido anti-horário, para H2ON, que gira o disco para o sentido horário e, finalmente para AH2ON que movimenta o disco no sentido contrário.

6.11 Conectividade

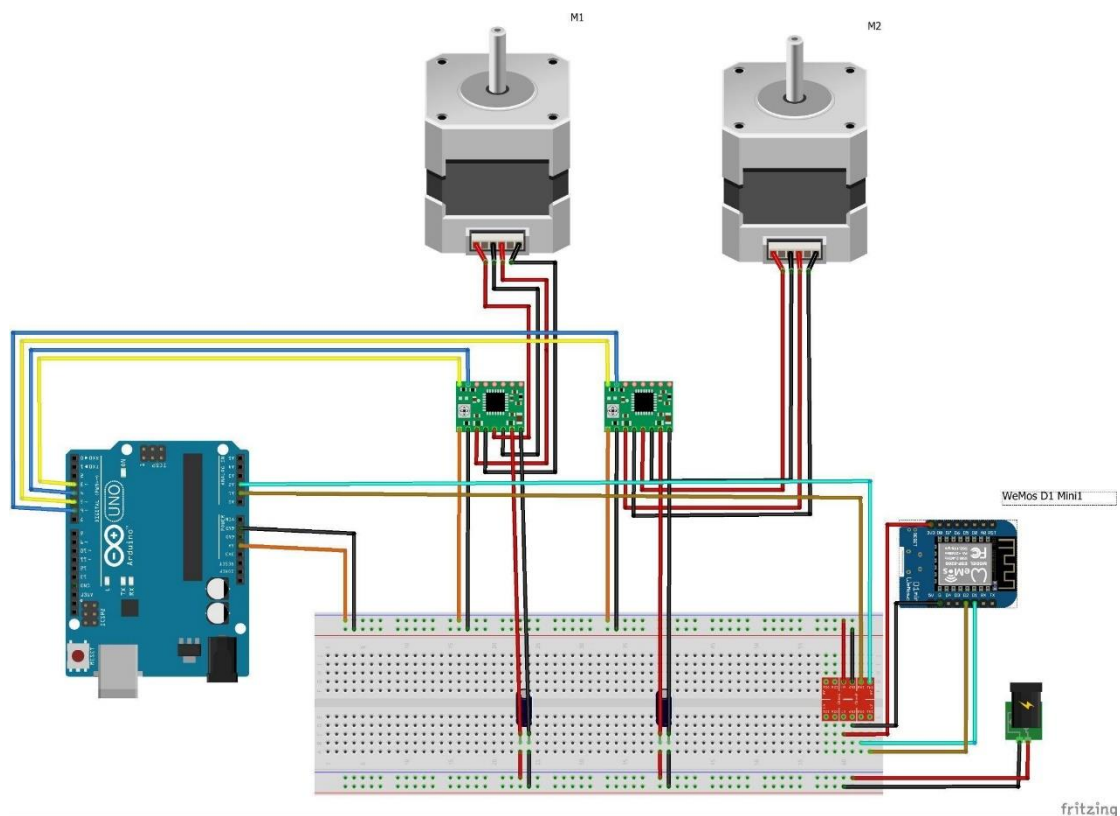
A partir do desenvolvimento da programação e da escolha do ESP32, o protótipo pode ser operado via conexão bluetooth. Embora o ESP disponibilize conexão Wi-Fi, foi decidido, à primeira vista, que não seria utilizado essa conexão devido à sua estabilidade e também a maior dificuldade de configuração e programação desse recurso. A conectividade Bluetooth e a interface permitem que o usuário utilize a plataforma de qualquer dispositivo que possua essa tecnologia, independentemente de sua idade. O aplicativo é simples, leve e por não consumir muito espaço é bastante permissivo no que diz respeito à compatibilidade, sendo desenvolvido por meio do APP inventor do MIT.



Anexo 40: MIT App Inventor (Imagem ilustrativa)

6.12 Ligações elétricas

A ligação elétrica entre os componentes do projeto estão dispostos da seguinte forma:



Anexo 41:Esquema eletrônico feito no software Fritzing

Os motores e drivers no esquema elétrico acima não são exatamente os mesmos utilizados no projeto físico devido à falta de motores do modelo utilizado dentro do software. Porém, os motores utilizados no esquema elétrico acima simulam ou podem, também, ser considerados uma evolução em relação ao projeto original, tendo em vista que com algumas adaptações os motores 28BYJ48 podem ser substituídos pelo NEMA 17 e os drivers POLOLU A1. Ressalta-se, também, que todos os componentes representados acima são encontrados no hardware do projeto, porém, devido a alguns problemas encontrados, algumas conexões foram alteradas. Com essas alterações o ESP passa a não mais se comunicar com o Arduino como o

representado acima, ficando o Arduino com a função única e exclusiva de fornecer 5V para o conversor de nível lógico. Quanto ao ESP, este passa a ser conectado aos drivers do motor por meio de suas portas digitais, passando para o conversor de nível lógico que altera a tensão de 3.3V que o ESP disponibiliza em sua porta de saída e a converte em 5V, que é a tensão utilizada pelos drivers ULN2003.

7. CÁLCULOS

As forças que serão calculadas a seguir, dizem respeito à força necessária dos motores do pêndulo e do disco e, também o dimensionamento da fonte de energia necessária para suprir a necessidade de todos os componentes do projeto.

Os valores do motor de passo 28BYJ48, são fornecidos pelo fabricante em mN*m. Por questão de conveniência e melhor visualização do dimensionamento, os valores adotados também se encontrarão em mN*m

7.1 Força necessária para o motor do disco:

Raio do disco: $27.35\text{mm}/1000 = 0,02735 \text{ m}$;

Massa do prato: 15 g ou 0,015 kg;

Lembrando que a massa máxima da peça escaneada será de 200g, temos: 0,015 kg + 0,2 kg = 0,215 kg de massa total.

Chamaremos massa total de m e o raio do disco de r .

Portanto, para calcular o torque necessário, adotaremos $T = r * m * g * f$

Onde:

$r = \text{raio do disco}$;

$m = \text{massa total}$;

$g = \text{aceleração da gravidade em } \text{m/s}^2$;

$f = \text{coeficiente de atrito}$.

Adotaremos um coeficiente de atrito baixo, de valor 0,1.

Substituindo:

$$T = 0,02735 * 0,215 * 9,8 * 0,1$$

$$T = 0,05762$$

Agora, transformaremos este valor em mN*m. Basta multiplicar por 005762 * 1000 = 5.762 mN * m

Portanto, o torque necessário para fazer girar o disco é uma peça acima é de 5,762 mN*m.56

7.2 Força necessária para o motor do pêndulo

Para calcular o torque necessário do motor do pêndulo deve-se, primeiramente, tomar nota de algumas observações. É necessário definir um ângulo limite, onde o braço será inclinado, e este será de 90°, a partir da sua posição inicial. No caso, quando o motor estiver centralizado.

Definir a massa do conjunto (peça + motor do disco, + disco + braço) = considerará-se que todo o conjunto do braço (disco + motor + braço) tem uma massa de 100 g e, como já é sabido, o peso máximo da peça para a plataforma é de 200 g. Assim, temos uma massa total de 300 g, ou 0,03 Kg

Além disso, é necessário definir, também, a distância do eixo do motor até a ponta do braço, onde se encontra o peso que é exercido sobre esse eixos. Essa distância é de 71,35 mm, que, fazendo um cálculo simples de conversão ($\times 10^{-3}$), chegamos no valor de 0,07135 m.

Portanto, chegamos ao cálculo de torque de braço de alavanca, que é definido pela fórmula:

$$T = r * F * \text{sen}\theta$$

Onde:

$T = \text{torque}$

$r = \text{distância do braço}$

$F = \text{Força Peso}$

$\text{sen}\theta = \text{ângulo máximo}$

Substituindo:

$$T = 0,07135 * 0,3 * \text{sen}90^\circ$$

$$T = 0,02140 * 1$$

Multiplicando por 1000 para converter em mN*m:

$$0,02140 * 1000 = 21,405 \text{ mN} * m$$

Portanto, para que a plataforma possa inclinar-se sem maiores dificuldades, necessitamos de 21.405 mN*m de torque. Os motores 28BYJ48, segundo o especificado pelo fabricante dispõe de 34,3 mN*m de torque, sendo assim, o suficiente para ambas as funções requeridas.

7.3 Cálculos de dimensionamento elétrico

Os cálculos de dimensionamento elétrico podem ser considerados mais simples, tendo em vista que os dados do equipamento são todos fornecidos por seus devidos fabricantes. Sob esse viés, podemos destacar:

Todos os equipamentos dispostos no projeto, suportam uma tensão de até 12V; Ambos os motores, em suas tensões máximas de trabalho permitida, requerem 240 mA de corrente ($I = V/R$)

$I = \text{Corrente}$

$V = \text{Tensão}$

$R = \text{Resistência}$

Tem-se que, a resistência do motor de passo 28BYJ48 é de: 50Ω e sua tensão máxima de trabalho é de 12 V . Portanto, se a fórmula disposta acima for utilizada, haverá:

$$I = 12/50 \rightarrow I = 0.240$$

Que é o mesmo que 240 mA .

- A corrente de trabalho do Arduino é de, aproximadamente, 40 mA .
- O ESP 32, consome uma corrente média de 80 mA

Se todas as correntes forem somadas constará-se que há uma média de 600mA .

Para fins de segurança, optou-se por uma fonte chaveada de 12V e 1A , que será o suficiente para suprir todas as necessidades energéticas do projeto.

8. ORÇAMENTO

Anexo 42 - Componentes mecânicos

Itens	Valor	Unidade	Total
Motor de passo 28BYJ-48	R\$ 20,00	1	R\$20
Filamento Pla Ht Azul Metal 500g 1,75mm 3dx	R\$80,00	1	R\$80
Parafuso M3X6	R\$0,90	50	R\$45
Pé de feltro	R\$0,55	24	R\$13
TOTAL:			R\$272,39

Anexo 43 - Componentes elétricos

Itens	Valor	Unidade	Total
Arduino uno R3	R\$38,00	1	R\$ 38,00
Driver ULN2003	R\$90,55	1	R\$ 90,55
Protoboard	R\$10,40	1	R\$ 10,40
Fonte 12V para arduino	R\$22,00	1	R\$ 22,00
Esp 32	R\$35,15	1	R\$35,15
Conversor de nível lógico	9,62	1	R\$9,62
Módulo Jack	13,77	1	R\$13,77
TOTAL			R\$219.49

Anexo 44 - Pesquisa de campo

Gastos	Valores
Deslocamento	R\$19,99
Deslocamento	R\$22,54
Deslocamento	R\$25,50
Deslocamento	R\$18,00
Total	R\$86,03

9. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO

9.1 Progresso técnico:

O progresso técnico no TCC pode ser abordado de diversas maneiras. Podemos discutir inovações tecnológicas, apresentando novas ferramentas, softwares ou tecnologias que foram desenvolvidas ou aprimoradas, destacando como elas impactam na área da Engenharia Reversa.

Além disso, o uso de estudos de caso foi uma estratégia eficaz, permitindo que fosse incluído exemplos práticos que demonstrem a aplicação das tecnologias ou técnicas, como desenhos em 3D, montagem de circuitos elétricos e realização de cálculos para a escolha dos materiais aplicados que foram ensinados durante o curso e aplicado em situações reais, evidenciando resultados positivos e aprendizados.

Outra abordagem relevante, foi a comparação com técnicas tradicionais, onde analisou-se como os novos avanços superam limitações dessas abordagens anteriores, evidenciando a evolução do conhecimento na área. Também foi discutido as implicações práticas do progresso técnico, abordando de que maneira esses avanços poderiam ser aplicados em contextos profissionais e impactar as práticas do dia a dia em nossas áreas específicas.

Por meio desses, identificou-se tarefas necessárias, e estabelecemos metas para que fosse possível o desenvolvimento da documentação e do protótipo, de acordo com a capacidade e disponibilidade dos integrantes do grupo.

9.2 Documentação

Todas as partes, passos e ideias foram documentadas ao longo do ano, especialmente através dos Diários de bordo, onde encontram-se novas indagações, dificuldades, entre outros. Dessa forma foi possível monitorar todo o processo do desenvolvimento do TCC através dessa ferramenta.

A documentação principal do projeto foi escrita ao longo de dois bimestres, onde pôde-se planejar, desenhar, pesquisar e formatar tudo aquilo que seria colocado no projeto.

9.3 Contribuição acadêmica:

A contribuição acadêmica do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) foi fundamental, pois vai além da simples apresentação do que foi executado. Ele apresenta novas perspectivas, dados ou interpretações sobre um tema específico, contribuindo para o avanço do conhecimento na área.

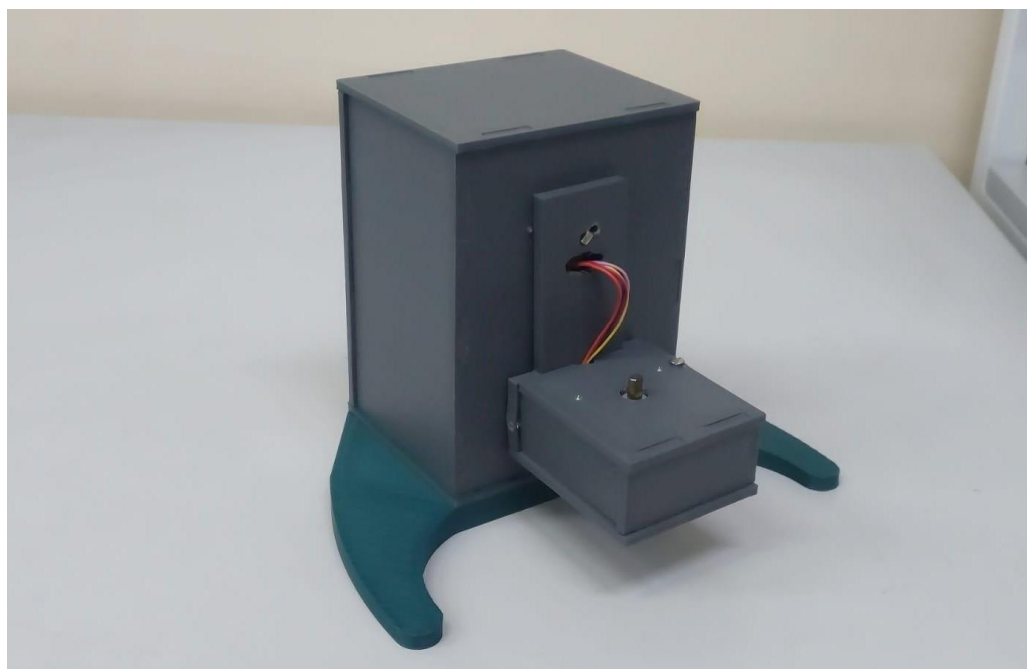
Ele desenvolve soluções para problemas reais, contribuindo para a prática profissional e sugerindo melhorias em processos, conectando diferentes áreas do conhecimento, trazendo uma visão mais ampla e integrada sobre aquilo que foi abordado.

10. MANUAL TÉCNICO

10.1 MANUAL DE OPERAÇÃO

10.1.1 Dados de instalação

Local de Instalação: Para a correta instalação do equipamento, é necessário que haja um local totalmente plano e livre de irregularidades em sua superfície, é importante que a plataforma não fique desbalanceada durante sua operação, o que poderá comprometer seu bom funcionamento;



Anexo 45: Imagem do primeiro protótipo

10.1.2 Fonte de alimentação

A plataforma necessita de uma fonte de alimentação de corrente contínua, 9V de tensão e 1A de corrente para seu correto funcionamento. Por isso, necessita de um ambiente com tomadas 110V/220V para sua instalação, e também duas saídas USB-A que deverão ser conectadas a algum computador ou a alguma fonte de

energia, em caso de indisponibilidade de computador, sendo essas referentes à alimentação dos drivers do motor, a alimentação do Arduino e do ESP32

10.1.3 Operação e Uso

Conexões Iniciais:

Conecte a mesa giratória a:

- Uma fonte de alimentação de 9V;
- O cabo do Arduino;
- O cabo do ESP.

Alimentação e Luz de Indicador:

- Ligue a fonte na tomada.
- Conecte os cabos do ESP e do Arduino ao computador.
- Verifique se uma luz acende na mesa giratória, indicando que está conectada.

Configuração no Aplicativo:

- Abra o aplicativo próprio da mesa giratória.
- Ative o Bluetooth do dispositivo e pareie-o com o ESP.

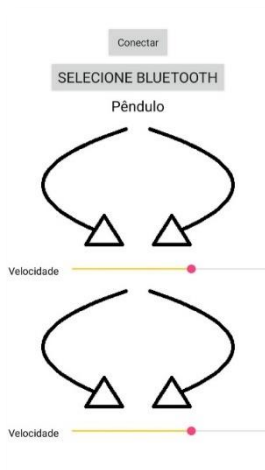
Conexão do Aplicativo à Mesa:

- No aplicativo, conecte-se à mesa giratória.
- Nota: Caso ocorra erro na conexão, reinicie o aplicativo e tente novamente.

Controle e Operação:

Após a conexão bem-sucedida, utilize os seguintes controles no aplicativo:

- Setas nomeadas por "Pêndulo": Movimentam no sentido anti-horário e no sentido horário, controlando o pêndulo do protótipo.
- Setas nomeadas por "Mesa": Movimentam no sentido anti-horário e no sentido horário, controlando a base giratória do protótipo.
- Seletor de Velocidade: Ajuste a velocidade dos movimentos através do seletor disponível na interface do aplicativo.



Anexo 46: Imagem do aplicativo

Após a execução desses processos, a mesa giratória para scanner 3D poderá ser utilizada de forma correta.

10.1.4 Fixação da Peça na Plataforma

Para o funcionamento da plataforma é necessário que, primeiramente, a peça seja fixada em seu disco. Para isso, é necessário um velcro ou fita dupla face que será adesivado, no disco da plataforma, e um contra-velcro que seja adesivado na peça, pois, uma vez que a plataforma entra em funcionamento, está se inclinará para ambos lados, podendo causar tombamentos em peças que não estejam devidamente fixadas ou também, que ultrapassem o peso máximo recomendado para seu funcionamento.

É de extrema importância observar se a peça não será maior do que as dimensões suportadas pela plataforma, se ela não encosta em nenhuma parte da plataforma que não seja o disco, evidentemente. Em ocasiões onde há uma peça maior em dimensões do que o suportado pela plataforma, poderá ocorrer atrito entre as peças da plataforma e a peça escaneada, podendo ocasionar desgastes e danos tanto à plataforma, quanto ao objeto escaneado

10.1.5 Escaneamento

Até o presente momento, não existe uma integração da plataforma giratória com nenhum scanner ou seus softwares. Portanto, para que o processo ocorra será necessário fazer o escaneamento de forma manual pelo scanner, programando o

tempo de shots no software e sincronizando-o com o tempo de movimento da plataforma, ou até mesmo tirando os shots manualmente a cada movimento da plataforma.

10.1.6 Finalização de escaneamento

Ao finalizar o escaneamento, pare a movimentação da máquina e certifique-se, via software, de que não há erros de costura graves no desenho. Caso necessário, repita o processo de escaneamento. Ao terminar desconecte a máquina da alimentação, a fim de evitar eventuais incidentes, movimentos involuntários e até mesmo descargas elétricas que poderão vir a ocorrer prejudicando a plataforma.

11. MANUAL DE MANUTENÇÃO

O manual de manutenção deverá ser seguido a fim de manter o produto em bom funcionamento, realizando suas manutenções preventivas e adotando os cuidados necessários com o dispositivo.

11.1. Quedas

É importante atentar-se ao local onde o dispositivo será colocado, uma vez que este se movimenta durante seu funcionamento, o que altera seu centro de gravidade. Sob esse viés, certifique-se de que todas as partes da base do dispositivo estão devidamente apoiadas em uma superfície plana. Qualquer parte dos pés do dispositivo que se encontrar em uma borda (de uma mesa, por exemplo) poderá acarretar em eventuais tombamentos e quedas, o que poderá quebrar a estrutura do dispositivo.

11.2. Clima

Note que a plataforma é equipada com diversos equipamentos eletrônicos sensíveis a alteração de temperatura e umidade. Evite expor a plataforma ao sol por longos períodos de tempo, isso poderá causar ressecamentos à sua carcaça e danos a seus componentes eletrônicos. Além disso, a sua exposição a locais úmidos, poderá causar oxidação em componentes eletrônicos. Mantenha o equipamento em local seco e sombreado para aumentar o seu tempo de vida útil.

11.3 Limpeza

Mantenha a plataforma limpa, livre de resíduos de água, substâncias líquidas e poeira. Perceba que abaixo do disco onde são colocadas as peças, há um motor de passo e um rolamento que, se expostos a umidade, substâncias químicas e detritos, poderão ser danificados. Note também que algumas peças da plataforma são

facilmente removíveis, o que poderá facilitar durante o processo de limpeza. Utilize sempre um pano seco e macio para a sua limpeza. Se necessário, utilize um pincel para remover partículas que estejam em locais de difícil acesso.

11.4. Lubrificação

A plataforma dispõe de dois rolamentos que, eventualmente, poderá ser conveniente que estes sejam lubrificados para um funcionamento sem percalço e com menor atrito dos motores de passo.

11.5. Substituição de Componentes

Os componentes de estrutura foram todos impressos em impressora 3D, portanto, não podem ser encontrados à venda, contudo podem ser reimpressos e substituídos. Quanto aos componentes eletrônicos, em si, podem ser encontrados facilmente e substituídos, sendo facilmente removidos. Os motores, estão pressas a estrutura com parafusos, enquanto os componentes estão fixados por encaixe dentro da estrutura, para montar, basta seguir o esquema de ligação elétrica que se encontra na subseção “6.12 Ligações Elétricas”.

12. REFERÊNCIAS

CASA DA ROBÓTICA. 40x Cabo Jumper Macho x Macho 10 cm. 2024. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/prototipagemferramentas/prototipagem/cabos/40x-cabo-jumper-macho-x-macho-10-cm>. Acesso em: 20 out. 2024.

CASA DA ROBÓTICA. Motor de Passo 28BYJ-48. 2023. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/motores-de-passo/motor-de-passo-28byj-48>. Acesso em: 28 out. 2024.

CHAPECALI. O que é braço de alavanca? 2023. Disponível em: <https://chapecali.com.br/glossario/o-que-e-braco-de-alavanca/#:~:text=O%20bra%C3%A7o%20de%20alavanca>. Acesso em: 28 out. 2024.

DATA SONIC BLOG. Quanto rende 1 kg de filamento? 2024. Disponível em: <https://blog.datasonic.com.br/2024/06/05/quanto-rende-1-kg-de-filamento/#:~:text=Pe%C3%A7as%20Pequenas%3A>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ELETROGATE. Fonte bivolt 9v para Arduino. 2024. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/fonte-9v-1a-bivolt-para-arduino>. Acesso em: 13 maio 2024.

ELETROGATE. Microservo 9g SG90. 2023. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/micro-servo-9g-sg90-towerpro>. Acesso em: 13 maio 2024.

ELETROGATE. Protoboard 400 pontos. 2023. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/protoboard-400-pontos>. Acesso em: 13 maio 2024.

FORUM. Corrente máxima na alimentação do Arduino. 2024. Disponível em: <https://forum.arduino.cc/t/corrente-maxima-na-alimentacao-do-arduino/312612>. Acesso em: 28 out. 2024.

FRITZING. Fritzing. 2024. Disponível em: <https://fritzing.org/>. Acesso em: 28 out. 2024.

IEEE Xplore. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6879054>. Acesso em: 18 mar. 2024.

LUTEC. Parafuso Allen Cabeça Cilíndrica M3. 2024. Disponível em: <https://www.lutecparafusoferramenta.com.br/parafuso-allen-cabeca-cilindrica-m3-x-10-aco-inox-embalagem-20-pecas>. Acesso em: 13 maio 2024.

MERCADO LIVRE. Conversor De Nível Lógico I2c 3,3-5v Bidirecional. 2023. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1109659627-conversor-de-nivel-logico-i2c-33-5v-bidirecional-_JM. Acesso em: 28 out. 2024.

MERCADO LIVRE. Módulo Conector Alimentação Jack P4 Fêmea 2.1mm For Arduino. 2023. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3496677995-modulo-conector-alimentacao-jack-p4-fmea-21mm-for-arduino-_JM. Acesso em: 28 out. 2024.

MERCADO LIVRE. Motor de passo BYJ-48. 2024. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4295018248-1-x-motor-de-passo-28byj-48-d>. Acesso em: 13 maio 2024.

OPTICA PUBLISHING GROUP. Rotation axis calibration of a 3D scanning system based on dual-turntable angle cancellation. 2023. Disponível em: <https://opg.optica.org/ao/viewmedia.cfm?uri=ao-62-4-894&seq=0&html=true>. Acesso em: 18 mar. 2024.

PLASTITOOL. Escaneamento 3D. 2023. Disponível em: <https://www.plastitool.com.br/escaneamento-3d>. Acesso em: 20 out. 2024.

REVOPONT3D. Plataforma giratória de eixo duplo. 2023. Disponível em: <https://www.revopoint3d.com/products/dual-axis-turntable>. Acesso em: 20 out. 2024.

RVS 3D. RVS 3D. 2024. Disponível em: <https://rvs3d.com/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

3DX. Filamento PLA HT 1Kg, 1,75 Dourado. 2024. Disponível em:

<https://www.loja3dxfilamentos.com.br/filamento-pla-ht-1kg-175-dourado>. Acesso em:
13 maio 2024.

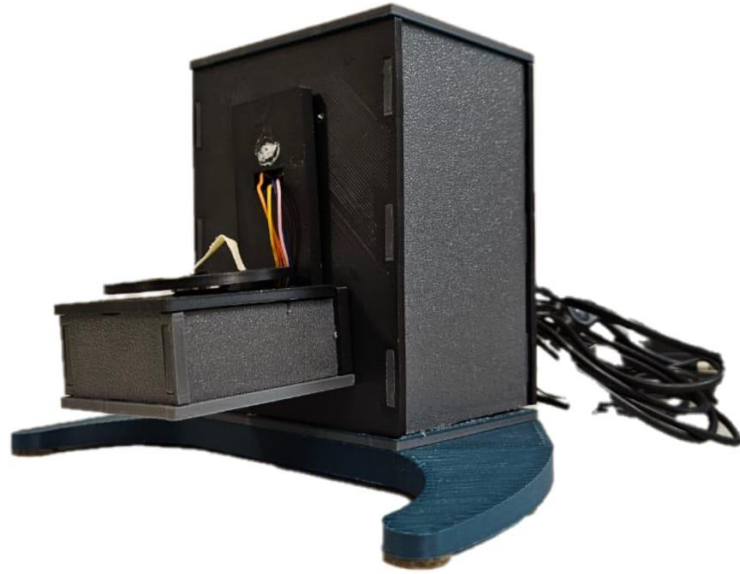
13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalmente, pode-se concluir que o Trabalho de Conclusão de Curso serviu não só como uma maneira de provar os conceitos e habilidades aprendidos durante o curso, mas também como um modo de aprendizagem, onde os integrantes do grupo começam finalmente a entender o que é, de fato, ser um técnico.

O processo de montagem do TCC, ajudou os alunos a desempenharem todas as técnicas necessárias, e disso, se tira apenas coisas boas. Apesar de toda dificuldade, os empecilhos encontrados durante o curso, há um momento em que se pode entender que

Novamente, agradecemos a todos que permitiram que isso acontecesse, que isso se tornasse possível, obrigado!

Anexos:



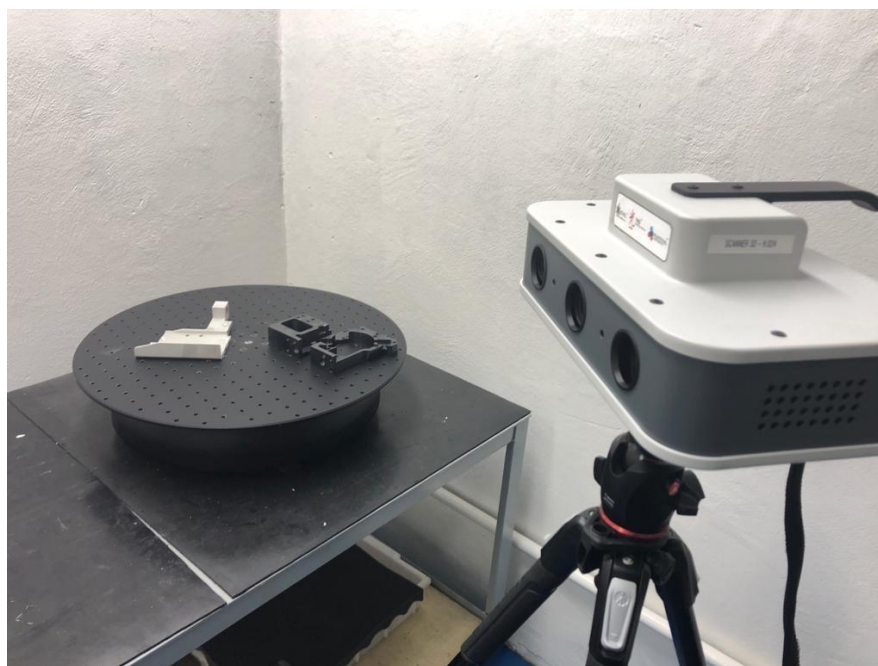
Anexo 1: Protótipo Finalizado

Coluna principal	Q1			Q2			Q3			Q4		
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1			Todos									
2			Todos									
3			Todos									
4						Camilla Leticia						
5						Andrew Raphael						
6						Todos						
7						Todos						
8						Todos						
9						Todos						
10						Gustavo Neri						
11							Juan Vitor					
12							Todos					
13							Juan Vitor					
14							Anna Carolina					
15							Andrew Raphael					
16									Todos			
17									Todos			
18									Juan Vitor			
19									Fernando Mont			
20									Andrew Raph:			
21									Juan Vitor			
22									Todos			
23										Todos		
24											Todos	

Anexo 2: Diagrama de Gantt

	Coluna principal	Atribuído a	Status	Iniciar	Terminar	Duração
1	Planejamento e busca de problemas	Todos	Concluído	04/03/24	12/03/24	7d
2	Pesquisas de semelhanças e desenvolvimento de ideia	Todos	Concluído	11/03/24	19/03/24	7d
3	Pesquisa de problematização e objetivo do projeto	Todos	Concluído	18/03/24	18/03/24	1d
4	Compras dos materiais	Camille Leticia	Concluído	24/05/24	24/05/24	1d
5	Impressão do corpo do protótipo	Andrew Raphael	Concluído	27/05/24	27/05/24	1d
6	Acabamento das peças	Todos	Concluído	31/05/24	31/05/24	1d
7	Montagem do 1º protótipo	Todos	Concluído	03/06/24	03/06/24	1d
8	Validação do 1º protótipo	Todos	Concluído	03/06/24	11/06/24	7d
9	Apresentação da situação intermediária do TCC	Todos	Concluído	23/06/24	23/06/24	1d
10	Análise de possíveis problemas	Gustavo Neri	Concluído	24/06/24	02/07/24	7d
11	Resolução de problemas identificados	Juan Vitor	Concluído	15/07/24	01/08/24	14d
12	Desenvolvimento do projeto final	Todos	Em andamento	15/07/24	23/07/24	7d
13	Junção das atividades de manufatura e programação	Juan Vitor	Concluído	29/07/24	29/07/24	1d
14	Compras dos materiais para o projeto final	Anna Carolina	Concluído	30/07/24	07/08/24	7d
15	Impressão do projeto final	Andrew Raphael	Concluído	05/08/24	08/08/24	4d
16	Escrita do relatório final	Todos	Em andamento	26/08/24	18/10/24	40d
17	Montagem do projeto final	Todos	Em andamento	23/09/24	10/10/24	14d
18	Implementação do software ao motor	Juan Vitor	Em andamento	30/09/24	17/10/24	14d
19	Validação e verificação de erros	Fernando Monteiro	Não iniciado	07/10/24	24/10/24	14d
20	Teste de funcionalidade do produto e revisões	Andrew Raphael	Não iniciado	21/10/24	29/10/24	7d
21	Revisão do projeto técnico e formulações	Juan Vitor	Não iniciado	21/10/24	25/10/24	5d
22	Entrega do projeto técnico	Todos	Não iniciado	28/10/24	28/10/24	1d
23	Preparação da apresentação final do TCC	Todos	Não iniciado	11/11/24	22/11/24	10d
24	Apresentação final do TCC	Todos	Não iniciado	25/11/24	25/11/24	1d

Anexo 3: Tabela de atribuições



Anexo 4: Scanner 3D e uma Plataforma giratória de eixo simples - Fonte: Plastitool (link na seção referências)



Anexo 5: Utilização do scanner 3D em indústria de automóveis. Fonte: UP3D (Link na seção referências)



Anexo 6: Arduino uno R3 (Imagem Ilustrativa)



Anexo 7: ESP 32 (Imagem Ilustrativa)



Anexo 8: Cabos Macho - Macho (Imagem ilustrativa)



Anexo 9: Jumpers Macho - Fêmea (Imagem ilustrativa)



Anexo 10: Filamento impressora 3D (Imagem Ilustrativa)



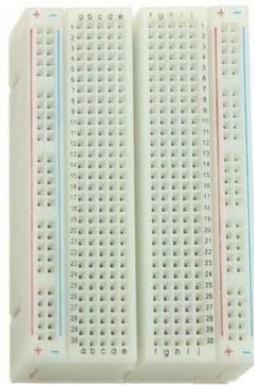
Anexo 11: Parafuso M3X6 (Imagem Ilustrativa)



Anexo 12: Fonte (Imagem Ilustrativa)



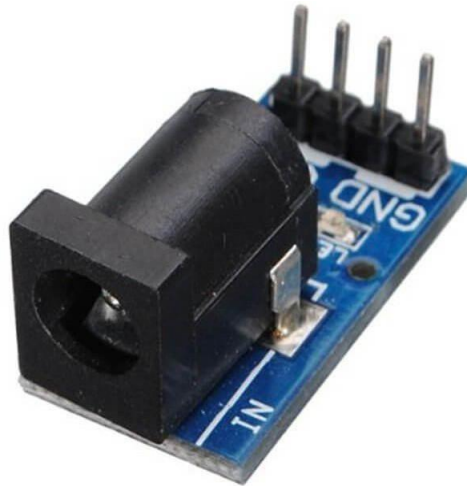
Anexo 13: Pé de feltro (Imagem Ilustrativa)



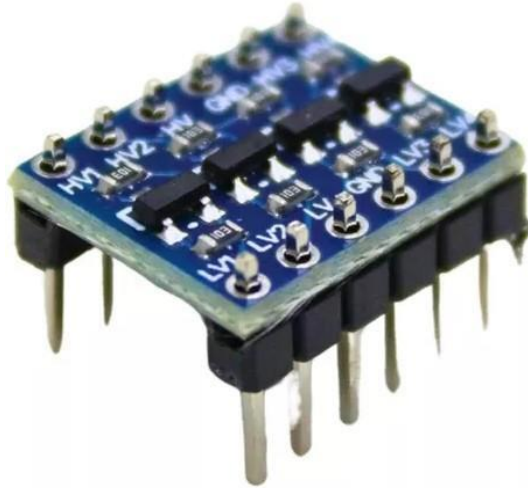
Anexo 14: Protoboard (Imagem Ilustrativa)



Anexo 15: Cabo USB A - B (Imagem meramente ilustrativa)



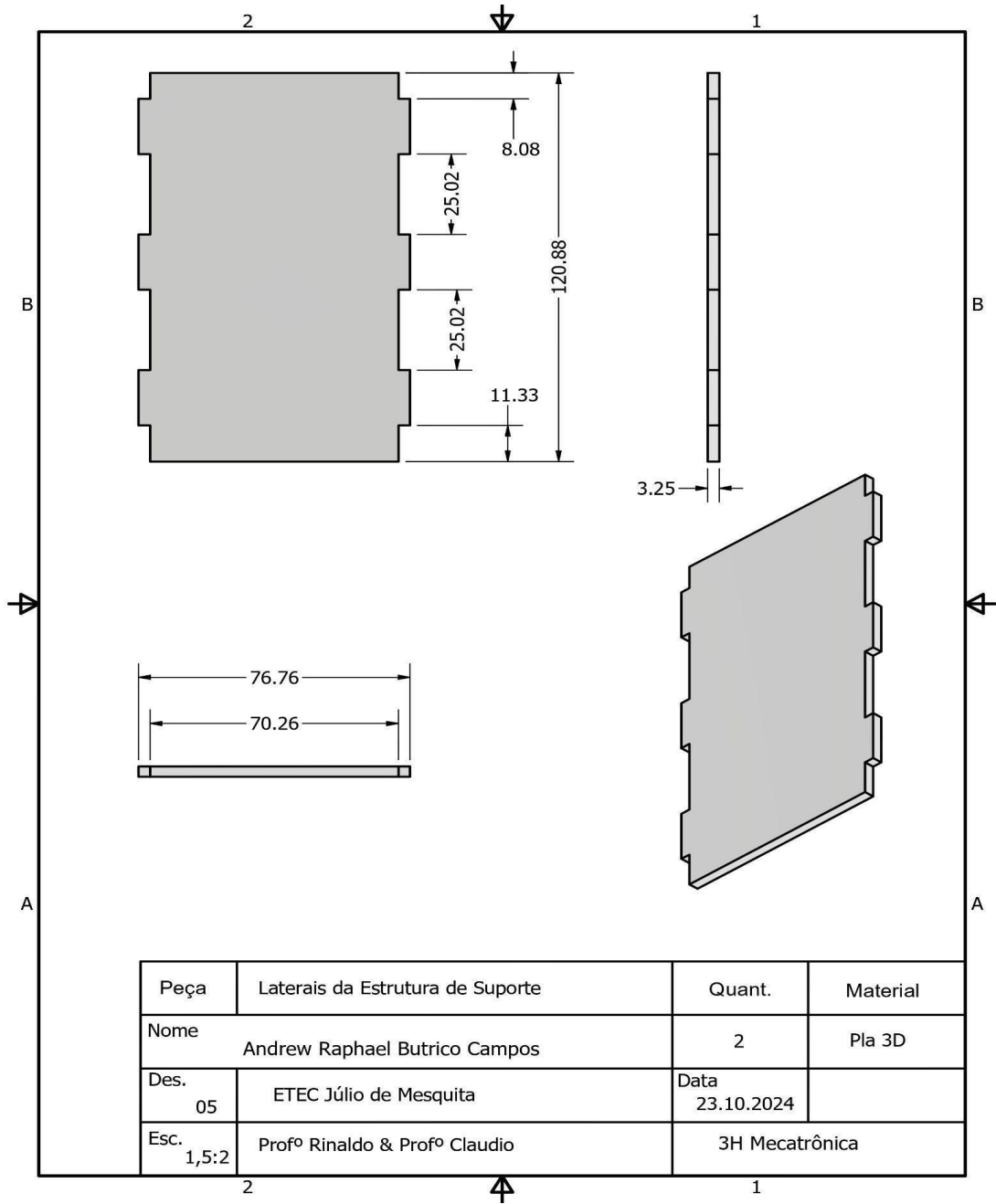
Anexo 16 Módulo adaptador DC jack (Imagem meramente ilustrativa)



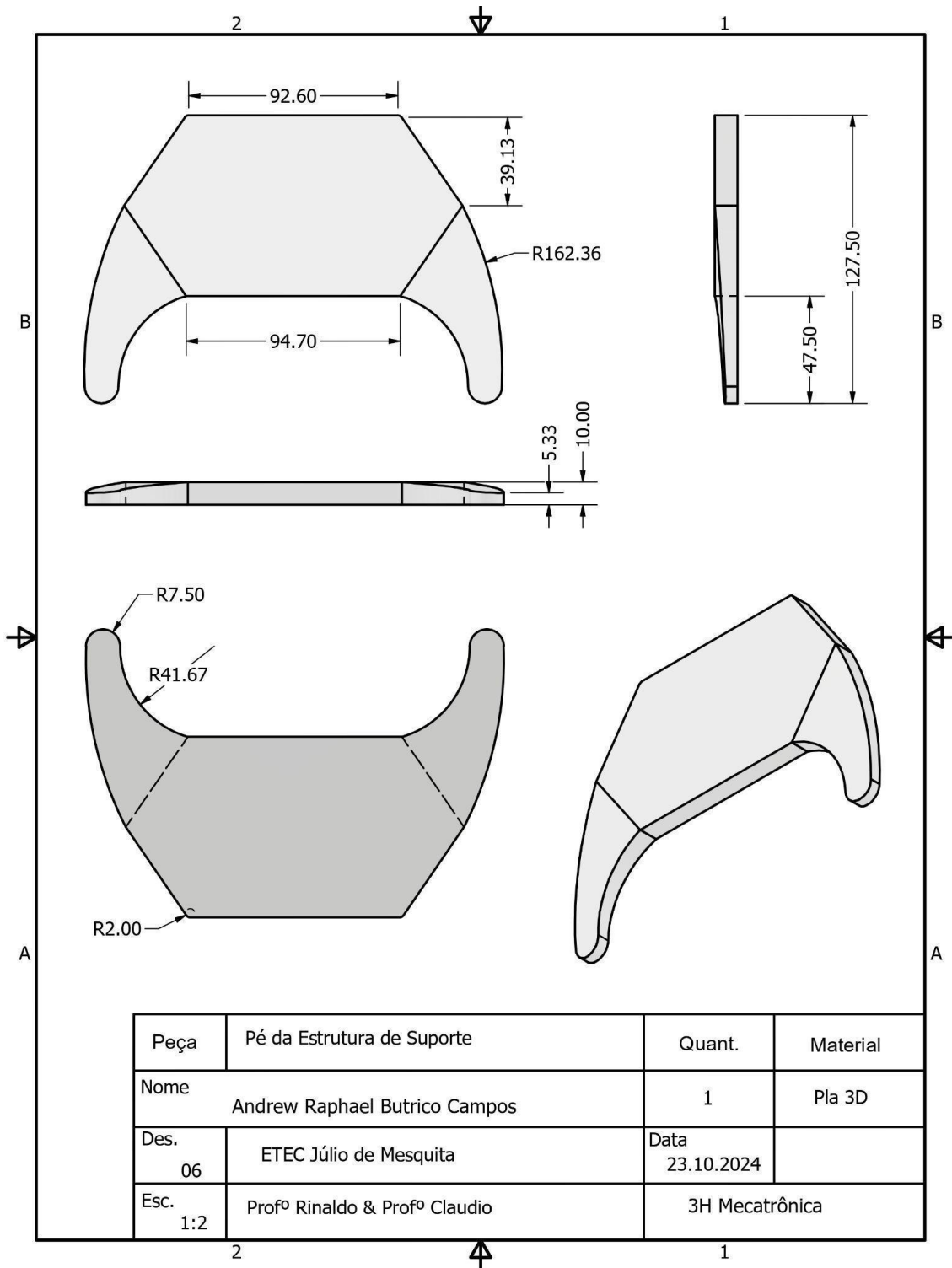
Anexo 17: Conversor de nível lógico i2C (Imagem meramente ilustrativa)



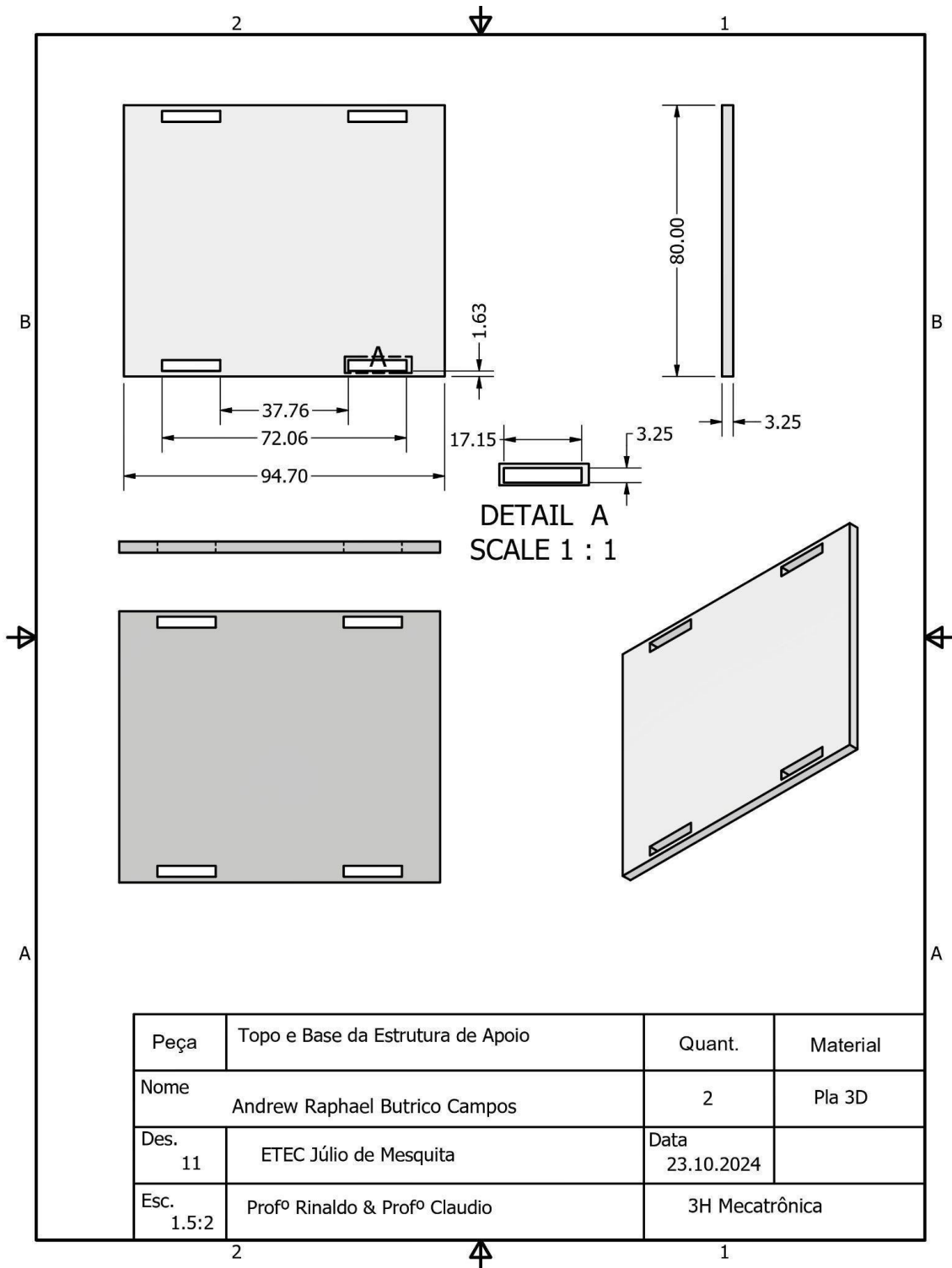
Anexo 18: Turntable Dual Axis. Fonte: Revopoint



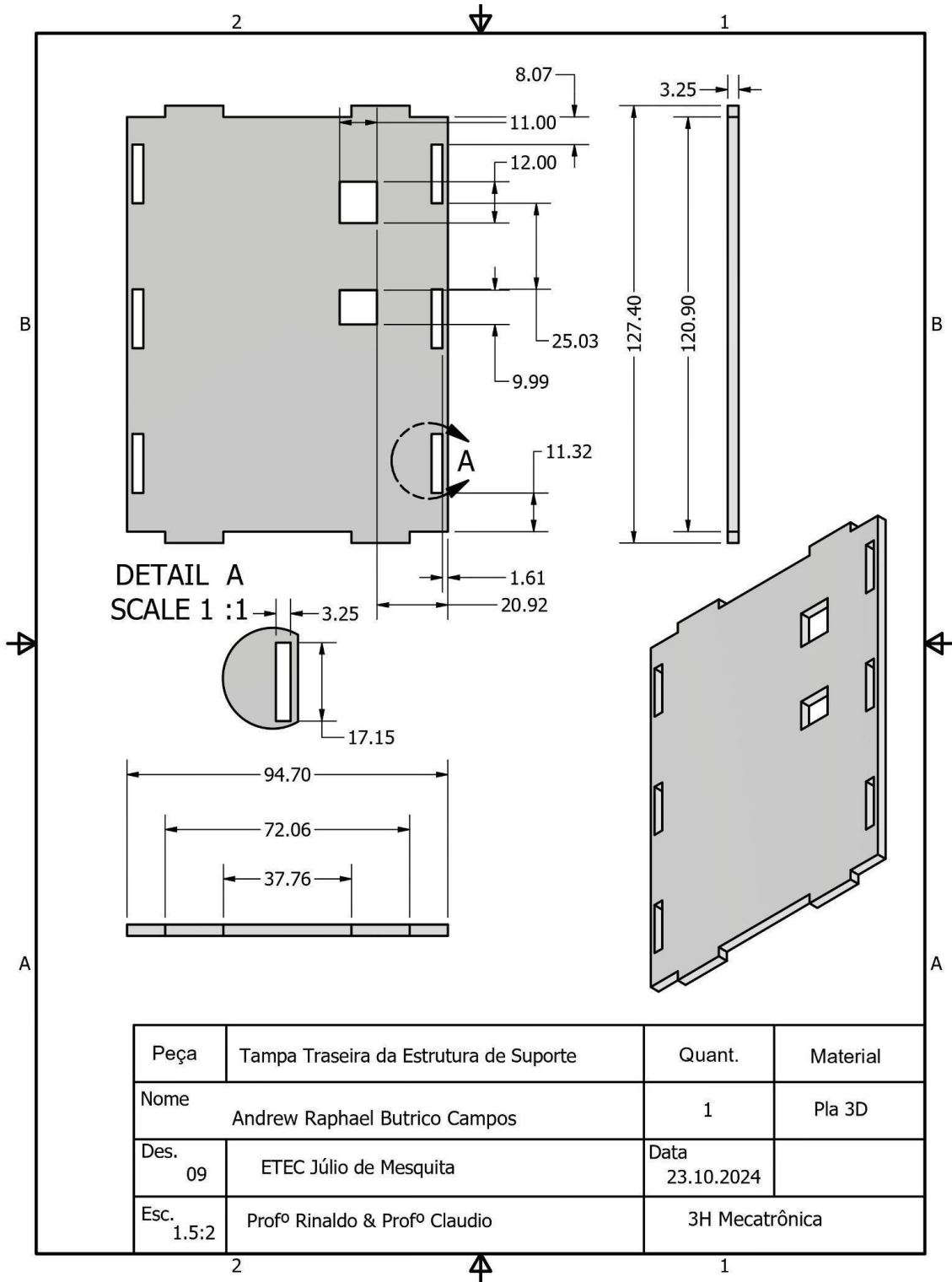
Anexo 19: Laterais da Estrutura



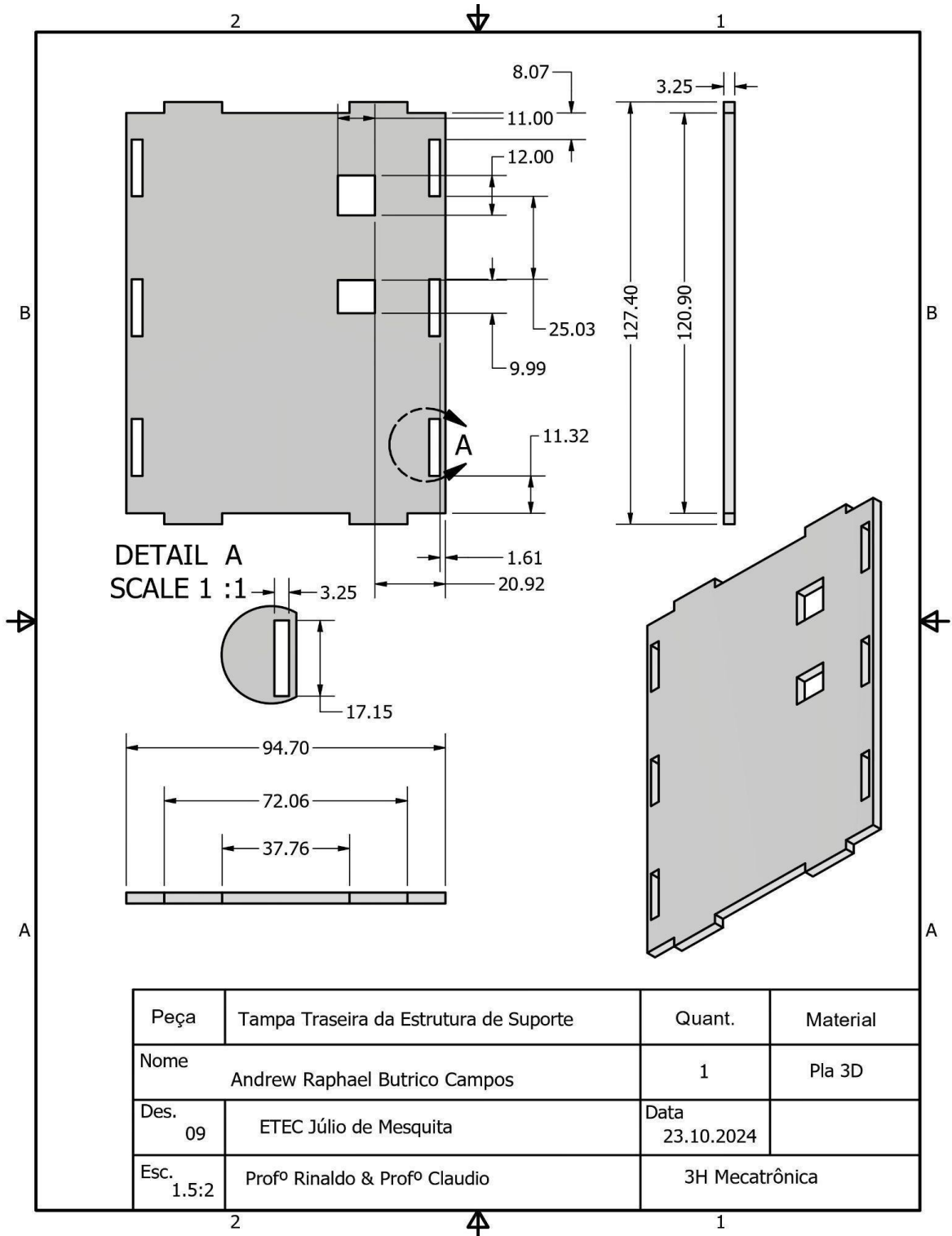
Anexo 20: Pé da Estrutura



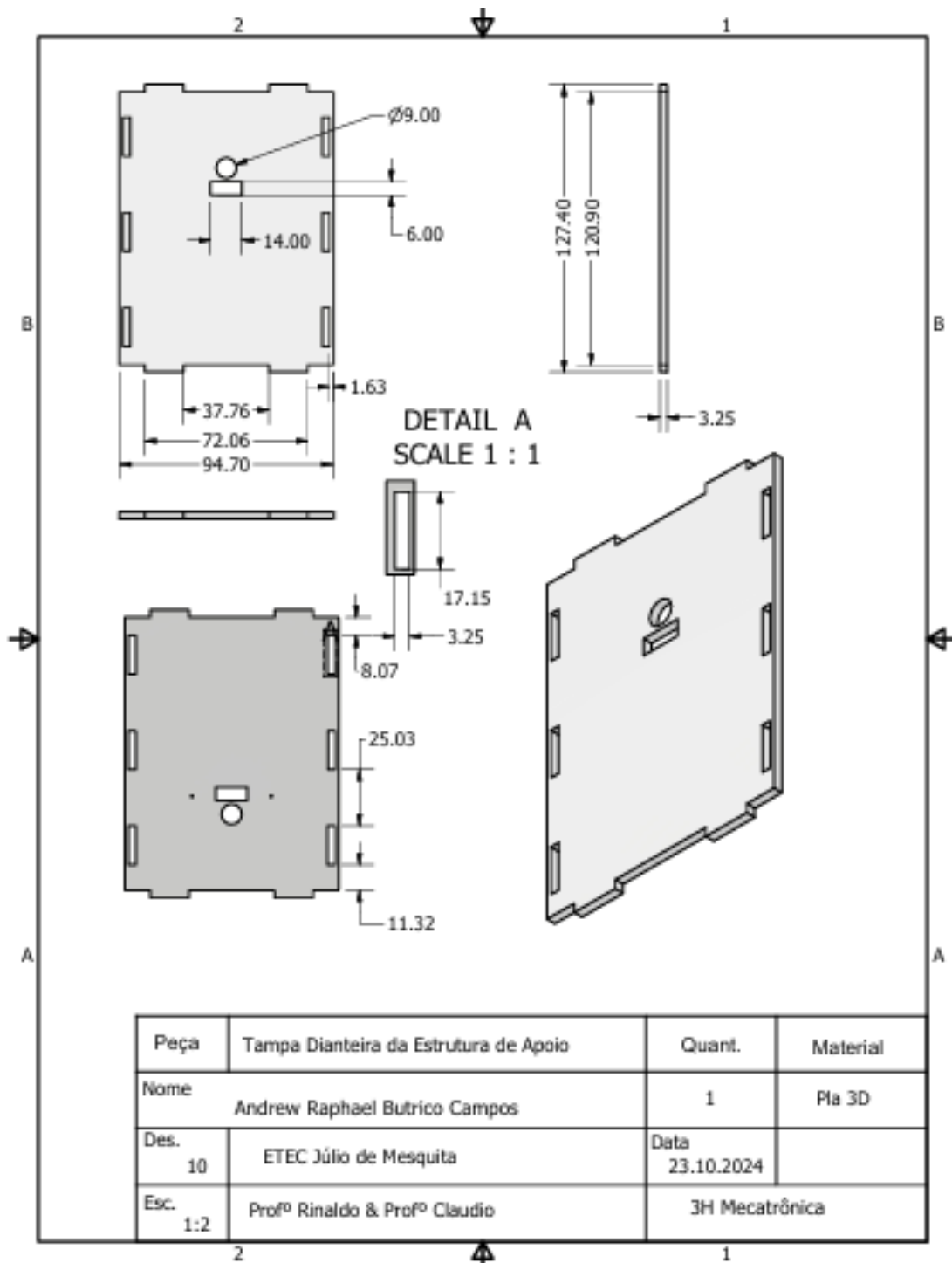
Anexo 21: Topo e Base da Estrutura



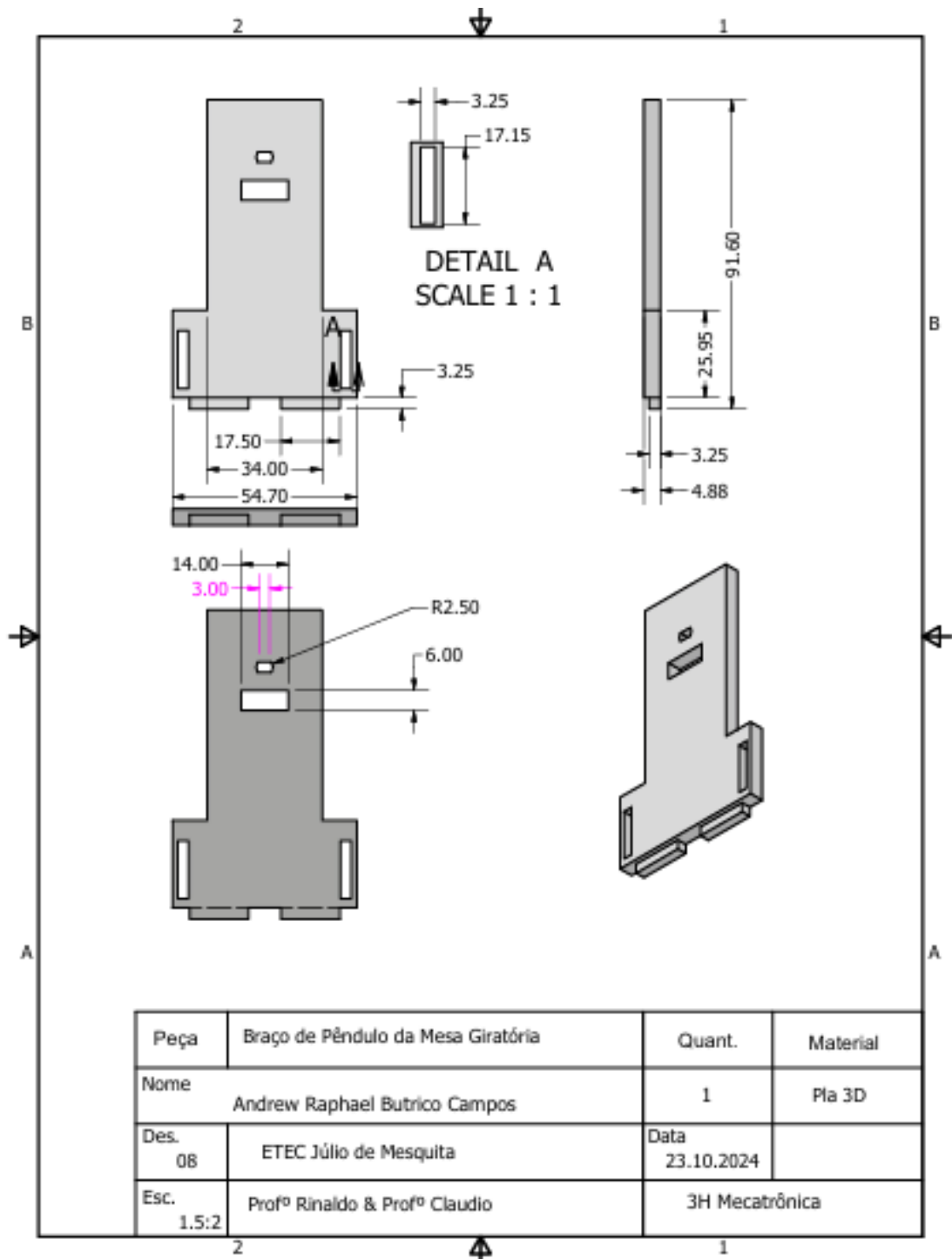
Anexo 22: Tampa Traseira da Estrutura



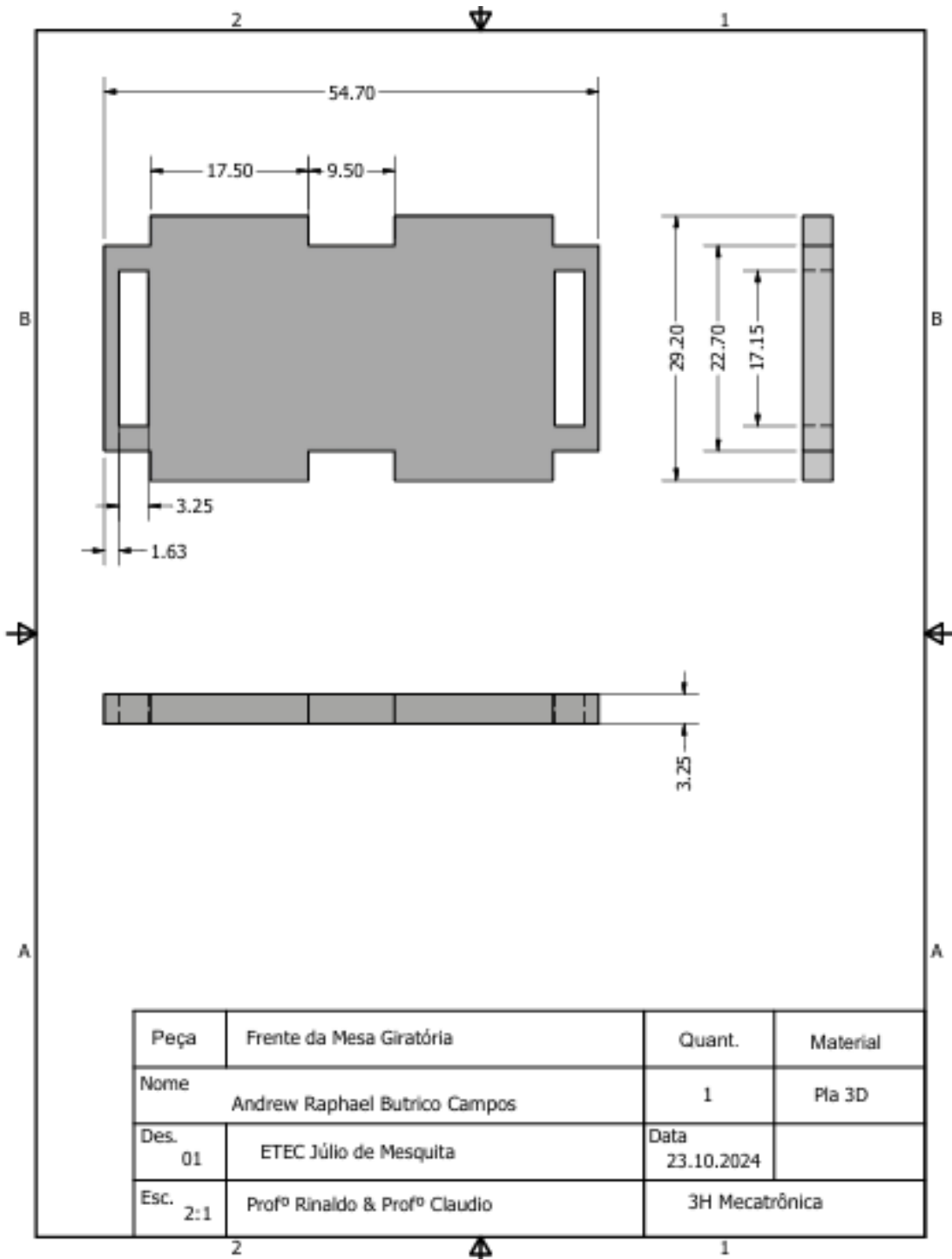
Anexo 23: Tampa Traseira da Estrutura



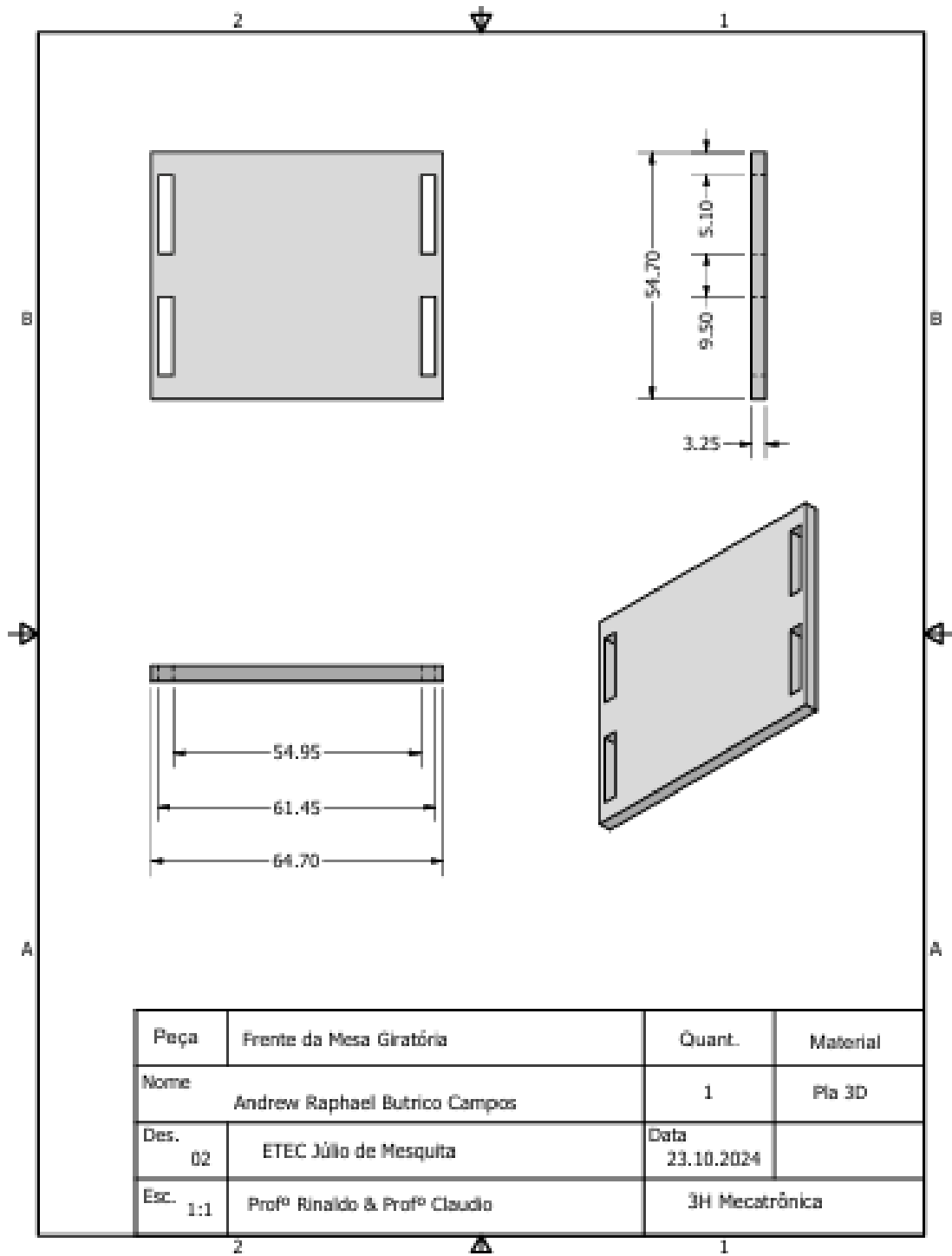
Anexo 24: Tampa Dianteira da Estrutura



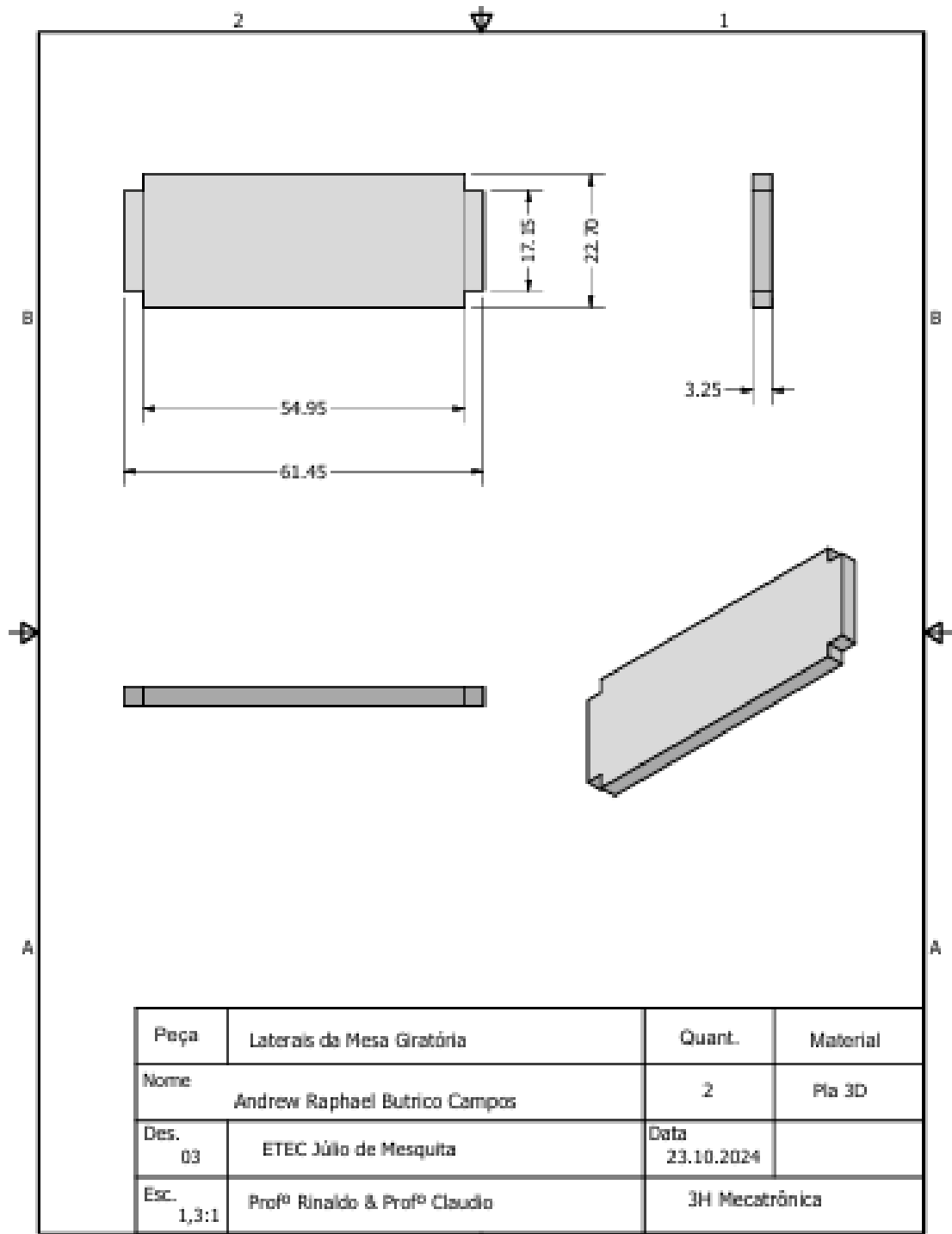
Anexo 25: Braço de Pêndulo



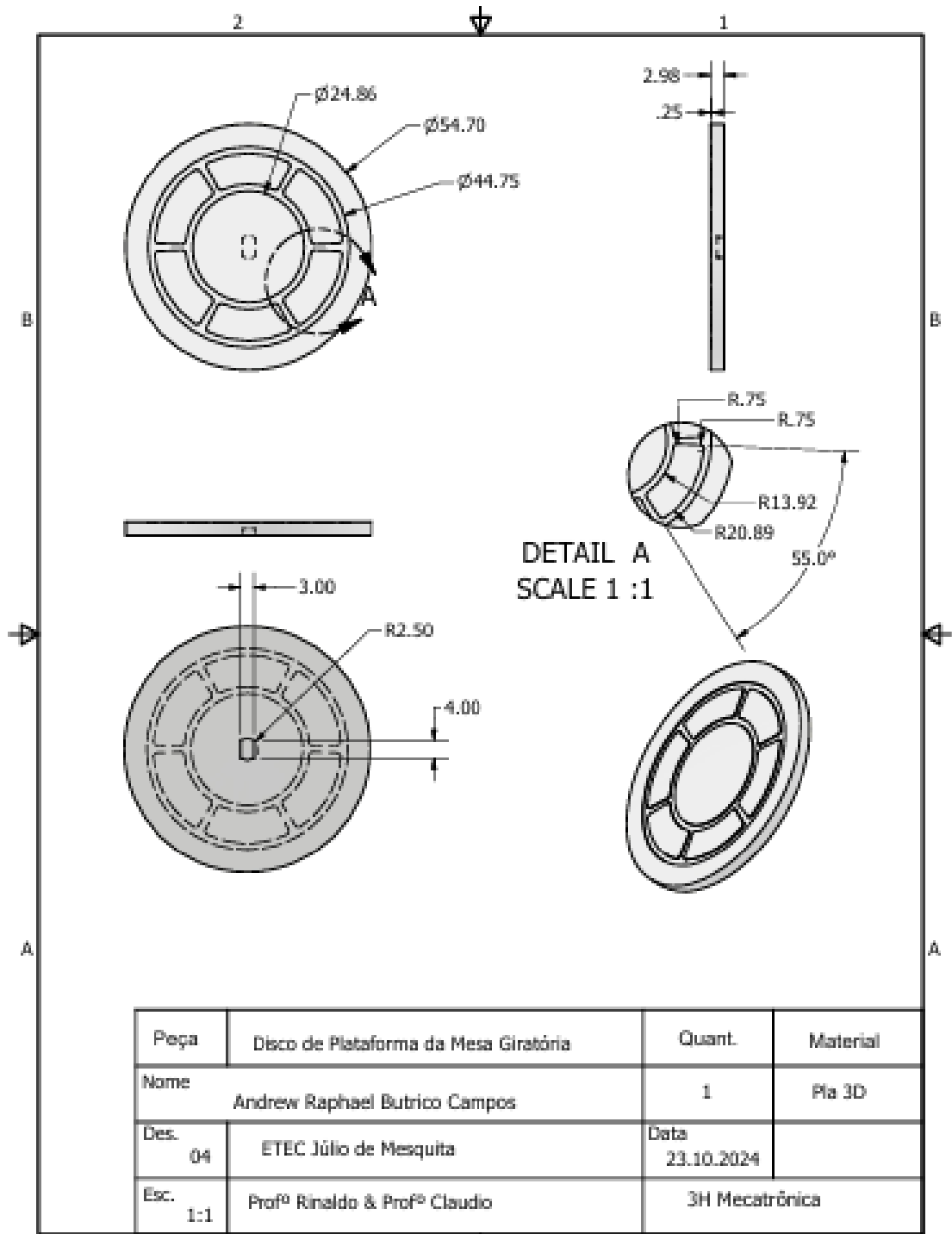
Anexo 26: Frente da Mesa 1



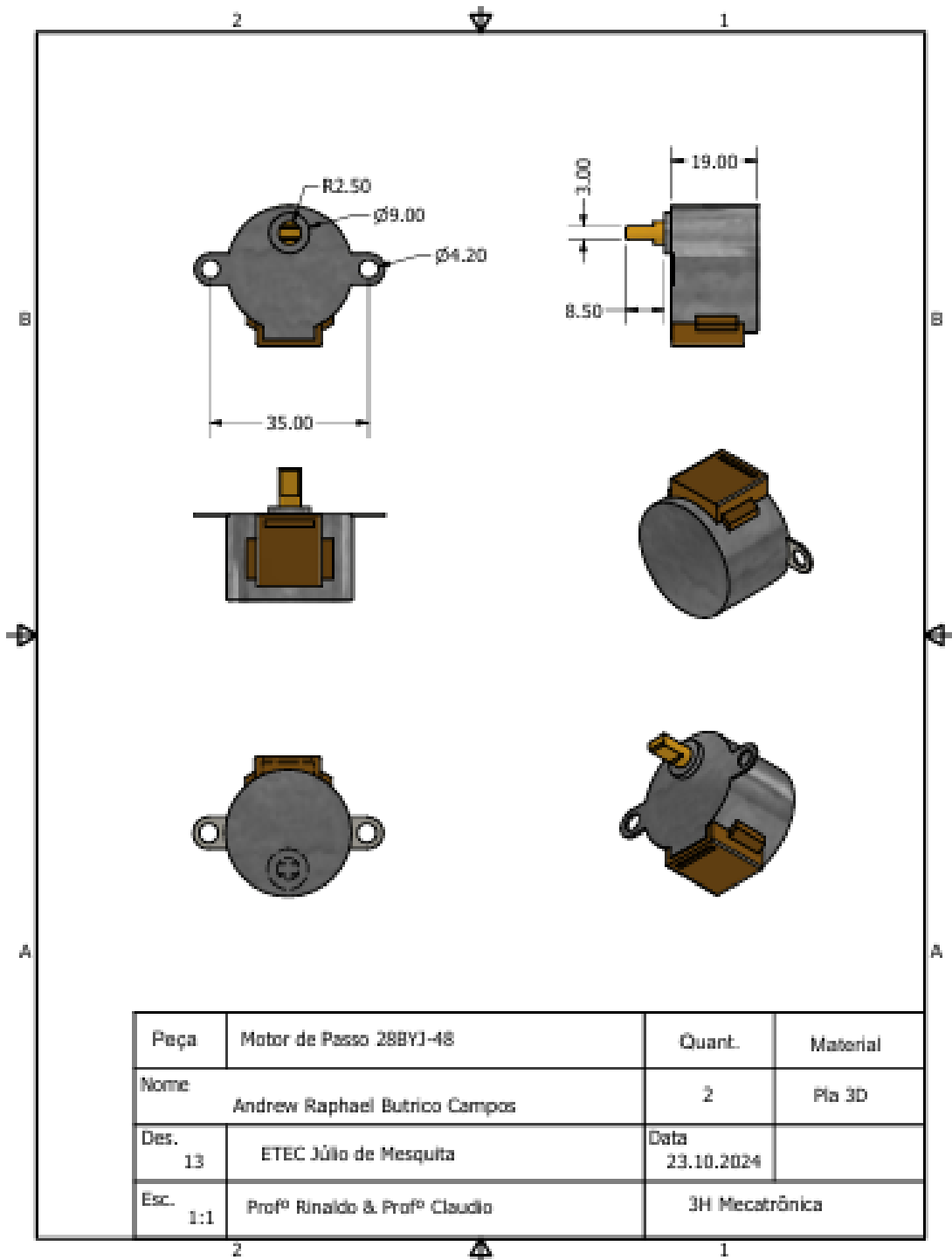
Anexo 27: Frente da Mesa 2



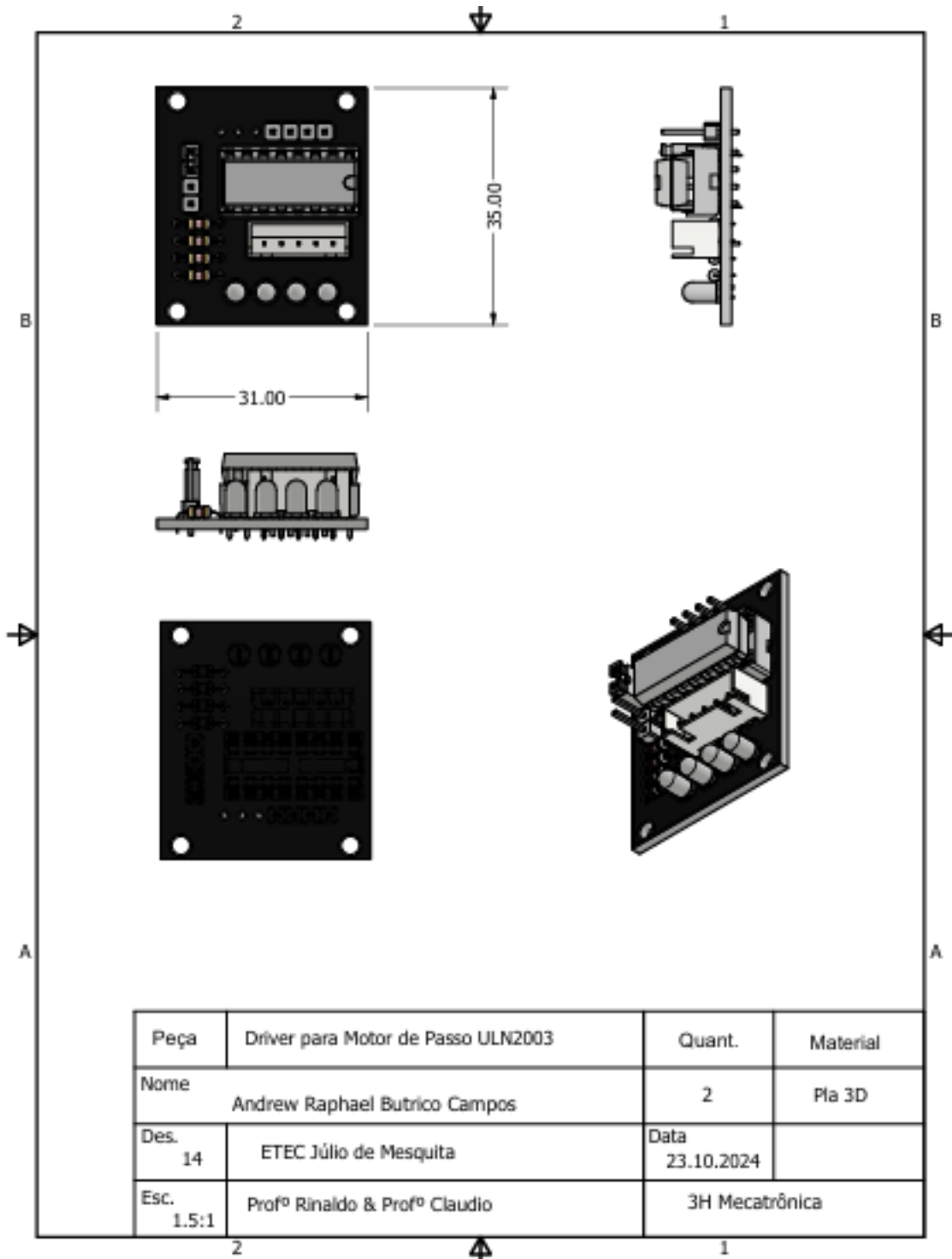
Anexo 28: Laterais da Mesa Giratória



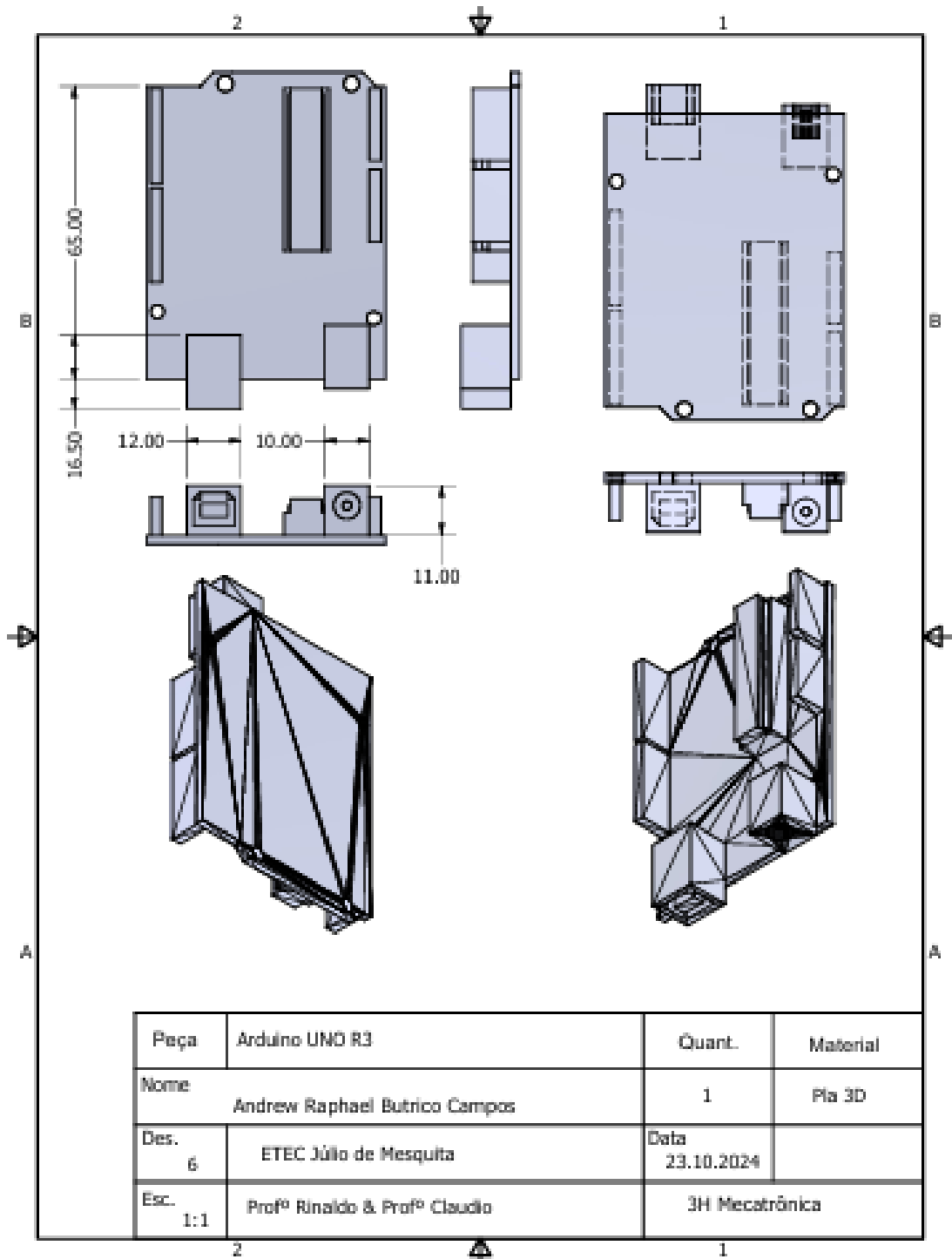
Anexo 29: Disco de Plataforma



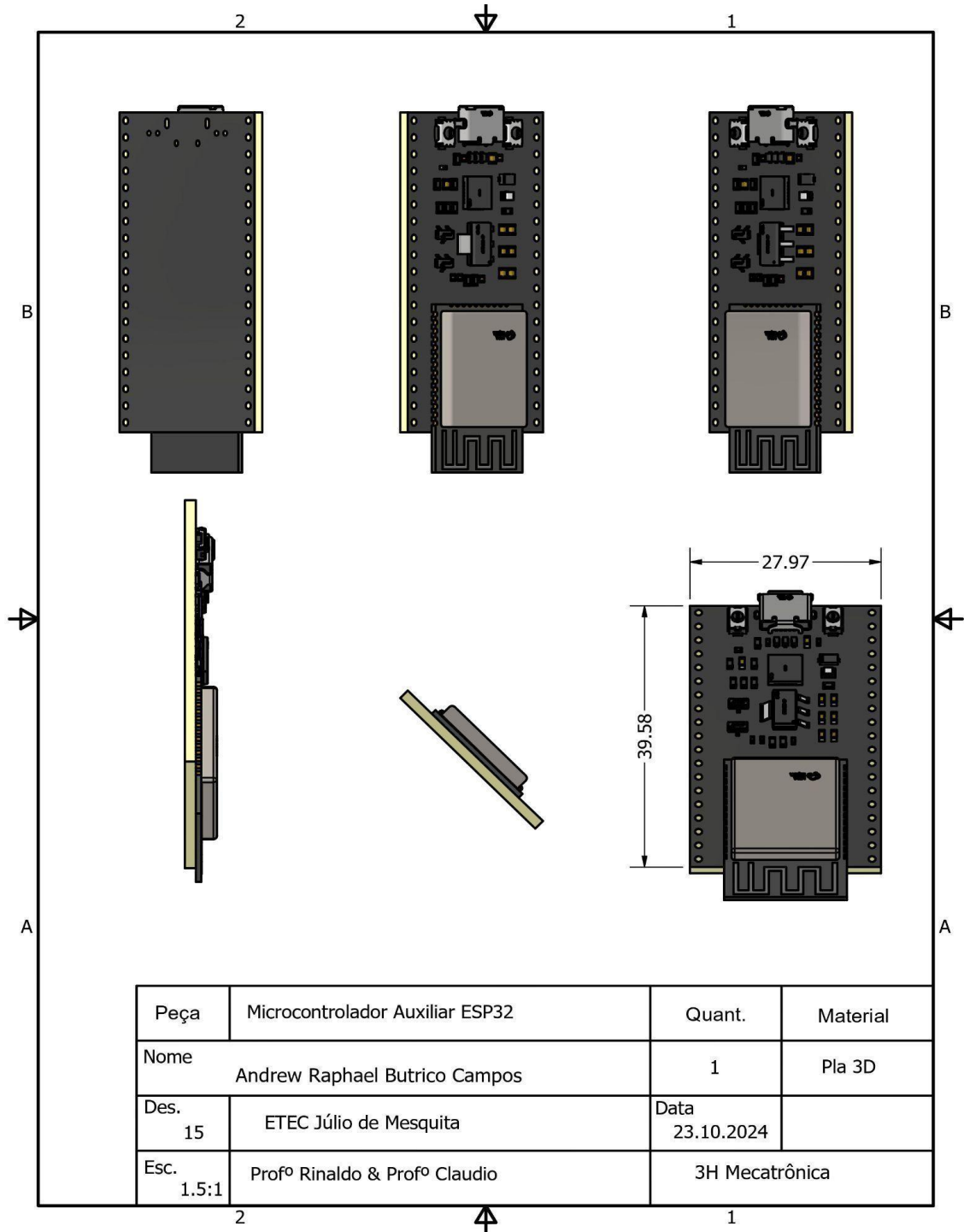
Anexo 30: Motor de passo 3D



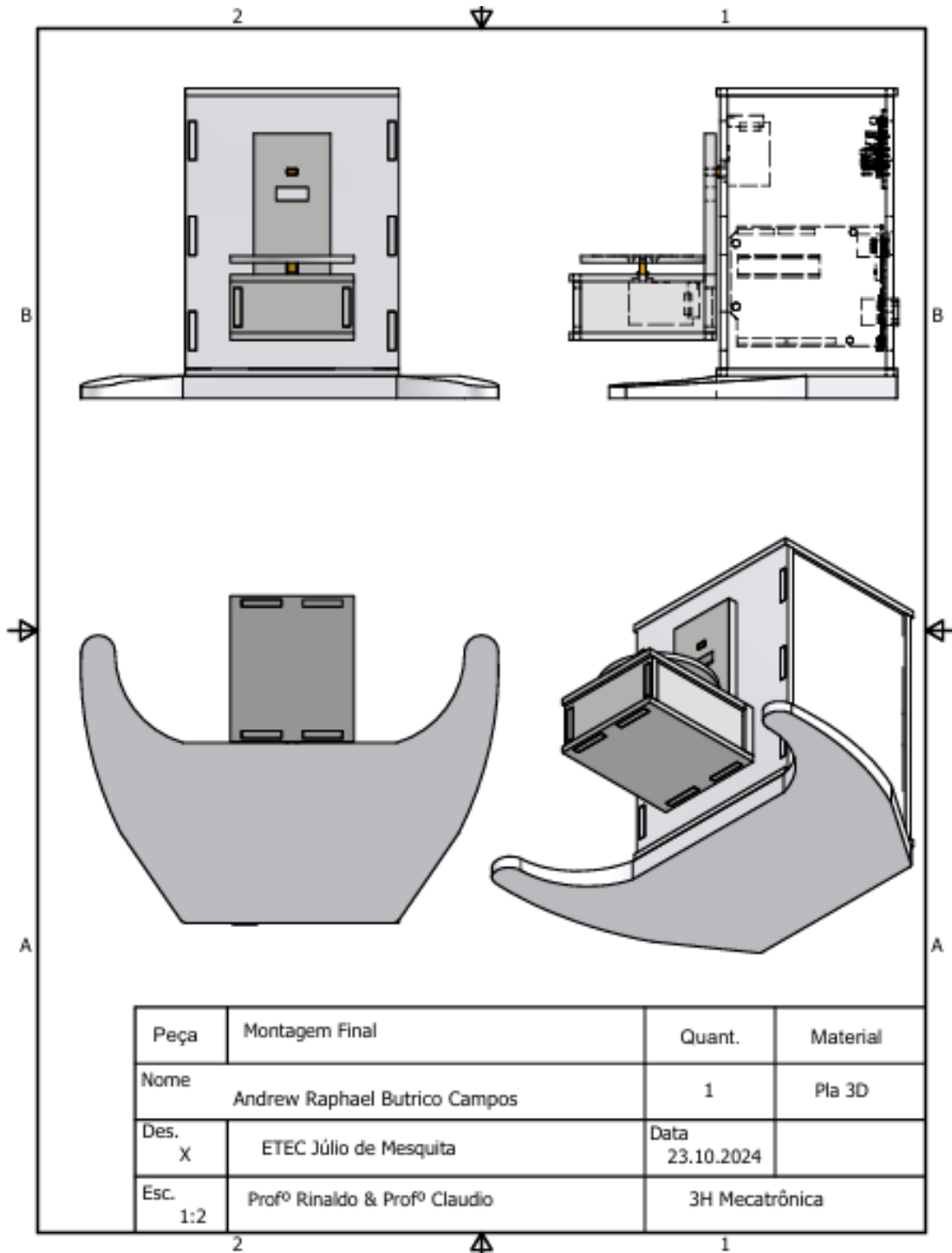
Anexo 31: Driver 3D



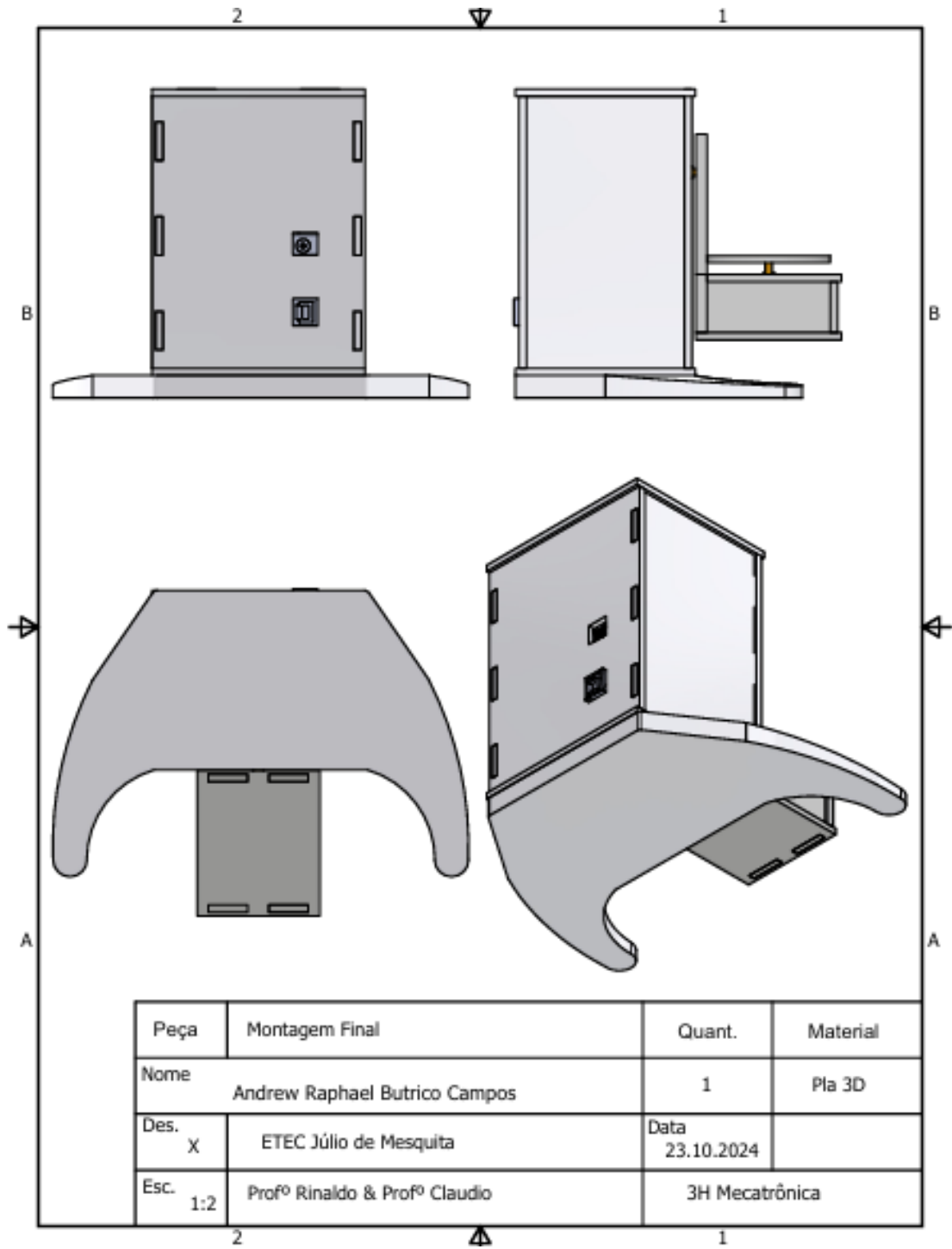
Anexo 32: Arduino 3D



Anexo 33: Microcontrolador auxiliar

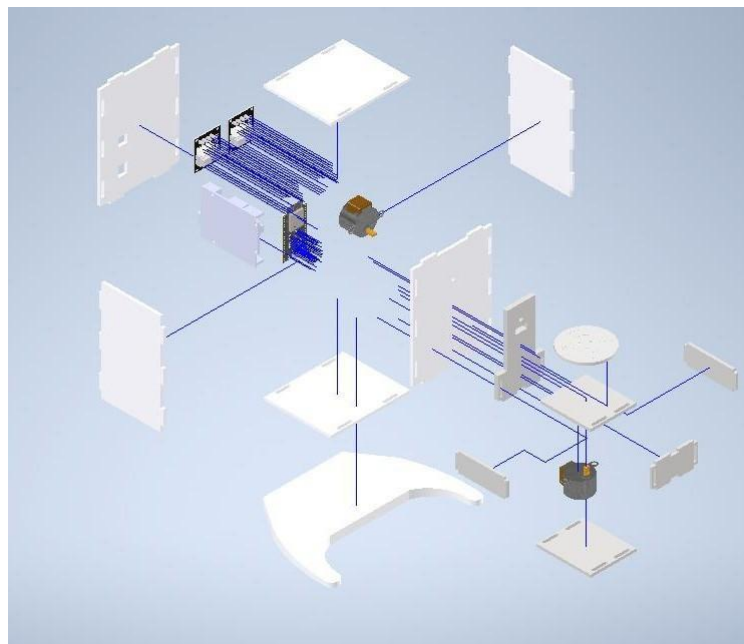


Anexo 34: Montagem Final 1

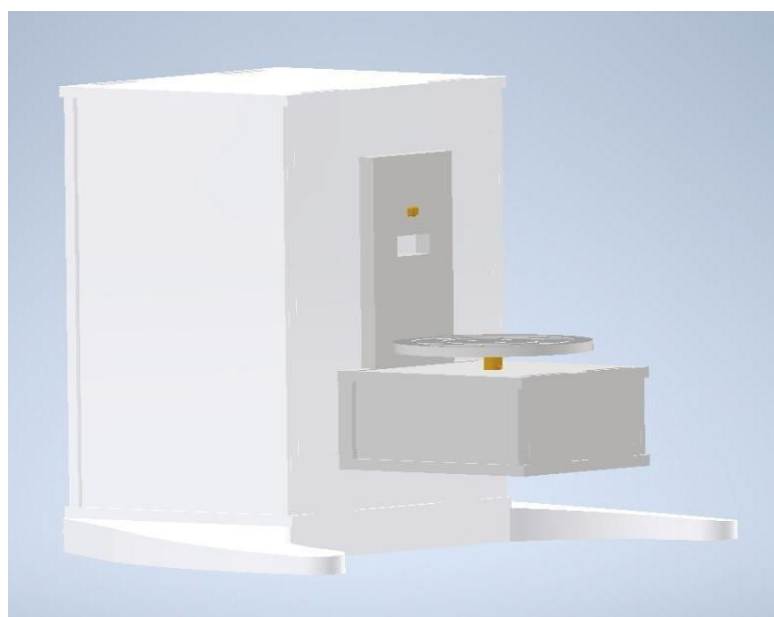


Peça	Montagem Final	Quant.	Material
Nome	Andrew Raphael Butrico Campos	1	Pla 3D
Des. X	ETEC Júlio de Mesquita	Data 23.10.2024	
Esc. 1:2	Profº Rinaldo & Profº Claudio	3H Mecatrônica	

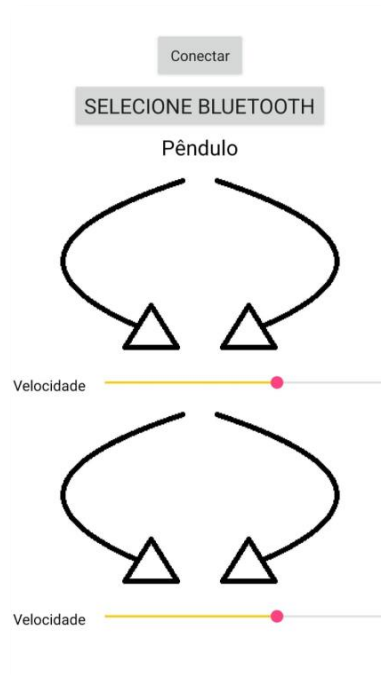
Anexo 35: Montagem Final 2



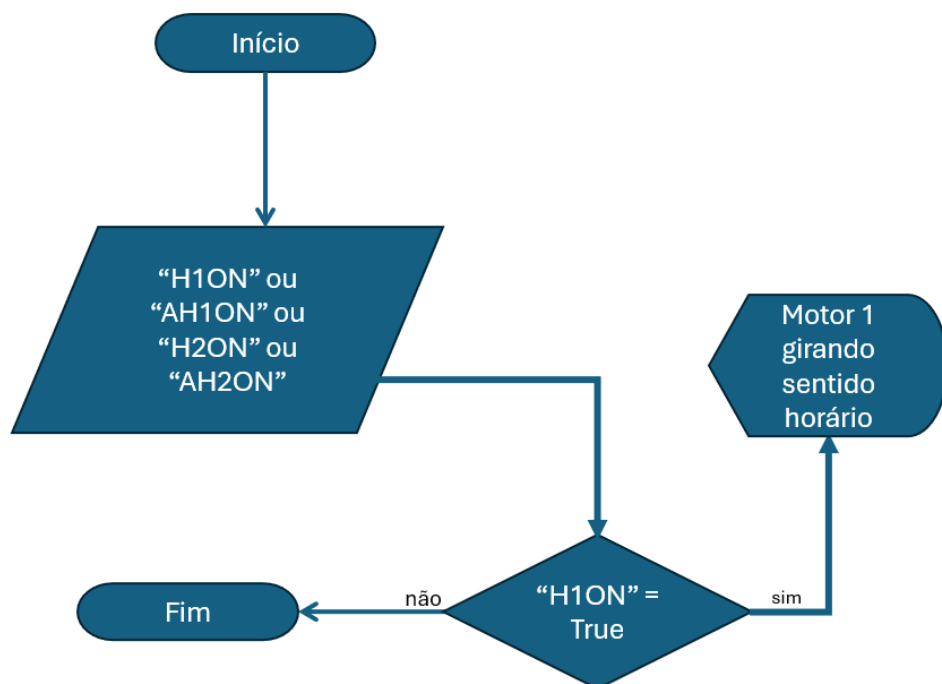
Anexo 36: Vista explodida do protótipo



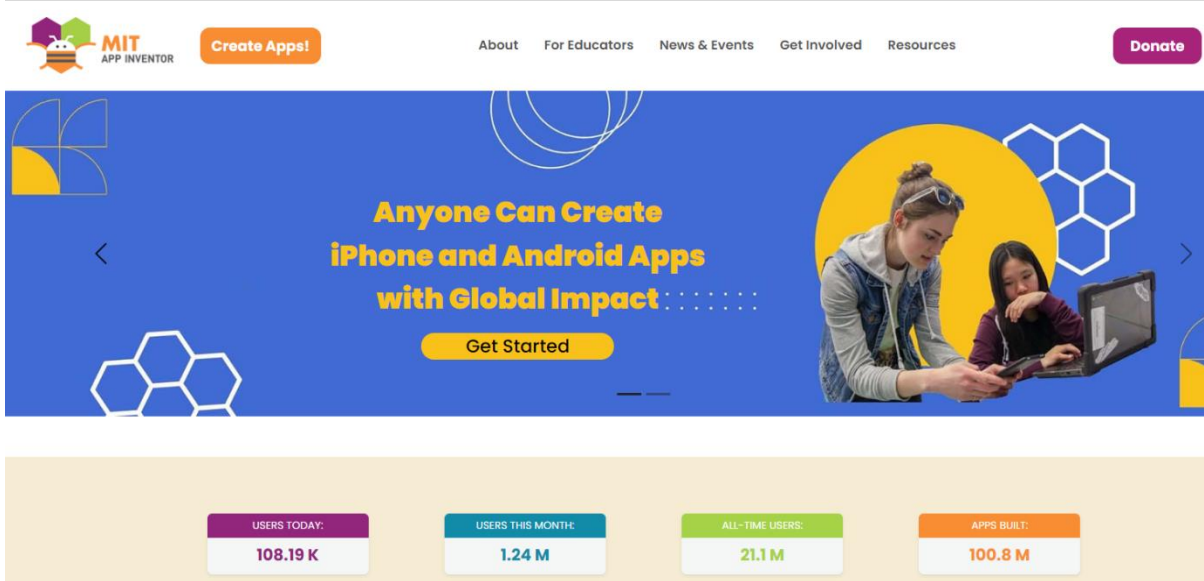
Anexo 37: Visualização 3D do protótipo



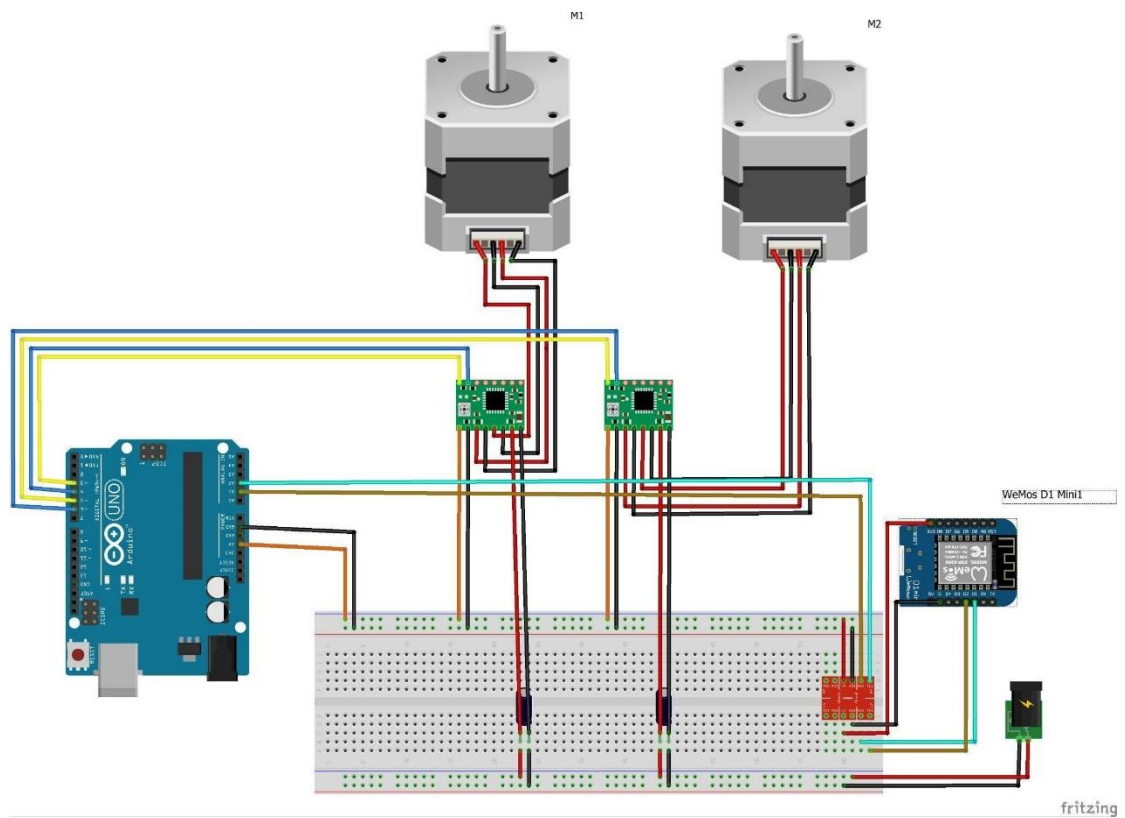
Anexo 38: Tela de funcionamento do aplicativo



Anexo 39: Fluxograma da programação



Anexo 40: MIT App Inventor (Imagem ilustrativa)



Anexo 41 :Esquema eletrônico feito no software Fritzing

Anexo 42 - Componentes mecânicos

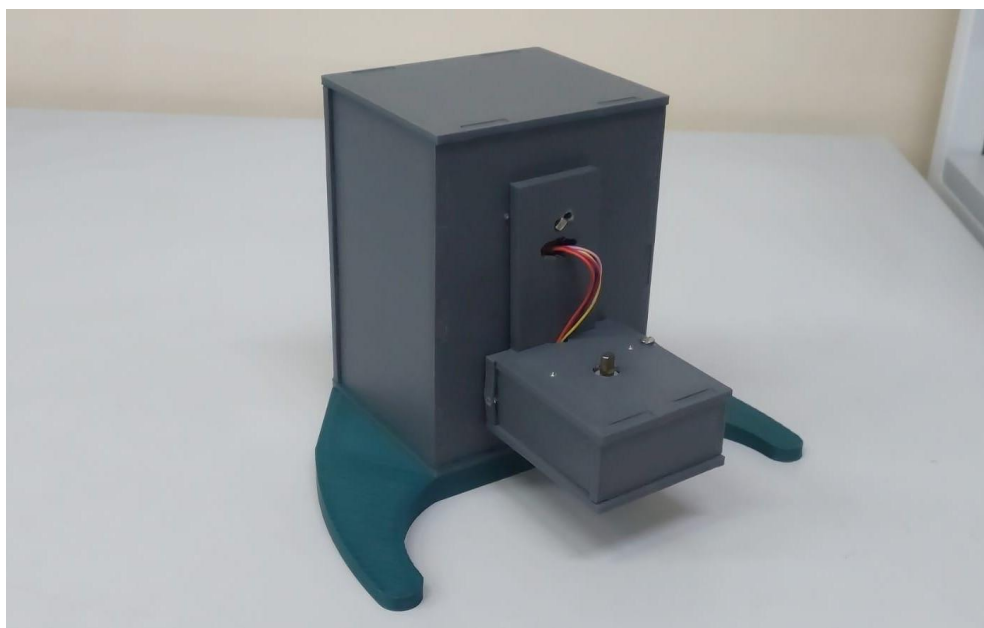
Itens	Valor	Unidade	Total
Motor de passo 28BYJ-48	R\$ 20,00	1	R\$20
Filamento Pla Ht Azul Metal 500g 1,75mm 3dx	R\$80,00	1	R\$80
Parafuso M3X6	R\$0,90	50	R\$45
Pé de feltro	R\$0,55	24	R\$13
TOTAL:			R\$272,39

Anexo 43 - Componentes elétricos

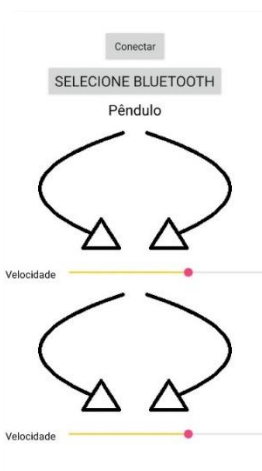
Itens	Valor	Unidade	Total
Arduino uno R3	R\$38,00	1	R\$ 38,00
Driver ULN2003	R\$90,55	1	R\$ 90,55
Protoboard	R\$10,40	1	R\$ 10,40
Fonte 12V para arduino	R\$22,00	1	R\$ 22,00
Esp 32	R\$35,15	1	R\$35,15
Conversor de nível lógico	9,62	1	R\$9,62
Módulo Jack	13,77	1	R\$13,77
TOTAL			R\$219.49

Anexo 44 - Pesquisa de campo

Gastos	Valores
Deslocamento	R\$19,99
Deslocamento	R\$22,54
Deslocamento	R\$25,50
Deslocamento	R\$18,00
Total	R\$86,03



Anexo 45: Imagem do primeiro protótipo



Anexo 46: Imagem do aplicativo