



Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Arquitetura

Curso de Design de Produto

SUZANE MIRITZ

**DESIGN DE ANTENA PARA APOIO NA COMUNICAÇÃO MÓVEL
EM ÁREAS RURAIS**

Porto Alegre

2016

SUZANE MIRITZ

**DESIGN DE ANTENA PARA APOIO NA COMUNICAÇÃO MÓVEL
EM ÁREAS RURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito parcial para a obtenção do título de Designer.

Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique Alves Cândido

Porto Alegre

2016

SUZANE MIRITZ

**DESIGN DE ANTENA PARA APOIO NA COMUNICAÇÃO MÓVEL
EM ÁREAS RURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito parcial para obtenção do título de Designer.

Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique Alves Cândido

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Cintia Cristiane Petry Mazzaferro

Departamento de Engenharia Mecânica

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Departamento de Design e Expressão Gráfica

João Finamor

Porto Alegre

2016

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto propõe o desenvolvimento de um equipamento que auxilie a melhoria da comunicação, via telefonia celular, de pessoas que residem em ambiente rural, utilizando, para isso, a energia renovável. O trabalho está dividido em duas etapas principais. Na primeira, “Trabalho de Conclusão de Curso I”, foi definido o perfil do usuário, a área de aplicação do produto, a análise de alternativas de energia renovável e os similares da função, como pipas, balões de gás e antenas retráteis. Assim, diante dos dados levantados, foi definida a utilização da energia solar aliada a um sistema retrátil de movimentação vertical que melhore a recepção do sinal. Na segunda etapa, “Trabalho de Conclusão de Curso II”, com os parâmetros projetuais definidos, foi efetuada a geração de alternativas, validação e seleção das mesmas, detalhamento do produto e o desenvolvimento de *mockup* para balizar a solução em termos estéticos e espaciais.

Palavras-chave: Comunicação, ambiente rural, energia renovável, design de produto.

ABSTRACT

This coursework proposes a development of an equipment that provides an improvement in communication, via mobile phone, for people who reside at the countryside, using for it, renewable energy. The coursework is divided in two parts. The first part, Final Paper I, was defined the user's profile, product application field, renewable energy alternative and similar characteristics analysis; as kites, gas balloon and retractable aerial. Thereby, in view of the data presented, it was defined the utilization of solar energy combined with retractable vertical system that improves the signal reception. The second part, Final Paper II, with the defined design parameters, it was accomplished a generation of alternatives, validation and selection thereof, product detailing and mockup development in order to define the solution in aesthetic and spatial terms.

Keywords: Communication, rural environment, renewable energy, product design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Pessoas com acesso à telefonia fixa, telefonia móvel e internet em todas as regiões do Brasil.....	16
Figura 02- Metodologia utilizada no trabalho.....	19
Figura 03- Desafios e soluções organizadas em 12 temas interconectados.....	23
Figura 04- Mapa da região em estudo: (A) Cidade de São Lourenço do Sul e (B) Esperança, terceiro distrito de São Lourenço do Sul.....	24
Figura 05- MORTE POR RAIOS – Incidência dos casos ao ar livre.....	26
Figura 06- Geração total de eletricidade cenário revolução energética 2050 (em%).....	28
Figura 07- (A) Primeira propriedade visitada, propriedade 01, (B) Vista superior das propriedades e (C) Segunda propriedade visitada, propriedade 02.....	33
Figura 08- Anemômetro utilizado para medir o fluxo do vento.....	34
Figura 09- (A) Imagem real da propriedade 01, (B) Levantamento arquitetural da propriedade 01, (C) Levantamento arquitetural da propriedade 02 e (D) Imagem real da propriedade 02.....	36
Figura 10- Estatura média dos usuários pesquisados.....	37
Figura 11- Esquema representativo de vieses de projeto.....	38
Figura 12- (A) Vista Frontal do Gerador eólico inflável e (B) Vista lateral do Gerador eólico inflável.....	39
Figura 13- Procedimento da mistura para gerar o gás.....	40
Figura 14- (A) Disposição do bicarbonato e vinagre para início do ensaio, (B) Início da reação, (C) Ponto onde estabilizou a reação e (D) Amostras do ensaio efetuado.....	40
Figura 15- (A) Ângulo 1 Pipa Gigante puxando navio cargueiro e (B) Ângulo 2 Pipa Gigante puxando navio cargueiro.....	42
Figura 16- Modelo de pipa caixa.....	42
Figura 17- (A) Pipa com perfis de bambu, (B) Hélice para captação de energia e (C) Pipa após tentativa de voo.....	43
Figura 18- (A) Pipas com diferentes materiais, (B) Pipa com estrutura em madeira roliça, (C) Estrutura do micro gerador eólico fixado na estrutura de madeira roliça, (D) Relação de altura homem x pipa, (E) Pipa com estrutura de fibra de vidro e (E) Pipa com estrutura polimérica.....	44
Figura 19- (A) Antena compactada, (B) Antena estendida, (C) Parte interna da antena e (D) Detalhes da parte interna.....	46

Figura 20- (A) Representação do ângulo do painel solar, e furação com ângulo de 90°, (B) Modelo utilizando quatro furações com ângulo de 90° (C) Modelo utilizando três furações com ângulo de 120° e (D) Modelo utilizando três furações com ângulo de 120° entre eles.....	47
Figura 21- (A) Cabos presos com bloco de MDF, (B) Bloco de MDF para fazer contrapeso nos cabos, (C) Cabos presos com parafuso de aço e (D) Parafuso de aço para fazer contrapeso nos cabos.....	48
Figura 22- (A) Distância entre o ventilador e a antena, (B) Ensaio utilizando o cabo em quatro pontos, (C) Ensaio utilizando o cabo em três pontos e (D) Ensaio utilizando apenas a antena.....	49
Figura 23- Variação retilínea da antena (X)	49
Figura 24- (A) Componentes da Torre, (B) Torre Estaiada Inteira e (C) Base da Torre.....	54
Figura 25- Esquema apresentando como a antena rural capta o sinal.....	55
Figura 26- Similar da função 1: Guindaste QY50K.....	58
Figura 27- Similar da função 2: Empilhadeira Manual de 1.000 Kg.....	58
Figura 28- Similar da função 3: (A) Disposições da escada, (B) Trava e (C) Manuseamento.....	59
Figura 29- Similar da função 4: (A) Enrolador de mangueira em polipropileno e (B) Enrolador de mangueira em aço.....	60
Figura 30- Similar da função 5: (A) Moedor de milho e (B) Moedor de carne.....	61
Figura 31- Similar da função 6: (A) Cabo flexível e (B) Cabo de aço.....	62
Figura 32- Similar da função 7: (A) Espeque convencional, (B) Espeque Screw, (C) Espeque Spiral, (D) Espeque Polimérico, (E) Espeque com Elástico e (F) Espeque Luminoso.....	63
Figura 33- Similar da função 8: Blocos maciços.....	64
Figura 34- Similar da função 9: (A) Painel solar fotovoltaico de silício monocristalino, (B) Painel solar fotovoltaico de silício policristalino, (C) Painel solar de filme fino, (D) Painel solar de silício amorfo, (E) Painel solar de teruleto de cádmio, (F) Painel solar de seleneto de cobre, índio e gálio, (G) Células fotovoltaicas orgânicas e (H) Painel solar híbrido.....	65
Figura 35- (A) Esquema representativo da conversão de energia solar através do controlador de carga direto para os equipamentos e (B) Utilização da bateria para armazenamento de energia.....	66
Figura 36- Esquema do funcionamento do repetidor de sinal.....	68
Figura 37- Brainstorming: (A) Dinâmica, (B) Dinâmica, (C) Dinâmica e (D) Resultados.....	76
Figura 38- Painel de expressão do produto.....	77
Figura 39- Alternativa 01.....	78
Figura 40- Alternativa 02.....	79
Figura 41- Alternativa 03.....	79
Figura 42- Alternativa 04.....	80
Figura 43- Alternativa 05.....	80
Figura 44- Alternativa 06.....	81

Figura 45- Alternativa 07.....	81
Figura 46- Alternativa 08.....	82
Figura 47- Alternativa 09.....	82
Figura 48- Alternativa 01 de mecanismos.....	86
Figura 49- Alternativa 02 de mecanismos.....	86
Figura 50- Alternativa 03 de mecanismos.....	87
Figura 51- Versão 01 do modelo de mecanismo do projeto.....	88
Figura 52- Versão 02 do modelo de mecanismo do projeto.....	88
Figura 53- Versão03 do mecanismo de projeto: (A) Construção das polias, (B) Adaptação do modelo 02 e (C) Versão 03 do modelo.....	89
Figura 54- Construção das seções da antena: (A) Corte e (B) Adaptação das travas.....	89
Figura 55- Instalação para teste: (A) Seções da antena dispostas para instalação e (B) Modelo 03 de mecanismo sendo fixado em uma coluna de apoio.....	90
Figura 56- Processo: (A) Mecanismo e tubos na posição inicial, (B) Instalação do estaiamento e (C) tubos içados com o estaiamento.....	91
Figura 57- Alternativa 04 de mecanismos.....	92
Figura 58- Alternativa 05 de mecanismos.....	93
Figura 59- Alternativa 06 de mecanismos.....	94
Figura 60- Alternativa 07 de mecanismos.....	95
Figura 61- Alternativas 01 e 02 de acessórios.....	97
Figura 62- Alternativas 03 e 04 de acessórios.....	98
Figura 63- Alternativas 05 e 06 de acessórios.....	98
Figura 64- Alternativa 07 de acessórios.....	99
Figura 65- Alternativas 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 de acessórios.....	99
Figura 66- Antena instalada, sem estar içada.....	102
Figura 67- Vista aproximada.....	103
Figura 68- Antena içada.....	103
Figura 69- Antena na sua versão compactada.....	104
Figura 70- Detalhamento externo 01.....	104
Figura 71- Detalhamento externo 02.....	105
Figura 72- Exposição dos pinos de fixação.....	106
Figura 73- Detalhamento interno 01.....	106
Figura 74- Detalhamento externo 03.....	107
Figura 75- Especificações dos componentes internos.....	108
Figura 76- Compartimento de armazenamento do cabo de aço.....	108

Figura 77- Mecanismo responsável pelo acionamento das seções da antena.....	109
Figura 78- Trava-quedas: sistema de segurança do produto.....	109
Figura 79- Mecanismo responsável pelo acionamento do cabo de estaiamento.....	110
Figura 80- União da primeira seção da antena com a estrutura.....	110
Figura 81- Detalhamento das seções da antena.....	111
Figura 82- Detalhamento dos componentes da parte superior do produto	112
Figura 83- Produto ambientado.....	112
Figura 84- Logotipo do produto.....	113
Figura 85- Processo de pintura dos componentes do <i>Mockup</i>	114
Figura 86- <i>Mockup</i> final em escala 1:5.....	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Ranking dos cinco estados com maior número de mortos por raios no País.....	26
Quadro 02- Densidade de raios por município.....	27
Quadro 03- Captação da velocidade do vento na propriedade 01.....	34
Quadro 04- Captação da velocidade do vento na propriedade 02.....	35
Quadro 05- Variação da receita do gás e dimensões de balões obtidas.....	41
Quadro 06- Variação da antena (X) com a incidência do vento e seus respectivos fatores de influencia.	50
Quadro 07- Nível de importância sobre cada característica exposta.....	51
Quadro 08- Comparativo entre hidráulica e pneumática.....	57
Quadro 09- Comparativo entre distintos materiais de tubos.....	61
Quadro 10- Comparativo entre painéis fotovoltaicos.....	66
Quadro 11- Comparativo entre controladores.....	67
Quadro 12- Dados comparativos entre repetidores de sinal.....	68
Quadro 13- Tradução dos requisitos do usuário para orientações de projeto.....	72
Quadro 14- Prospecto geral da estrutura projetual.....	74

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABRATER – Associação Brasileira de Telecomunicações Rurais.

A – Ampere.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito.

CTI – Ciência, Tecnologia e Inovação.

ELAT – Grupo de Eletricidade Atmosférica.

ERB – Estação Rádio Base.

GW – Gigawatt.

Kg/m – Quilograma por metro.

KWh/m² - Quilowatt hora por metro quadrado.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Inep – Instituto Nacional de estudos e Pesquisas Educacionais.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Especiais.

mA – Milliampere.

MCTI – Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação.

MEC – Ministério da Educação.

Nic.br – Núcleo de informação e Coordenação do Ponto BR.

ONU – Organização das Nações Unidas.

PCHs - Pequenas Centrais Hidroelétricas.

Pnad- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

PVC – Policloreto de Vinil.

V – Volts.

W – Watt.

Wp – Watt-pico.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	12
1 PLANEJAMENTO DO PROJETO	15
1.1 INTRODUÇÃO	15
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 OBJETIVOS	17
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	18
1.5 METODOLOGIA	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO: DESIGN E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	21
2.1.1 Cidades Sustentáveis	22
2.1.2 Região em Estudo: Primeiro Distrito de São Lourenço do Sul	24
2.2 COMUNICAÇÃO: A FALTA DE SINAL EM ÁREAS RURAIS	25
2.2.1 Incidência de Raios no Brasil	26
2.3 ENERGIA RENOVÁVEL	27
2.3.1 Energia renovável no Brasil	29
2.3.2 Energia Eólica	30
2.3.3 Energia Solar	31
3 LEVANTAMENTO DE DADOS	33
3.1 ANÁLISES COM USUÁRIOS	33
3.1.1 Visita à região em estudo	33
3.1.2 Entrevistas com o Público-Alvo	36
3.2 ANÁLISES DE ESTRUTURAS BALIZADORA	38
3.2.1 Balão	39
3.2.2 Pipa	41
3.2.3 Torre estática	45
3.2.4 Pesquisa com o público-alvo	51
4 ANÁLISES DE SIMILARES	53
4.1 SIMILARES DO PRODUTO	53
4.1.1 Torre estaiada para áreas rurais	53
4.1.2 Antenas melhoradoras de sinal	54
4.2 SIMILARES DA FUNÇÃO	55
4.2.1 Sistema retrátil	56

	13
4.2.1.1 Guindaste GY50K	57
4.2.1.2 Empilhadeira Manual de 1.000 Kg	58
4.2.1.3 Escada Telescópica de Alumínio 10 Degraus Mor	59
4.2.2 Sistemas de alavanca manual	59
4.2.2.1 Enrolador de mangueira	60
4.2.2.2 Moedores	60
4.2.3 Tubos.....	61
4.2.4 Cabos.....	62
4.2.5 Sistemas de fixação no solo	62
4.2.5.1 Pinos de fixação	63
4.2.5.2 Fixação para Gazebos portáteis	64
4.2.6 Painéis Fotovoltaicos.....	64
4.2.7 Controlador de Carga	66
4.2.8 Sistema de transmissão de sinal	67
4.3 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DE SIMILARES	69
5. REQUISITOS DE PROJETO	71
5.1 REQUISITOS DOS USUÁRIOS.....	71
5.2 TRADUÇÃO DOS REQUISITOS DO USUÁRIO PARA ORIENTAÇÕES DE PROJETO	71
6. SÍNTESE PROJETUAL – CONCEITO DA PROPOSTA.....	74
7. CRIATIVIDADE.....	75
8. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	78
8.1 ALTERNATIVAS CONCEITUAIS.....	78
8.2 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS CONCEITUAIS	83
9. DESENVOLVIMENTO	85
9.1 SUBSISTEMAS DO PRODUTO.....	85
9.1.1 Desenvolvimento dos Subsistemas: Mecanismos	85
9.1.2 Análise das Alternativas de Mecanismos.....	95
9.1.3 Desenvolvimento dos Subsistemas: Acessórios.....	96
9.1.4 Análise das Alternativas de Acessórios	100
10. DETALHAMENTO DO PROJETO	102
11. NAMING E IDENTIDADE VISUAL.....	113
12. VALIDAÇÃO COM MOCKUP	114
13. CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS.....	118
APÊNDICE A – DIAGRAMA DE MUDGE	123

APÊNDICE B - ALTERNATIVAS CONCEITUAIS.....	124
APÊNDICE B – ALTERNATIVAS DE MECANISMOS	133
APÊNDICE B – ALTERNATIVAS DE ACESSÓRIOS	140
APÊNDICE C - CRITÉRIOS DAS ALTERNATIVAS CONCEITUAIS	145
APÊNDICE C – CRITÉRIOS DAS ALTERNATIVAS DE MECANISMOS	146
APÊNDICE C- CRITÉRIOS DAS ALTERNATIVAS DE ACESSÓRIOS	147
APÊNDICE D – DETALHAMENTO TÉCNICO	148
APÊNDICE E - IMAGENS <i>MOCKUP</i>.....	188

1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Este capítulo tem por finalidade apresentar o planejamento do projeto. Para isso, é feita uma introdução sobre o assunto abordado, justificando a escolha do tema e sua delimitação, e mostrando os objetivos que se pretende alcançar. Também é apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho.

1.1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo, vem-se estudando métodos para facilitar a comunicação entre as pessoas. Ao longo do século XX, mais precisamente entre os anos de 1940 e 1970, é que se dá o início de uma era de desenvolvimento da última geração de avanços tecnológicos. Passou-se pela técnica de imprimir, viabilizando a execução dos jornais impressos. Antes mesmo desse período, em 1860, surgia um marco para a comunicação: o telefone. O italiano Antonio Meucci criou o aparelho com o objetivo de poder se comunicar com a esposa doente, que ficava no andar superior da casa, em uma cama. No mesmo ano, o italiano tornou pública a invenção.

Segundo Lourenço et al. (2011), em 1888, Heinrich Hertz foi pioneiro da transmissão de códigos pelo ar. Descoberta que se tornou primordial na implementação de rádios transmissores. Desde o início do século XX, a comunicação móvel tornou-se conhecida. O celular, desenvolvido em 1940, surgiu como um sistema de comunicação a distância, que variava sempre de canal para que as frequências não fossem interceptadas.

Em 1947, no laboratório Bell, foi desenvolvido um sistema telefônico de alta capacidade. Ele era interligado por diversas antenas e cada uma delas era considerada uma célula. E foram essas *células* que deram origem ao nome *celular* (LOURENÇO et al, 2011).

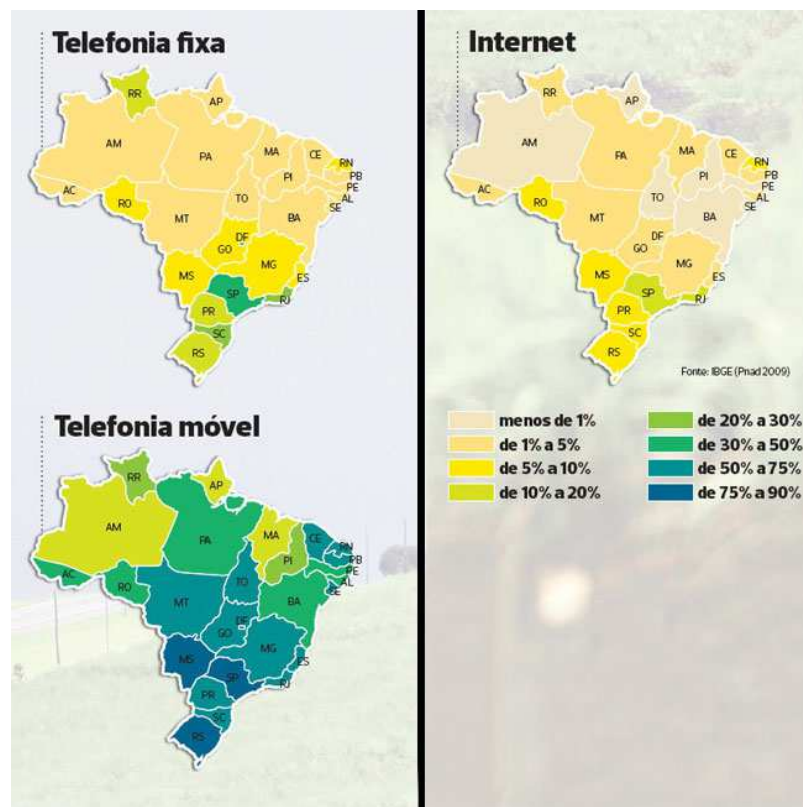
Na Guerra Fria, em 1970, surgiu a rede mundial de computadores, ou seja, a internet. Só que ela só foi introduzida à população em geral no ano de 1990. Desde então, ocorreu uma revolução com a comunicação, que cresceu em ritmo acelerado, possibilitando que hoje as pessoas localizadas em grandes centros urbanos fiquem 24 horas conectadas.

Para Lourenço et al., (2011), mesmo o Brasil sendo considerado o sexto maior mercado do mundo, tendo 202,94 milhões de aparelhos celulares em uso, o país ainda possui

deficiências no sistema de distribuição de sinais de telefonia móvel. O autor explica que os sinais são geralmente disponibilizados apenas para grandes centros urbanos, o que dificulta o acesso para quem está em áreas rurais ou cidades menores, com um número baixo de habitantes.

Boa parte da população brasileira é atendida por uma ou até mais operadoras do Serviço Móvel Pessoal ou do Serviço de Comunicação Multimídia, conforme Figura 01. Entretanto, ainda são muitas as lacunas de cobertura, as quais são denominadas áreas de sombra. São regiões em que, além das quedas de chamada e redução da velocidade no acesso à internet, constantemente ocorre a indisponibilidade total de todos os serviços (NEGER, 2015).

Figura 01- Pessoas com acesso á telefonia fixa, telefonia móvel e internet em todas as regiões do Brasil.



Fonte: IBGE(Pnad 2009).

Em contrapartida a este problema que o Brasil enfrenta, com a deficiência do sistema de distribuição de sinais de telefonia móvel, o país ganha evidência em um outro quesito. Segundo Vichi e Mansor (2009), o Brasil se destaca dos demais países no que tange à energia renovável. Isso porque a matriz brasileira é cerca de 46% renovável, enquanto a média mundial é de 12%.

Segundo Fonseca (2010), as energias renováveis são denominadas assim porque permitem a produção de energia limpa, sem emissões de poluentes para a atmosfera. Isso

ocorre através de recursos naturais sistematicamente repostos pela própria natureza, ou seja, que não se extinguem.

São consideradas como fonte de energia renovável: a biomassa energia, que é obtida pela transformação de produtos de origem animal e vegetal; o sol, que fornece energia solar; o vento, que proporciona energia eólica; a água, que gera energia hídrica obtida através das ondas e das marés; e a geotérmica energia, que é captada a partir do calor que provém do interior da terra (SILVA, 2012).

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Arrais (2012), uma das mais significativas características da comunicação via celular é o fato de que podemos encontrar os indivíduos de maneira rápida e fácil, sem restrições de horário. Da mesma forma, também podemos ser encontrados.

A possibilidade de comunicação com mobilidade em qualquer tempo e espaço, com quem estiver próximo ou distante, sempre foi um desejo, ou até mesmo uma necessidade, dos indivíduos em suas relações sociais (ARRAIS, 2012).

Este trabalho, portanto, busca contribuir com a sociedade, através da ideia de homogeneização da necessidade de comunicação entre todos os indivíduos, independentemente de área ou região. Assim, para solucionar as deficiências que o Brasil ainda apresenta, explora-se as riquezas do país, por meio da utilização da energia renovável.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho possui como objetivo principal a utilização da energia renovável aliada a um equipamento que possibilite a melhoria da recepção do sinal de telefonia celular. Para isso, tem-se como foco os usuários que vivem em comunidades rurais localizadas no estado do Rio Grande do Sul. Os seguintes objetivos específicos serão balizadores para a realização do objetivo principal:

- a) Levantar o estado da arte da temática abordada;
- b) Levantar e analisar os diferentes tipos de energia renovável;
- c) Analisar o ambiente rural em questão, levantando dados a respeito de fatores climáticos e do perfil do potencial de usuários;

- d) Realizar análise de similares e levantamentos estruturais via construção de protótipos físicos;
- e) Analisar e determinar os parâmetros projetuais a serem aplicados na etapa 2.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O presente trabalho tem como delimitação efetuar melhorias no acesso à comunicação móvel e/ou virtual a habitantes da zona rural de São Lourenço do Sul, município em estudo e que atualmente tem serviço precário.

1.5 METODOLOGIA

Para Platcheck (2012), metodologia significa o estudo dos métodos, das técnicas e ferramentas, assim como suas aplicações, organizações e soluções de problemas teórico-práticos. “Metodologia para desenvolvimento de projetos é uma ferramenta que se ocupa da aplicação de métodos dirigidos à atividade projetual” (PLATCHECK, 2012, p.4). A atividade de desenvolver um novo produto não é uma missão simples, pois ela carece de muita pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso e além de tudo isso, como item mais importante, o uso de métodos sistemáticos (BAXTER, 2011).

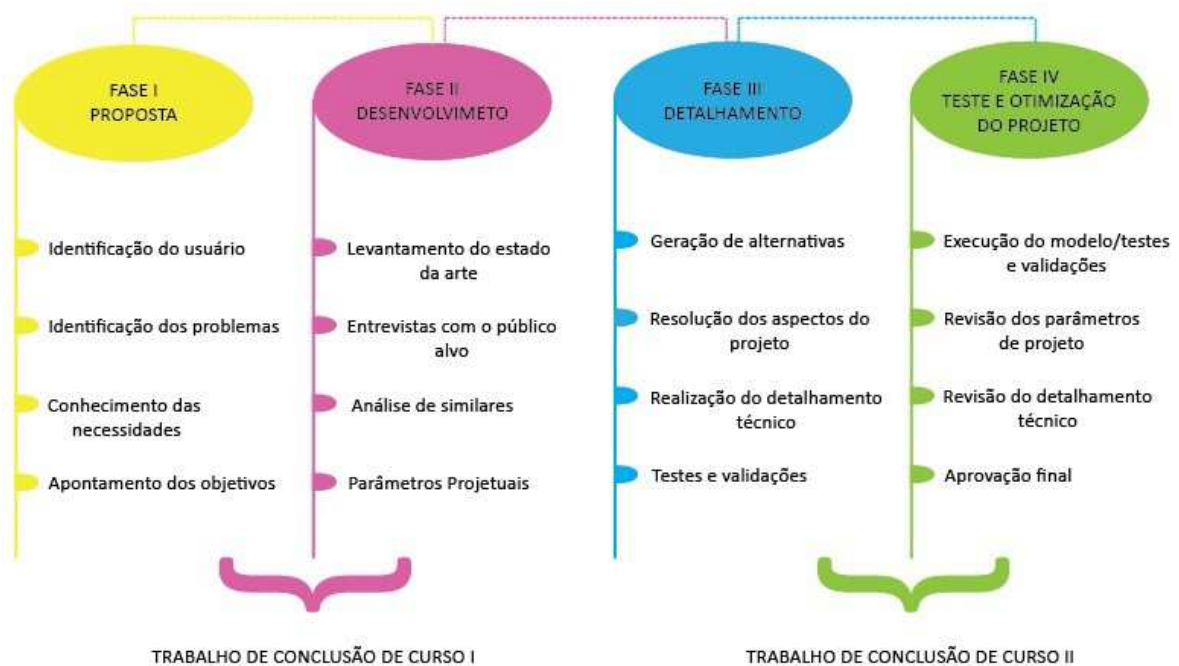
Segundo Baxter (2011), os métodos sistemáticos de projeto irão exigir uma abordagem interdisciplinar, que abrange métodos de marketing, engenharia de métodos e a aplicação de conhecimentos referentes à estética e estilo. “A capacidade de usar métodos básicos em cada uma dessas três áreas: marketing, engenharia e desenho industrial, capacitará o designer a ter uma visão global sobre o processo de desenvolvimento de novos produtos” (BAXTER, 2011, p.20).

Tendo em vista o tema abordado e a importância de projetar com o foco no desenvolvimento sustentável, foi utilizado como base para o estudo a Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis, proposta por PLATCHECK (2012). Como complemento à metodologia da autora, foram utilizadas também as obras de BAXTER (2011) e BACK et al.(2008), podendo assim explorar e unificar as metodologias sugeridas.

Para Platcheck (2012), a prática do desenvolvimento de projetos por meio da utilização de técnicas que exploram o processo lógico e criativo, de avaliação e de controle de tempo, é a forma de garantir o sucesso do resultado final das atividades criativas.

A metodologia selecionada para ser aplicada neste trabalho é, então, constituída por quatro fases: proposta; desenvolvimento; detalhamento; e teste e otimização do projeto, conforme exposto no fluxograma da Figura 02.

Figura 02- Metodologia utilizada no trabalho.



Fonte: Adaptado de PLATCHECK (2012).

A primeira fase consiste no contato inicial com o usuário, onde serão definidos os problemas a serem resolvidos no decorrer do projeto, através das necessidades identificadas com o usuário. Também serão apontados os objetivos que se pretende alcançar no final do trabalho. Segundo a autora, "... é nada mais que O QUE, QUEM, COMO, QUANDO, ONDE e PORQUE vamos projetar tal sistema..." (PLATCHECK, 2012, p.12).

A segunda fase é a do desenvolvimento, também conhecida como estado da arte. Para Platcheck (2012), essa fase tem como objetivo a preparação do campo de trabalho para que se possa, posteriormente, entrar na fase do *Design*, da projeção, do detalhamento de alternativas, pois as análises servem para o esclarecimento da problemática projetual. Esta fase, então, contempla as análises de similares, entrevistas e pesquisas com os usuários, e o apontamento dos parâmetros projetuais. "Antes de pensarmos em soluções para nosso pro-

blema em questão, devemos tomar conhecimento de como esses problemas e necessidades são solucionados atualmente (PLATCHECK, 2012, p.26)”.

A terceira fase é a do detalhamento, também conhecida como projeção. Esta é a fase em que o projeto acontece. Segundo Platcheck (2012), é onde se dá a projeção em si do objeto, partindo dos dados adquiridos e analisados. Na fase do detalhamento é que se efetuam as consultas técnicas, o dimensionamento das partes, a indicação dos materiais e dos processos de fabricação, em que são realizados estudos ergonômicos e especificados os acabamentos que serão utilizados no produto. Nesta fase, um fator importante é a criação, pois é onde será realizada a geração de alternativas e onde será selecionado o produto que melhor corresponde aos requisitos identificados.

A quarta e última fase é a de teste e otimização do projeto. É nela que é efetuada a confecção do modelo, assim como sua validação conforme os requisitos identificados na primeira fase do projeto. Neste momento é realizada a revisão dos parâmetros projetuais, onde há um acerto nos aspectos como função, aparência, desempenho e acabamentos. Outro aspecto que é revisto nesta fase é o detalhamento técnico, onde as peças são revisadas e corrigidas, para que, assim, o produto esteja apto para a produção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico necessário para a compreensão do problema e o embasamento do trabalho proposto.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO: DESIGN E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Segundo Löbach (2001, p.16), “o design é uma ideia, um projeto ou um plano para a solução de um problema determinado”. Através do design é possível apresentar esta ideia com o auxílio de ferramentas que são utilizadas para expor visualmente a solução do problema em questão (LÖBACH, 2001). Em virtude de o designer ter como foco solucionar problemas, ele proporciona grande influência comportamental e indica padrões de qualidade, até mesmo de forma inconsciente (DUNNE, 1999). Manzini e Vezzoli (2002) acreditam que o design é resumido como uma atividade que liga o que é possível com o que é necessário, obtendo como resultado propostas sociais e notáveis, distintas, decorrentes de cada caso.

Até pouco tempo atrás não havia uma preocupação em relação à qualidade do meio ambiente, visto que os processos de fabricação dos produtos podem causar impactos consideravelmente negativos, pois geram resíduos, destroem ecossistemas e também reduzem os recursos naturais (PLATCHECK, 2012).

Segundo Manzini e Vezzoli (2002, p.17), “... o encontro entre a atividade de projetar e o ambiente foi definido com o termo ecodesign”. O ecodesign é uma estratégia de desenvolvimento de produtos que considera todos os impactos ambientais envolvidos para o desenvolvimento do mesmo, minimizando a emissão de poluição e a geração de resíduos durante todo o ciclo de vida do produto (PLATCHECK, 2012).

Ainda de acordo com Manzini e Vezzoli (2002), o ecodesign deve ser o primeiro estágio para se desenvolver um produto. Isso porque é o designer quem determina fatores significativos para o ciclo de vida do mesmo, como a escolha de materiais de baixo impacto, redução de matéria prima, otimização da produção e da distribuição, e durante o uso a extensão da vida útil, assim como a otimização do fim da vida do produto (BRAGA, 2014).

Platcheck (2012) acredita que o ecodesign compõe o termo design sustentável com o foco em fatores éticos e sociais no processo de design de produto. Desenvolver um produto

para a sustentabilidade resulta em promover a capacidade do sistema produtivo de responder a procura de bem-estar social, desfrutando de recursos ambientais inferiores aos que são atualmente praticados (MANZINI E VEZZOLI, 2002). Design sustentável é um conjunto de ferramentas, conceitos e estratégias que implica em gerar soluções hoje para que as gerações futuras venham a usufruir dos recursos naturais em níveis semelhantes aos de hoje. (BRUNTLAND, 1987).

2.1.1 Cidades Sustentáveis

Para Detroz, Pavez e Viana (2014), uma cidade, para se desenvolver, demanda de processos longos e complicados, com desafios para além desse crescimento. Os estudiosos acreditam que para construir uma cidade competitiva, que atenda a população, é necessário o desenvolvimento de infraestrutura, tecnologia e serviços.

A origem da maior parte dos problemas ambientais globais ocorre nas cidades e, em consequência disso, se torna improvável atingir a sustentabilidade em nível global sem se tornar uma cidade sustentável (GOMES, 2009). Para Gomes (2009, p.20), “torna-se necessário que as cidades sejam pensadas, geridas e planejadas de acordo com um modelo de desenvolvimento sustentável”.

Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) revelam que, entre 2007 e 2050, haverá um crescimento no número de habitantes. Serão 3,1 bilhão de pessoas a mais no planeta, que se dispersarão por inúmeras cidades e 26 mega cidades (ONU, 2008 *apud* SUZUKI, 2010).

Poleros, *apud* Detroz, Pavez e Viana (2014), acredita que o uso excedido e ineficiente dos recursos naturais resulta em uma produção elevada de resíduos e emissão de gases poluentes. Nas cidades, a poluição sonora, do ar e da água, a redução dos espaços verdes e situações relacionadas ao tráfego de veículos ocasionam problemas ambientais (DETROZ, PAVEZ e VIANA, 2014).

Segundo Cagnin, Fraga e Vilela (2015), do ponto de vista do Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), uma definição de cidade sustentável passa, necessariamente, por soluções de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI), que sejam capazes de endereçar, concomitantemente, os desafios ambientais, sociais e econômicos, atuais e futuros, de maneira sustentável. De acordo com Cagnin, Fraga e Vilela (2015, p.11),

Envolvem, portanto, ações de pesquisa e inovação incluindo o desenvolvimento, a aplicação e a transferência de tecnologia e conhecimento, para promover a melhoria da qualidade de vida nas cidades e a resolução dos problemas associados aos desafios mencionados, tendo como foco de atuação a cidade ou o contexto local, embora de forma sistêmica, ou seja, considerando as relações da cidade com o município, a região, o país e o Planeta.

Ao projetar uma cidade sustentável é preciso considerar os impactos socioambientais. O modelo e a dinâmica de desenvolvimento são voltados para o respeito e o zelo dos recursos naturais, levando sempre em consideração a preocupação com as gerações futuras (DETROZ, PAVEZ e VIANA, 2014). Conforme CBRE (2013, p.43),

Os gestores de cidades sustentáveis devem tomar medidas para evitar a utilização inadequada do solo, ou o uso excessivo ou errôneo em relação à infraestrutura urbana, a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfego, a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental.

Para Cagnin, Fraga e Vilela (2015), as soluções sustentáveis devem ser contextualizadas e adaptadas conforme as condições locais, para assim promoverem o bem-estar, a saúde e o desenvolvimento socioeconômico inclusivo, conservando e restaurando os ecossistemas e a biodiversidade. Os autores apresentam, como evidenciado na figura 03, pressupostos que deverão ser fomentados, ou transformados, para se esculpir cidades mais sustentáveis no futuro. Todos os temas foram consultados, discutidos e validados no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e em um Seminário Internacional, em parceria com a Comissão Europeia.

Figura 03- Desafios e Soluções Organizados em 12 Temas Interconectados.



Fonte: Cagnin, Fraga e Vilela (2015).

É de suma importância levantar essa temática no trabalho, visto que um dos vieses de estudo é um item que integra esses pressupostos: a energia. Como mencionado anteri-

ormente, é cada vez mais notável a necessidade da utilização de energia renovável para a geração de energia, visto que o Brasil é um país beneficiado em relação a alternativas. Levando tudo isso em consideração, o presente trabalho visa explorar os tipos de energia renovável disponíveis na região em estudo, para encontrar a fonte de energia do equipamento desenvolvido.

2.1.2 Região em Estudo: Primeiro Distrito de São Lourenço do Sul

O município de São Lourenço do Sul está localizado a 198 km da capital do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Emancipou-se em 31 de março de 1938, quando se verificou um acentuado progresso, uma vez que toda produção agrícola era comercializada devido à facilidade dos transportes aquáticos.

Seu território é formado pelo distrito sede mais sete distritos rurais, expostos aqui de forma crescente, entre o primeiro e o sétimo: Boqueirão, Taquaral, Esperança, Harmonia, Prado Novo, Boa Vista, e Faxinal.

Segundo dados do IBGE (2010), São Lourenço do Sul possui como área de unidade territorial 2.036,125 Km² e as seguintes localizações geográficas: latitude 31° 21'55''; longitude 51° 58' 42''; e altitude de 19 metros. A população residente total é de 43.111 pessoas. Destas, 56,2% é residente em domicílio urbano e 43,8% em domicílio rural.

A região em estudo é o terceiro distrito, conhecido como Esperança, conforme figura 04. A área é composta de produtores rurais que possuem como atividade econômica a agropecuária, com destaque para a criação de suínos e bovinos, e a produção láctea, de milho, feijão, soja, arroz, batata, cebola, fumo e amendoim.

Figura 04- Mapa da região em estudo: (A) Cidade de São Lourenço do Sul e (B) Esperança, terceiro distrito de São Lourenço do Sul.



Fonte: Adaptado de Google Maps.

Este ambiente apresenta fatores climáticos interessantes para o estudo em desenvolvimento, visto que, conforme a sessão anterior, é preciso investir em sustentabilidade para que se possa evoluir de maneira a pensar nas gerações futuras. Com esse foco, averiguou-se na região as fontes de energia renovável com maior incidência para a aplicação no presente projeto, onde se destacaram a energia proveniente do vento e do sol.

A escolha deste distrito para o estudo ocorreu pela proximidade e acesso aos potenciais usuários residentes na região. Dessa forma, buscou-se viabilizar a coleta de dados, assim como a aplicação de futuros ensaios do produto final.

2.2 COMUNICAÇÃO: A FALTA DE SINAL EM ÁREAS RURAIS

Em 1997 foi implementado no Brasil o modelo atual de telecomunicações. Todavia, desde essa ocorrência, muito pouco foi feito para atender às regiões rurais. Dados indicam que 19% da população brasileira vive na zona rural, o que significa aproximadamente 32 milhões de indivíduos no campo. Assim como a população urbana, essas pessoas também querem poder usufruir do acesso à educação, saúde, comunicação, etc. (ABRATER, 2010).

Segundo Almeida et al., (2012), nas últimas décadas o meio rural sofreu um processo de urbanização devido à industrialização da agricultura. Por isso, ele denomina que o rural é multifacetário e multifuncional e que, por este motivo, não pode em hipótese alguma ser afastado das relações sociais com o meio urbano, bem como do processo de globalização.

Entretanto, dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad 2008), do IBGE, mostram que a implementação da telefonia fixa não ultrapassa os 7% nas zonas rurais, assim como apenas 2% das residências dessas regiões possuem acesso à internet. Já informações obtidas pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (Nic.br), em 2009, revelam que 94% dos domicílios rurais não possuem qualquer conexão com a rede.

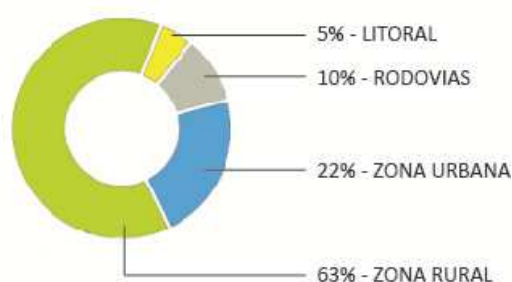
Essa situação torna-se ainda mais preocupante ao considerar que existe um total de 86.654 escolas rurais em todo país, dentre as quais somente 26,31% têm telefone fixo e 1,16% têm internet. Os dados são do Ministério da Educação (MEC) e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep).

Todas as constatações citadas potencializam a necessidade do tema abordado, visto que o problema ao acesso à comunicação é uma realidade que vai muito além da região em estudo neste trabalho.

2.2.1 Incidência de Raios no Brasil

De acordo com Silva *apud* Mendes e Domingues (2007, p.15), “raio é o caminho luminoso da descarga atmosférica, às vezes utilizada, mais formalmente, para designar uma descarga para o solo”. Considerado um fenômeno imprevisível, ele pode ocasionar grandes danos e colocar a vida de pessoas e animais em risco. As descargas podem atingir diretamente edifícios, estruturas altas, árvores e rede elétricas, além de objetos e pessoas, caso não haja um sistema de aterramento adequado (COELCE). Números do Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat), do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (Inpe), fazem referência à incidência de raios ao ar livre, conforme mostra a figura 05.

Figura 05 - MORTE POR RAIOS – Incidência dos casos ao ar livre.



Fonte: ELAT/INPE, 2008.

Segundo dados do Elat, o Rio Grande do Sul é o quarto estado com maior incidência de mortes causadas por descargas elétricas no Brasil, conforme quadro 01. Todavia, quanto à densidade, o estado gaúcho ocupa a primeira posição, com 18 raios por quilômetro quadrado (GAZETA DO SUL, 2012).

Quadro 01 – Ranking dos cinco estados com maior número de mortos por raios no País.

1º	São Paulo	20
2º	Ceará	7
3º	Alagoas	6
3º	Minas Gerais	6
4º	Rio Grande do Sul	5

Fonte: ELAT/INPE, 2008.

Ao contrário do que o senso comum prega, é possível que um raio caia duas vezes no mesmo local. Assim como, também, existe grande chance de cair inúmeras vezes em um mesmo objeto, levando-se em conta que este tenha característica forte de concentrar cargas (COELCE).

Na região em estudo, em São Lourenço do Sul, a incidência de raios é alta, assim como no entorno, conforme dados apresentados no quadro 02.

Quadro 02 – Densidade de raios por município.

MUNICÍPIO	ÁREA KM ²	POPULAÇÃO (IBGE 2010)	MORTES POR RAIOS	DENSIDADE (DESCARGAS Km ² Ano ⁻¹)
PELOTAS	1613	327778	1	6.36
SÃO LOURENÇO DO SUL	2041	43114	2	6.39
CAMAQUÃ	1678	62759	4	5.92
TAPES	808	16649	1	7.01

Fonte: INPE, 2013.

Diante dessas informações, podemos inferir que antenas fixas tendem a receber um alto potencial de descarga elétrica em períodos de chuva e temporais, o que amplia o risco de acidentes domésticos e a danificação dos equipamentos de comunicação.

2.3 ENERGIA RENOVÁVEL

Eram as fontes energéticas, como o vento, a água e a lenha, que no início do segundo milênio dominavam a produção de calor e de força motriz. Todavia, com o passar do tempo, novas fontes como o carvão, o petróleo e o gás foram substituindo as antigas, conforme os países se industrializavam (CASTRO, 2005). Para Castro (2005), na década de 1970, ocorreu o ressurgimento das energias renováveis. Fato demandado pela necessidade de assegurar a diversidade e a segurança no fornecimento de energia, assim como o dever de proteger o ambiente que estava sendo degradado devido ao uso de combustíveis fósseis.

Segundo COSTA e PRATES (2005), a energia renovável é denominada assim porque proporciona a produção de energia limpa. Essa energia é disponibilizada na natureza de forma cíclica, com base em recursos naturais que sistematicamente a própria natureza repõe, ou seja, que não são extinguíveis.

Pacheco (2006) defende que toda energia renovável é oriunda de ciclos naturais de conversão da radiação solar, e que esta é a fonte primária de praticamente toda energia disponível na Terra. Por conta disso, ela é considerada inesgotável e não altera o balanço

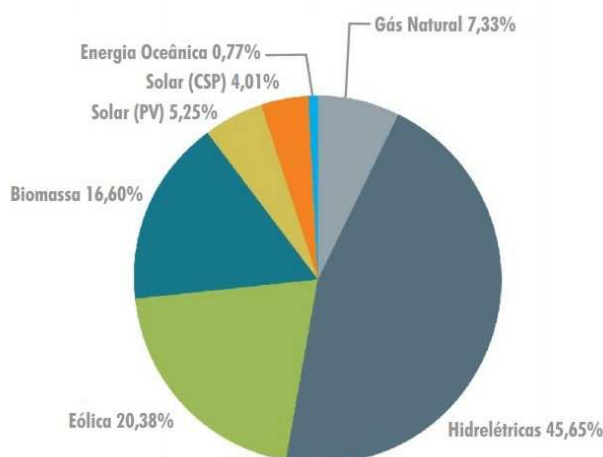
térmico do planeta. Ainda segundo Pacheco (2006), essa energia pode ser denominada como não-convencional, ou seja, aquela energia que não é baseada em combustíveis fósseis e grandes hidroelétricas.

Energias denominadas renováveis não só podem como devem ser aproveitadas de forma sustentável, propiciando a diminuição no impacto ao meio ambiente (PACHECO, 2006). Essas novas fontes, como a biomassa, a eólica, a solar, a de marés e de pequenas centrais hidroelétricas (PCHs), de acordo com COSTA e PRATES (2005), se constituíram como alternativas ambientalmente corretas às fontes consideradas tradicionais.

Por meio do desenvolvimento tecnológico é que se tornou possível aproveitar essas energias, tanto como combustíveis alternativos, como na produção de calor e de eletricidade (PACHECO, 2006). Para Fonseca (2010), o mercado das energias renováveis tende a crescer, visto que o investimento nesta área está fortemente ligado a três fatores cruciais: tendência de escassez do petróleo; preço elevado do petróleo nos mercados internacionais; e as mudanças ambientais geradas pela poluição.

Se combinado o uso racional e eficiente de energia, o mercado de energias renováveis poderá suprir metade da demanda energética mundial em 2050, conforme figura 06. Desta forma, também poderá reduzir em até 50% as emissões globais de gases de efeito estufa do setor energético (FINDER, 2011).

Figura 06 - Geração total de eletricidade cenário revolução energética 2050 (em%).



Fonte: Greenpeace – FINDER, 2011

Esses dados comprovam a importância da conscientização da utilização de energia renovável e o quanto ela tende a crescer nos próximos anos, viabilizando o incentivo à produção de equipamentos dependentes de energia renovável.

2.3.1 Energia renovável no Brasil

Em 2011, o mercado de energias renováveis no Brasil representava 47,3% da matriz energética (FINDER, 2011), com destaque para as energias de origem hidráulica e a biomassa. Segundo Lucon et al., (2015), mesmo considerado referência no uso de energia renovável, o país ainda possui um amplo potencial para expansão.

O Brasil possui um grande diferencial em relação a outros países em termos de fontes alternativas e isso se dá pelo fato de o país possuir uma ampla biodiversidade, que proporciona a geração de energia por meios distintos (PACHECO, 2006). O país desfruta de significativos recursos para exploração das fontes eólica, biomassa, PCHs e solar fotovoltaica, considerando também as amplas reservas da matéria-prima - o silício - para a produção de energia solar (GOMES et al., 2012).

Um dos maiores potenciais a ser explorado em energia da biomassa encontra-se no Brasil, pois o país possui as maiores reservas naturais de florestas que podem ser exploradas de maneira sustentável, assim como as grandes quantidades de resíduos agrícolas e animais que são produzidos na agricultura comercial (LUCON et al., 2015).

Em termos de energia solar, a região brasileira menos ensolarada possui 40% mais radiação do que o local mais ensolarado de um dos maiores produtores mundiais de energia solar, a Alemanha (FINDER, 2011).

O segundo maior potencial de hidroeletricidade do mundo é do Brasil, que perde somente para o Canadá. O país brasileiro tem potencial de 260 GW, dos quais 80 GW estão devidamente explorados (ANNEL *apud* Lucon et al., 2003).

Por possuir um volume de ventos duas vezes maior do que a média mundial e baixa oscilação da velocidade, o Brasil adquiriu um grande potencial de geração de energia eólica (GOMES et al., 2012).

Diante dos fatos colocados até aqui, mais especificamente os referentes à região de estudo, e do potencial do uso de energias renováveis, os dados apontam que as energias com maior potencial de aplicação são a eólica e a solar.

2.3.2 Energia Eólica

Segundo Fonseca (2010), a energia eólica é o resultado do deslocamento de massas de ar. A energia cinética das massas de ar, os ventos, são originados devido ao aquecimento desigual da superfície da Terra (PACHECO, 2006).

Na antiguidade, a energia eólica já era aproveitada para deslocar os barcos a velas e também para fazer com que as engrenagens dos moinhos funcionassem. A força do vento se transformava em energia mecânica, facilitando a moagem dos grãos e o bombeamento da água (RAMOS; SEIDLER, 2011). Em 1930, nos Estados Unidos da América, foram utilizados em grande escala os mini geradores eólicos para carregar baterias no meio rural, onde a energia elétrica ainda não havia chegado (FONSECA, 2010).

O ressurgimento das energias renováveis se dá em 1973, na sequência do choque petrolífero, onde diversos países promoveram programas de pesquisa e desenvolvimento para aproveitar a energia derivada do vento e produzir eletricidade (CASTRO, 2005). Segundo Ramos e Seidler (2011), de 1998 até 2007, foi possível registrar uma grande evolução na utilização da energia eólica, com crescimento aproximado de dez vezes a capacidade de geração de energia.

No Brasil, a utilização da energia eólica para geração de energia teve início em 1992, como escala comercial, em Fernando de Noronha (PACHECO, 2006). De acordo com Ramos e Seidler (2011), devido ao fato de a costa litorânea brasileira e algumas regiões do interior possuírem ventos constantes com boas velocidades, o Brasil tem grandes perspectivas quanto a utilização desta energia.

Conforme Fonseca (2010), pesquisas e estudos estão em desenvolvimento para efetuar o aproveitamento do vento através de turbinas eólicas aéreas, visto que a intensidade do vento aumenta com a altitude. Com isso, alcança-se um resultado ainda mais eficiente do que os obtidos atualmente. Vichi e Mansor (2009, p.765) apontam que “se 1% da área terrestre fosse utilizada na geração de energia eólica, a capacidade mundial de geração seria equivalente ao total gerado através de todas as outras fontes”.

2.3.3 Energia Solar

De acordo com Vichi e Mansor (2009, p.764), “o Sol é a fonte de energia primária mais abundante para o nosso planeta”. É energia inesgotável, tanto como fonte de calor, quanto de luz, e é considerado uma alternativa energética das mais promissoras para fornecer energia suficiente ao desenvolvimento humano (PINHO; GALDINO, 2014). Considera-se que, excluindo a energia nuclear, todas as demais fontes, sendo elas renováveis ou não, são derivadas em última instância da energia do sol (VICHI; MANSOR, 2009).

Dienstmann (2009, p.15) acrescenta, dizendo que “como energia solar se descreve a energia obtida do sol, chegando à superfície da Terra como ondas eletromagnéticas, seja de maneira direta ou difusa”. Essa energia pode ser aproveitada de diversas maneiras, tais como fonte direta para energia elétrica, fonte para combustível solar ou diretamente como energia térmica (DIENSMANN, 2009).

No Brasil, o potencial de energia solar é considerável, já que ele possui uma vantagem significativa em relação aos países desenvolvidos. O Brasil fica numa faixa de latitude privilegiada, na qual a incidência de radiação solar é muito superior, por exemplo, do que a que ocorre em países europeus (SERRA et al., [s. d.]). Em média, segundo Zilles (2000, p.117), “a disponibilidade anual supera os 1.825 kWh/m², ou seja, em cada metro quadrado de superfície temos diariamente 5 kWh de energia solar”. São essas características, como o clima quente e o alto índice de insolação no decorrer do ano, que deixam o país com um quadro extremamente favorável em relação ao aproveitamento em abundância da energia solar (PACHECO, 2006).

Este recurso pode ser explorado em todo o território por meio da fotossíntese, principalmente com a conversão térmica e a fotovoltaica (ZILLES, 2000). De acordo com Pinho e Galdino (2014), estas energias derivadas do sol são denominadas energia solar térmica e energia solar fotovoltaica.

A energia solar térmica é utilizada para captar e armazenar energia, derivando, segundo Pinho e Galdino (2014, p.46), “na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo”.

A energia solar fotovoltaica, de acordo com Pinho e Galdino (2014, p.50), “é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico)”. Esta célula fotovoltaica é um dispositivo fabricado com material semicondutor, componente fundamen-

tal do processo de conversão (PINHO; GALDINO, 2014). Este tipo de aplicação da energia solar é considerado, segundo Finder (2011), uma solução inteligente para levar energia elétrica a lugares de difícil acesso, por possuir uma instalação em pequena escala e demandar pouca manutenção.

Por essa razão, o foco do trabalho em termos de energia solar se voltará à energia solar fotovoltaica. As variações de painéis serão apresentadas na sessão de análise de similares.

As dimensões dos painéis dependem principalmente do número de células fotovoltaicas que o compõe. Essas células, também denominadas como módulos, são responsáveis pela conversão da radiação solar em energia elétrica (KAUFMANN, 2012).

A inclinação do painel fotovoltaico também é muito importante. Ela é fundamental para se obter um melhor aproveitamento da radiação solar incidente. Para isso, os módulos deverão estar inclinados em relação ao plano horizontal em um ângulo que irá variar conforme a latitude e longitude do local de instalação, e deverão ser orientados de modo que a parte frontal fique em direção ao Norte geográfico (FREIRE, 2013).

É possível descobrir o ângulo de aplicação ideal para cada região através do portal do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), informando a latitude e longitude do local em interesse. Nesse portal, encontra-se o programa SunData, que destina-se ao cálculo da irradiação solar diária, numa média mensal, em qualquer ponto do território brasileiro.

Após a verificação do ângulo de inclinação ideal para a região de São Lourenço do Sul, RS, onde os dados de latitude e longitude foram expostos na sessão 2.1.3, obteve-se os seguintes resultados: para o uso da energia junto à rede elétrica o ângulo é de 25° Norte; e para o uso com baterias, o ângulo é de 51° Norte.

Com esses dados, é possível dar procedimento ao trabalho para definir qual o tipo de energia renovável será implementada ao projeto.

3 LEVANTAMENTO DE DADOS

A fase de desenvolvimento do projeto, as pesquisas, as análises realizadas e os testes serão apresentados neste capítulo. Com isso, será possível avaliar e viabilizar a proposta de conceito do produto.

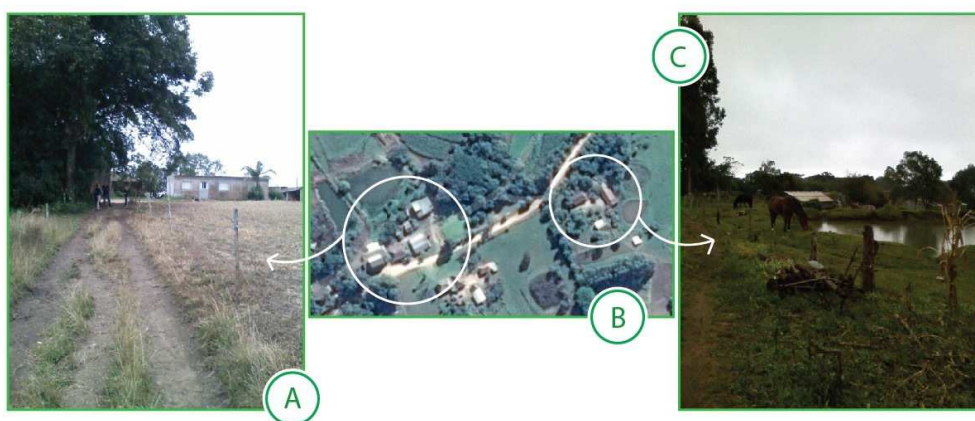
3.1 ANÁLISES COM USUÁRIOS

Após identificar dados da situação do acesso à comunicação no interior de todo o Brasil, tornou-se indispensável ir até a região em estudo para avaliar o problema em questão e efetuar um levantamento de dados com os usuários que habitam o local.

3.1.1 Visita à região em estudo

Para a verificação da atual situação em relação ao acesso à comunicação da região em estudo, foram visitadas duas moradias rurais do 3º distrito de São Lourenço do Sul, conforme figuras 07A e 07C. O objetivo era conhecer o ambiente e entender as reais dificuldades de acesso à comunicação.

Figura 07 – (A) Primeira propriedade visitada, propriedade 01, (B) Vista superior das propriedades e (C) Segunda propriedade visitada, propriedade 02.



Fonte: Figuras A e C: Autora (2015) e figura B: Google Maps (2016).

Por meio da visita realizada, foi possível fazer um levantamento estrutural das propriedades, avaliando as possibilidades de soluções viáveis àquele ambiente. Como o foco do trabalho, desde o princípio, é a utilização de energia renovável, o clima, referente à incidência solar e aos fluxos de vento, também foi percebido e avaliado.

Em relação à incidência solar, os moradores alegaram que é bem típico o sol aparecer constantemente durante todo o ano. Porém, relataram exceções que ocorrem no inverno do Rio Grande do Sul, em que o dia permanece nublado, sem incidência de raios solares.

Referente ao vento, para avaliar sua velocidade, foi utilizado um anemômetro, conforme figura 08. Considerando três variáveis (a altitude, a distância em relação à casa, e a direção do vento), foram realizadas medições nas duas propriedades visitadas.

Figura 08 – Anemômetro utilizado para medir o fluxo do vento.



Fonte – Incoterm (2016).

Os valores alcançados estão expostos nos quadros 03 e 04. Os dados obtidos em ambos os locais foram captados no mesmo dia e nos mesmos períodos, apenas com alguns minutos de diferença entre um local e outro.

Quadro 03 – Captação da velocidade do vento na propriedade 01.

	AO LADO DA CASA	15 METROS DA CASA	30 METROS DA CASA	50 METROS DA CASA
1º DIA - PERÍODO DA TARDE	1.2 m/s	1.4 m/s	2.4 m/s	0.6 m/s
1º DIA - PERÍODO DA NOITE	1.0 m/s	1.6 m/s	2.2 m/s	0.6 m/s
2º DIA - PERÍODO DA MANHÃ	0.8 m/s	1.1 m/s	2.7 m/s	0.2 m/s
ALTITUDE	Nível da casa	Nível da casa	1 metro abaixo do nível da casa	Nível da casa
VENTO (DIREÇÃO)	Sul	Sul	Sul	Sul

Fonte: Autora (2015).

No quadro 03, é possível verificar que o período do dia não é um fator de influência para a incidência do fluxo de vento na região. A uma distância de trinta metros da casa, com uma altitude de um metro abaixo do nível da casa, foi onde se obtiveram as melhores velocidades de vento. Para se ter um parâmetro, o vento com 2.7 m/s é equivalente ao de um ventilador com três potências, operando na velocidade três, ou seja, a mais potente, que é de 2.7 m/s na fonte.

Quadro 04 – Captação da velocidade do vento na propriedade 02.

	AO LADO DA CASA	60 METROS DA CASA	90 METROS DA CASA
1º DIA - PERÍODO DA TARDE	1.1 m/s	1.0 m/s	1.1 m/s
1º DIA - PERÍODO DA NOITE	0.8 m/s	0.9 m/s	1.2 m/s
2º DIA - PERÍODO DA MANHÃ	0.2 m/s	0.9 m/s	2.7 m/s
ALTITUDE	Nível da casa	1 metro acima do nível da casa	3 metros acima do nível da casa
VENTO (DIREÇÃO)	Sul	Sul	Sul

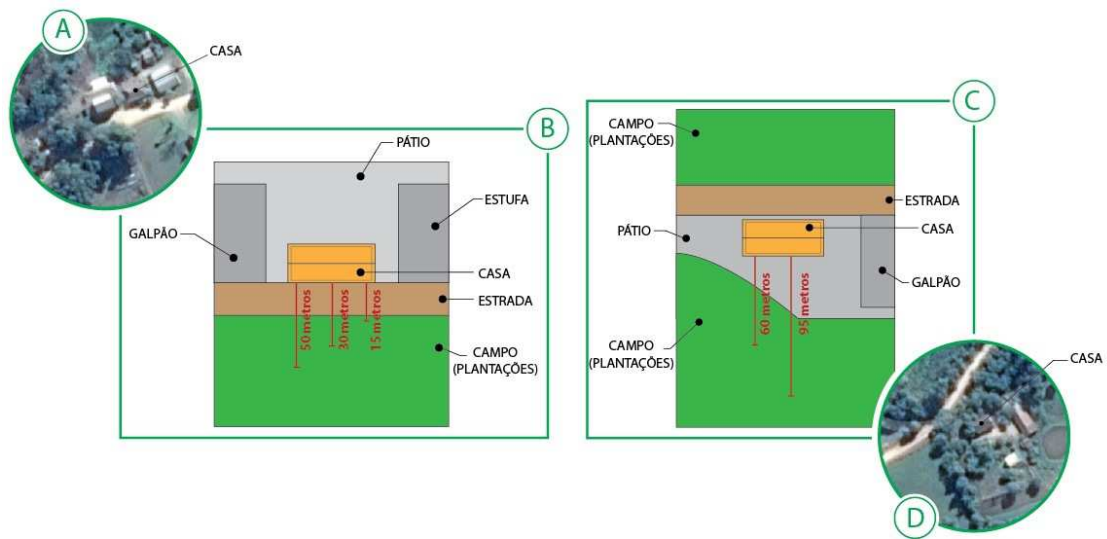
Fonte: Autora (2015).

Já no quadro 04 é possível averiguar que além da distância da casa, o que contribuiu para um fluxo maior de vento foi a altitude. Neste caso, o período do dia, assim como na tabela 03, também não influenciou no fluxo de vento.

O que se pode concluir com essa análise do fluxo de vento nas propriedades é que a distância da casa influencia no fluxo do vento. Isso porque as barreiras, como árvores, galpões e a própria casa, acabam por alterar a passagem contínua do mesmo. Com as velocidades obtidas ao se distanciar da casa, a aplicação de um micro-gerador eólico funcionaria de maneira eficiente para a captação de energia.

Na figura 09B e 09C é possível visualizar a direção e as distâncias de captação do vento em ambas as propriedades no levantamento arquitetural das mesmas.

Figura 09 – (A) Imagem real da propriedade 01, (B) Levantamento arquitetural da propriedade 01, (C) Levantamento arquitetural da propriedade 02 e (D) Imagem real da propriedade 02.



Fonte: Figuras (A e D) google maps e figuras (B e C) autora (2016).

Segundo Platcheck (2012), o levantamento arquitetural nada mais é do que a estação de trabalho onde o equipamento a ser desenvolvido atuará. Analisa-se a área, com seus respectivos elementos, para avaliar o espaço de trabalho disponível.

Partindo desta definição, foi elaborado o levantamento arquitetural das duas propriedades visitadas, conforme demonstra a figura 09, onde 09A é a imagem via satélite da propriedade e 09B é o levantamento arquitetural da mesma. Do mesmo modo, a figura 09D é a imagem via satélite e a 09C é o levantamento arquitetural. É possível verificar na figura 09 um ponto em comum entre a imagem via satélite e o respectivo levantamento arquitetural, que é a casa. Este foi evidenciado para que se pudesse ter uma analogia entre a imagem real do ambiente e seu levantamento arquitetural.

Esse levantamento é importante para se obter noção do espaço que as propriedades oferecem para a implementação de uma solução de produto que os auxilie na melhoria da comunicação.

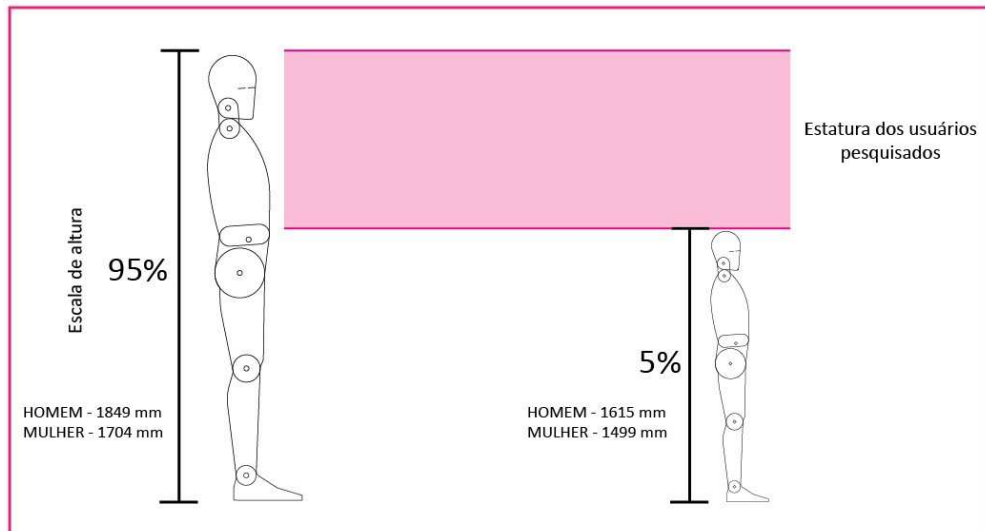
3.1.2 Entrevistas com o Público-Alvo

Após as visitas nas propriedades rurais para compreender melhor a demanda do problema em questão, foram realizadas entrevistas qualitativas com os moradores das propriedades visitadas e seus vizinhos. O objetivo foi verificar os principais meios de comunicação utilizados, a alternância de sinal durante o dia, a demanda de locomoção para a captação de

sinal e o quanto a falta de sinal influencia a vida dessas pessoas diariamente. Por fim, foram levantadas considerações acerca da importância do acesso à comunicação.

Foram entrevistados quatro usuários, habitantes de propriedades distintas, em faixa etária de 20 a 60 anos. Como dado ergonômico para o projeto foi coletado também a estatura média deles, que está exposta na figura 10.

Figura 10 – Estatura média dos usuários pesquisados.



Fonte: Autora (2016).

Desses quatro usuários, todos utilizam aparelhos celulares e dois teriam acesso à internet. Porém, um não tem sinal e um só consegue atingir um bom sinal para utilizar a internet no campo, em meio às plantações. Os dados mostram que três dos usuários precisam sair de casa em uma mediação de 60 metros para obter sinal, e um deles não pode sair de dentro de casa, pois há um local específico que o sinal alcança.

Foi possível perceber, por meio das entrevistas, que o período do dia não influencia para o melhoramento do sinal. Dos entrevistados, todos alegaram que o sinal não é bom na região e que isso interfere de forma negativa na vida deles.

Em alguns casos, os filhos que saíram de casa em busca de qualificação não conseguem retornar nos fins de semana para visitar os pais em função da demanda de trabalhos, já que eles não conseguem estudar sem o uso da internet. Outro relato coletado foi o de uma mãe que tem filhos pequenos. Ela contou que em certa ocasião, um dos filhos adoeceu e ela tentou entrar em contato com um médico, mas não conseguiu, já que não havia sinal telefônico. A mulher precisou mandar o filho mais velho, de cinco anos, ir sozinho até o vizinho pedir ajuda.

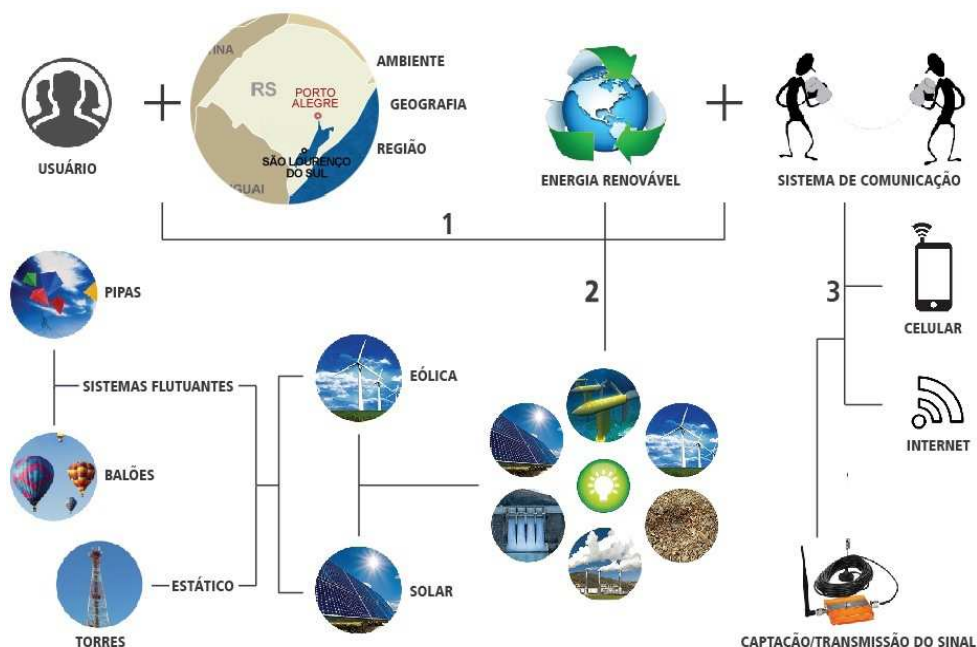
Além desses relatos, os entrevistados alegam se sentir isolados. Eles acreditam que pior do que caminhar no campo para achar o sinal do telefone, é não conseguir receber chamadas.

Por meio desta pesquisa foi possível confirmar a importância de solucionar este problema o quanto antes. A resolução vai proporcionar mais qualidade de vida para os moradores da região. Em ambientes rurais, onde tudo é longe, conseguir utilizar o celular é algo fundamental, ainda mais quando se considera que crianças podem estar correndo risco de morte por carência de acesso aos meios de comunicação.

3.2 ANÁLISES DE ESTRUTURAS BALIZADORA

Por meio das pesquisas efetuadas, contabilizando a realização da visita para conhecer o ambiente, o levantamento arquitetural para entender o espaço de trabalho e a entrevista com o público-alvo para averiguar o problema de projeto, foi possível chegar a três vieses de projeto, os quais estão expostos na figura 11.

Figura 11 – Esquema representativo de vieses de projeto.



Fonte: Autora (2016).

Com o esquema apresentado na figura 11, é possível apresentar a ideia do projeto em si, que pretende atender os moradores da região de São Lourenço do Sul, no âmbito da melhoria da comunicação através de um sistema que utilize energia limpa, com foco em

energia solar e eólica. Chegou-se a três conceitos de possíveis soluções para atender o problema. Dois deles, o de balões e o de pipas, são sistemas flutuantes e gerariam energia eólica. O outro conceito é voltado para um sistema estático e geraria energia solar, partindo da ideia de uma torre.

Cada conceito será estudado e avaliado para que, no fim deste capítulo, possa ser apontado o mais viável para atender a demanda do projeto.

3.2.1 Balão

O balão pode ser utilizado para conseguir atingir alturas elevadas e, assim, captar a transmissão de sinal sem interferência de barreiras. A ideia surgiu do conceito do Gerador Eólico Inflável, exposto na figura 12, que está sendo desenvolvido por uma empresa tecnológica dos Estados Unidos. O objetivo é captar o vento na maior altitude, por ele ser mais forte e conseguir gerar três vezes mais energia do que se ele estivesse no solo. Para isso, foi desenvolvido um gerador eólico sob a forma de um enorme balão, cheio de gás hélio, que o torna mais leve do que o ar.

Este balão possui uma aerodinâmica e um design que o fazem apontar sempre para o vento, assim como um cata-vento. Ele possui um fio condutor que transporta a corrente elétrica e promete gerar energia suficiente para alimentar uma pequena comunidade. O equipamento pode ser transportado por caminhões.

Figura 12 – (A) Vista Frontal do Gerador eólico inflável e (B) Vista lateral do Gerador eólico inflável.



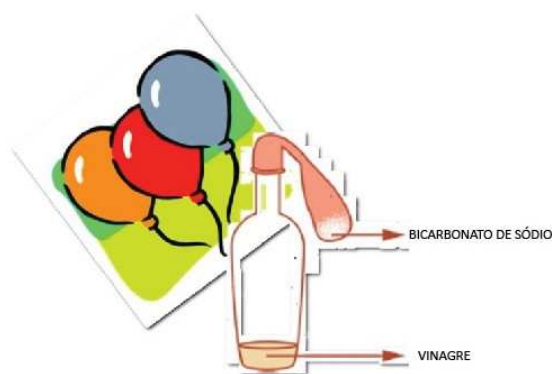
Fonte: G1 Globo (2015).

Considerando a exposição direta com o usuário, a utilização do gás hélio seria dispensada para evitar possíveis acidentes que o usuário poderia sofrer ao manusear o gás. Com

este princípio, partiu-se em busca de um gás inofensivo, que não prejudicasse o usuário em caso de contato.

Através de pesquisas, foi identificada uma receita de um possível gás caseiro, que surge com a promessa de excelentes resultados. Foram efetuados ensaios, utilizando a receita do gás caseiro, que consiste em vinagre, bicarbonato de sódio, balão e uma garrafa. Para efetuar o experimento, é só adicionar uma colher de bicarbonato de sódio no interior do balão e três colheres de vinagre no interior da garrafa. Prende-se o balão no bico da garrafa, conforme figura 13. A mistura começa a borbulhar e, quando o bicarbonato e o vinagre se misturam, o balão começa a encher devido a uma reação química.

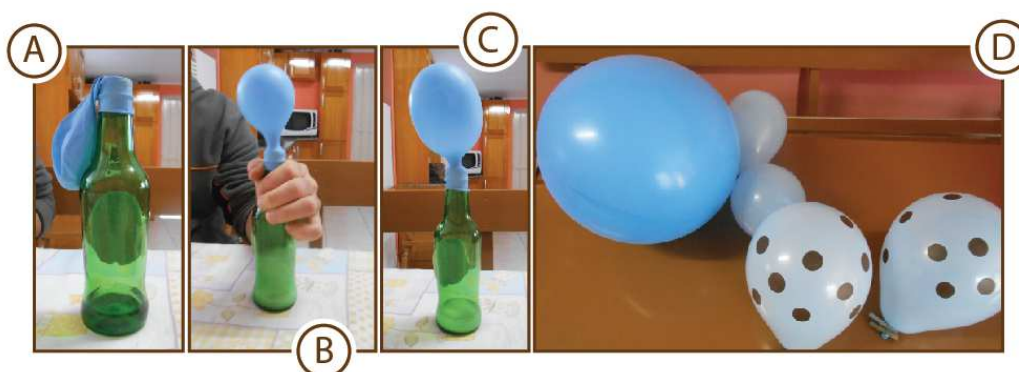
Figura 13 – Procedimento da mistura para gerar o gás.



Fonte: Laboratório Caseiro (2014).

O experimento foi realizado para confirmar sua veracidade e assim poder dar sequência a uma pesquisa para avaliar a potência do gás, o quanto ele realmente funcionaria e as dimensões de balões que ele encheria para uma possível aplicação no projeto. O procedimento realizado foi exatamente o descrito acima. Abaixo, na figura 14, está exposto o processo do ensaio.

Figura 14 – (A) Disposição do bicarbonato e vinagre para início do ensaio, (B) Início da reação, (C) Ponto onde estabilizou a reação e (D) Amostras do ensaio efetuado.









Fonte: Autora (2016).

Na figura 14A está exposta a disposição dos objetos: o balão e a garrafa, com seus respectivos elementos: bicarbonato e vinagre, para reação. A figura 14B mostra o início da reação, quando se levanta o balão para que o bicarbonato caia sobre o vinagre e reaja, gerando o gás que infla o balão. Já na figura 14C, é possível observar a finalização do processo, onde a reação entre os dois elementos cessa e o balão estabiliza numa dimensão.

Para avaliar o quanto esse gás insuflaria um balão, foram realizados diversos ensaios com alterações na quantidade de bicarbonato e vinagre. Os resultados estão expostos no quadro 05.

Quadro 05 – Variação da receita do gás e dimensões de balões obtidas.

QUANTIDADES		RESULTADO
1  bicarbonato	3   vinagre	12 cm
3   bicarbonato	9   vinagre	17 cm
10   bicarbonato	30   vinagre	24 cm

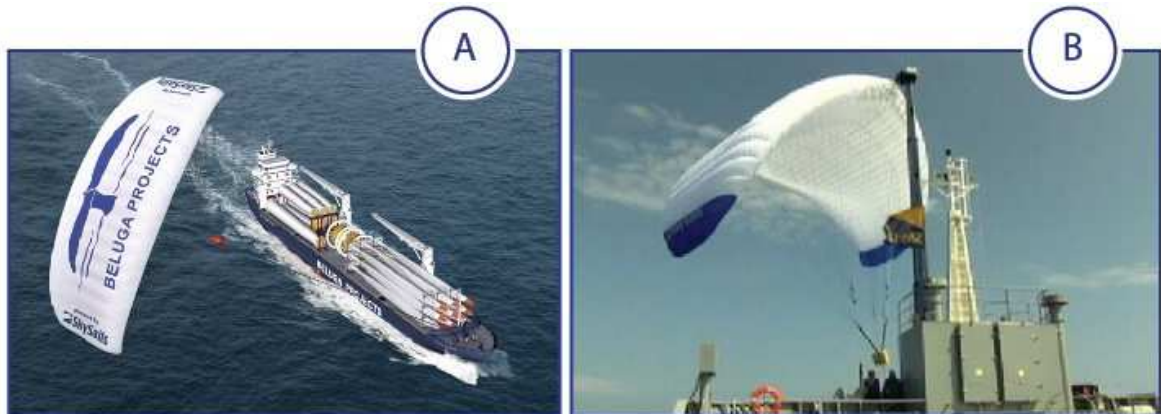
Fonte: Autora (2016).

Por meio do quadro 05, é possível verificar que as dimensões variaram conforme a quantidade de material utilizado para que acontecesse a reação. Diferentemente da proposta do gás hélio, que é mais leve do que o ar e por isso tende a subir, os balões utilizados nos testes ficaram pesados, como é possível observar na figura 14D, o que inviabilizou a proposta de utilização deste tipo de gás.

3.2.2 Pipa

A pipa surgiu como uma potencial solução após a recordação de uma reportagem veiculada no programa Fantástico, da rede Globo, em maio de 2011. Na matéria, um navio cargueiro era parcialmente movido por uma pipa gigante, conforme expõe a figura 15.

Figura 15 – (A) Ângulo 1 Pipa Gigante puxando navio cargueiro e (B) Ângulo 2 Pipa Gigante puxando navio cargueiro.

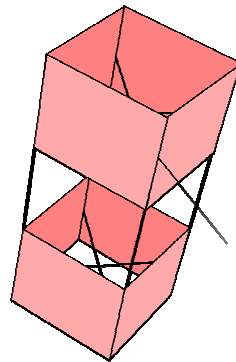


Fonte: Globo Play (2011).

A pipa gigante mede 160 metros quadrados e economiza em até 20% o consumo de combustível do navio cargueiro.

Por meio deste conceito, foi então avaliada a possibilidade da utilização da pipa para auxiliar na captação de sinal de telecomunicação, considerando as elevadas alturas que se poderia atingir com a mesma. Então, viabilizando a proposta da utilização de energia renovável para que o produto desenvolvido supra a necessidade energética, avaliou-se que o melhor modelo de pipa para se instalar um micro-gerador eólico era o modelo de pipa caixa, exposto na figura 16.

Figura 16 – Modelo de pipa caixa.



Fonte: Eletropipas (2010).

Após a definição do modelo de pipa, partiu-se para os ensaios e validação da proposta. Lembrando que além do próprio peso, a pipa possuiria o peso do micro-gerador eólico para levantar.

A primeira pipa caixa construída foi de bambu, revestida com papel manteiga e filme plástico, conforme ilustra a figura 17.

Figura 17 – (A) Pipa com perfis de bamboo, (B) Hélice para captação de energia e (C) Pipa após tentativa de voo.



Fonte: Autora (2015).

Na figura 17A, a pipa estava prestes a ser solta em uma das propriedades visitadas da região em estudo. A ideia inicial era efetuar um voo sem o micro-gerador eólico, exposto na figura 17B, para verificar se a estrutura havia sido construída corretamente. Efetuou-se a tentativa de voo e não se obteve resultado positivo, conforme indica a figura 17C. A estrutura não estava simétrica em relação ao peso, pois alguns perfis de bamboo estavam com uma espessura superior aos demais, fazendo com que a pipa não voasse.

Com os resultados negativos do primeiro ensaio, resolveu-se executar três pipas caixa com materiais estruturais distintos para um novo ensaio. Foram selecionados madeira roliça, fibra de vidro e polímero. O resultado obtido está exposto na figura 18.

Figura 18 – (A) Pipas com diferentes materiais, (B) Pipa com estrutura em madeira roliça, (C) Estrutura do micro gerador eólico fixado na estrutura de madeira roliça, (D) Relação de altura homem x pipa, (E) Pipa com estrutura de fibra de vidro e (F) Pipa com estrutura polimérica.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 18A, estão expostas as três propostas de pipas caixa com materiais distintos. Em ordem crescente, vê-se a pipa com perfil polimérico, a pipa com perfil de fibra de vidro e a pipa com perfil de madeira roliça. A figura 18B mostra a pipa de madeira roliça no ar, voando com a estrutura do micro-gerador eólico. Exposto na figura 18C está uma pipa que subiu mesmo com o acréscimo de peso e se manteve constante no ar, obtendo um resultado positivo no ensaio. Já a figura 18D apresenta a altura que a pipa alcançou, levando-se em conta a estrutura em madeira roliça.

Na figura 18E, visualiza-se a pipa com estrutura em fibra de vidro no ar. Esta foi a pipa que levantou com maior facilidade, em função do material possuir uma densidade menor do que as demais. Todavia, foi a mais difícil de se manter no ar, porque sua estrutura começou a se deformar com a força do vento, tornando impossível mantê-la flutuando. Ou-

tro detalhe negativo em relação à essa estrutura é o fato de ela não suportar a fixação do micro-gerador eólico sem apresentar deformação. Obteve-se, portanto, um resultado negativo neste ensaio.

Já na figura 18F está demonstrada a pipa com estrutura polimérica, com tubos de polímero que são utilizados para prender balões em festas infantis. Esta estrutura não resistiu nem ao impulso para levantá-la. Quebrou na primeira tentativa de levantamento, não sendo possível fixar o micro-gerador eólico para avaliar o comportamento de sua estrutura. Com isso, obteve-se um resultado negativo neste ensaio.

Após essas avaliações, foi possível concluir que dos materiais selecionados, o que se destacou foi a madeira roliça. Esse foi o único material que suportou a fixação do micro-gerador eólico e permaneceu no ar constantemente. Este material valida o conceito abordado, provando que a estrutura comporta e levanta o núcleo de geração de energia eólica com eficiência.

É importante frisar que estes ensaios foram realizados em uma das propriedades visitadas, na região em estudo. Um detalhe bastante importante para o projeto é que, no decorrer do dia, o fluxo de vento não foi constante, fazendo com que em alguns momentos o levantamento da pipa demorasse de forma considerável, o que aumentava o grau de dificuldade para erguê-la.

Com isso, pode-se concluir que o conceito da pipa é viável e funciona bem. Porém, é importante levar em consideração a restrição do vento, que é um complicador que agrava a proposta deste conceito para o projeto.

3.2.3 Torre estática

O conceito da torre estática surgiu a partir do princípio de funcionamento de uma antena retrátil, exposta na figura 19, de um Opala.

Figura 19 – (A) Antena compactada, (B) Antena estendida, (C) Parte interna da antena e (D) Detalhes da parte interna.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 19A, a antena está no modo compacto sobre uma base que foi elaborada para que a mesma pudesse ficar estável para ensaios e avaliações. Para que ela possa se estender, é necessário o uso de uma bateria para oferecer energia às engrenagens, assim como exposto na figura 19B. As engrenagens, neste caso, conforme figura 19C e 19D, são as responsáveis pela extensão ou retração do fio, o que ocasiona o movimento que a antena executa, e é este conceito de movimento que a antena traz para o projeto em desenvolvimento.

A ideia é poder aplicar este movimento a um equipamento fixo, para que ela possa alcançar alturas elevadas e assim conseguir a captação de sinal sem a influência de barreiras como árvores ou morros. Porém, o objetivo é que não haja a necessidade de se ocupar uma área muito extensa da propriedade e que, para isso, ela possa ser compactada. Assim, em dias de temporal, por exemplo, garante uma melhor segurança, como visto na sessão 2.2.2.

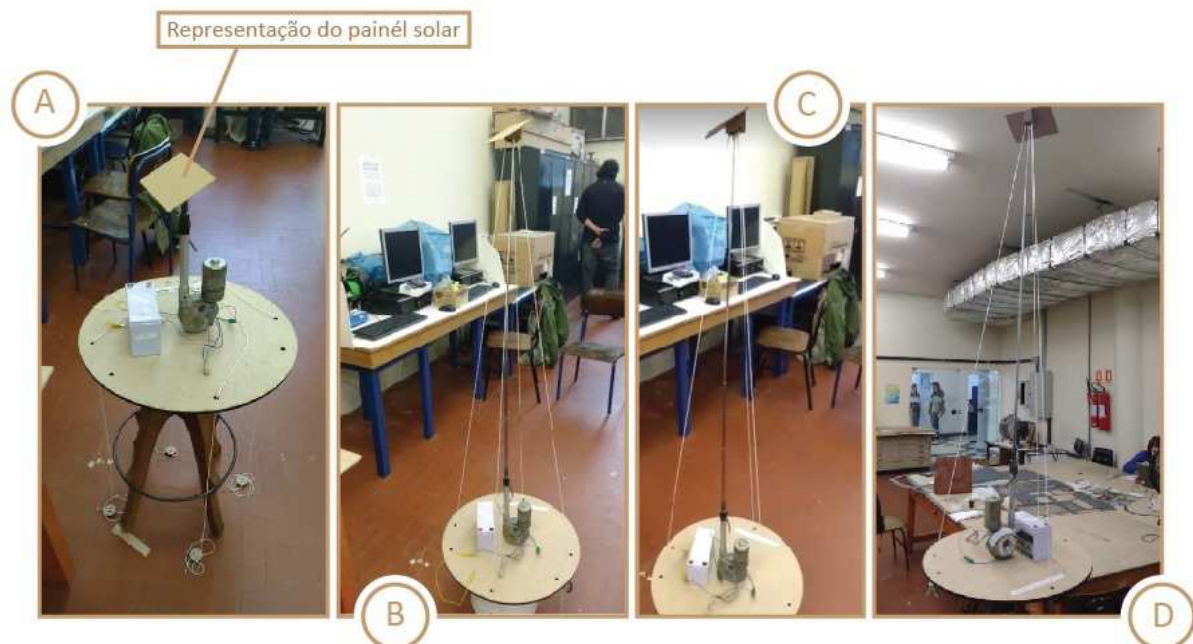
Este movimento denominado telescópico demanda de energia para seu funcionamento. Como o foco do projeto, desde o princípio, é o desenvolvimento de um produto sustentável, dependente de energia renovável, a ideia, então, é utilizar no topo da antena um painel fotovoltaico para a captação de energia solar.

Uma pesquisa realizada com profissionais na área de informática da região de São Lourenço do Sul, responsáveis pela instalação de antenas via rádio no interior do município, mostrou que, para a obtenção e captação de sinal, a medida mínima para uma antena ser instalada é dez metros de altura. Este é o principal motivo para que o sinal, hoje, não funcione com qualidade, pois normalmente a altura de instalação é inferior a dez metros.

Considerando esta informação e conhecendo a dimensão da antena telescópica do Opala, que é de 970 milímetros, foram realizados ensaios com a antena, balizando uma escala reduzida de 1:10.

Para este ensaio foi elaborada uma base circular de apoio de 500mm de diâmetro, com quatro furações equidistantes e ângulo de 90°, as quais estão representadas nas figuras 20A e 20B. Também foram feitas três furações equidistantes com ângulo de 120°, conforme ilustram as figuras 20C e 20D. Tudo isso foi feito para que se pudesse avaliar o que estabilizaria mais o equipamento caso ocorresse um fluxo de vento forte na região. Para esta avaliação também é representado um painel fotovoltaico no topo da antena, com a angulação específica para a região, conforme dados obtidos no capítulo 2 deste projeto. A representação do painel pode ser visualizada na imagem 20A.

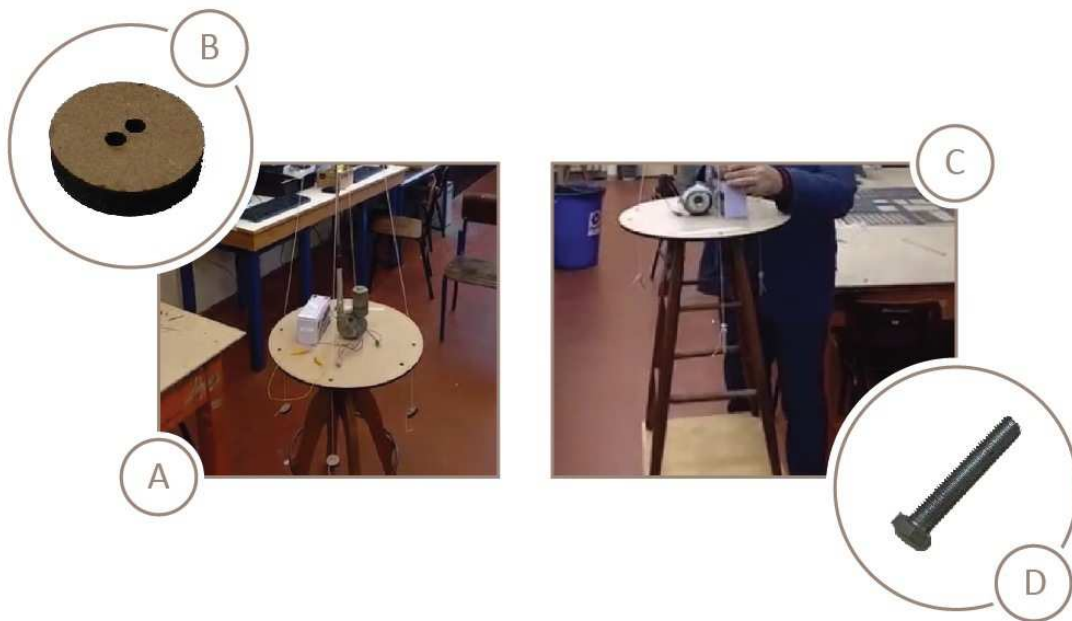
Figura 20 – (A) Representação do ângulo do painel solar e furação com ângulo de 90°, (B) Modelo utilizando quatro furações com ângulo de 90° (C) Modelo utilizando três furações com ângulo de 120° e (D) Modelo utilizando três furações com ângulo de 120° entre eles.



Fonte: Autora (2016).

Para que os cabos permanecessem esticados, foram elaborados ensaios com pesos distintos para verificar qual deles manteria o cabo sem vibrar, mesmo com o aumento da velocidade do vento. Os pesos foram representados por um bloco de MDF, com peso de 0,08 gramas, conforme apresentam as figuras 21A e 21B, e também um parafuso de aço, com peso de 0,42 gramas, exposto nas figuras 21C e 21D.

Figura 21 – (A) Cabos presos com bloco de MDF, (B) Bloco de MDF para fazer contrapeso nos cabos, (C) Cabos presos com parafuso de aço e (D) Parafuso de aço para fazer contrapeso nos cabos.

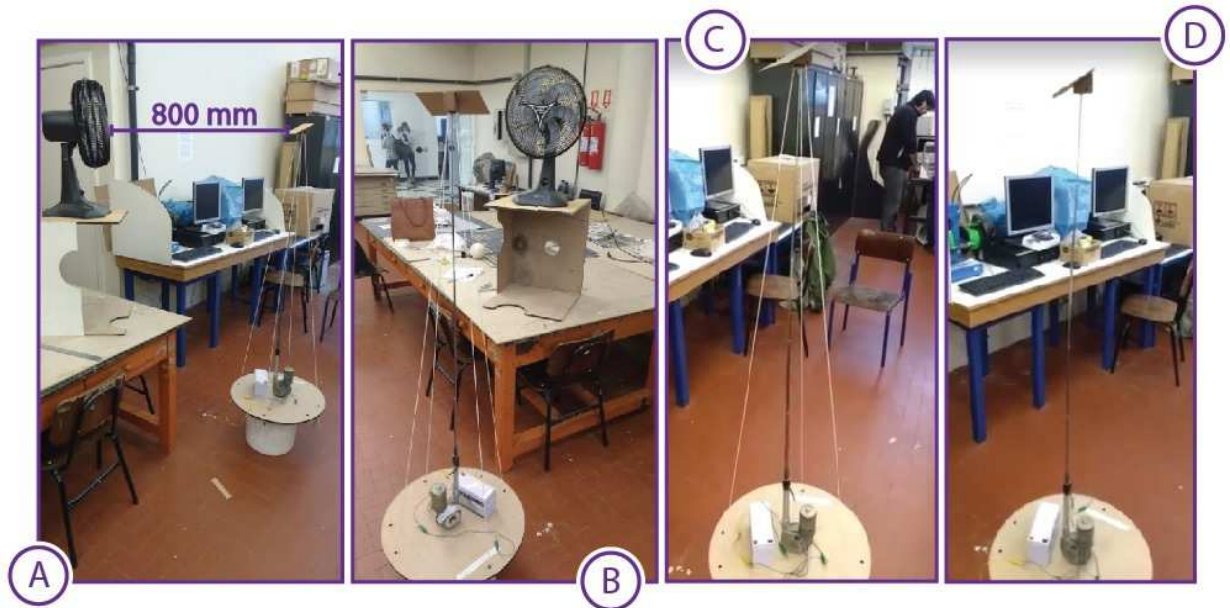


Fonte: Autora (2016).

O contrapeso que melhor atendeu a demanda de evitar a vibração com a força do vento foi o parafuso de aço. Além de ele auxiliar na vibração dos cabos, contribuiu para que a antena sofresse menos variação com a incidência do vento. Para chegar a essas deduções, foram realizados ensaios, onde se expôs o ventilador a uma distância conhecida de 800mm da antena, conforme figura 22A. Analisou-se, então, a incidência do vento sobre a antena, com as três velocidades disponíveis no ventilador.

Para isso, levou-se em conta as condições dos cabos atuando em quatro pontos, distribuídos em um raio de 250mm equidistantes 90° entre si (figura 22B), utilizando o bloco de MDF e o parafuso de aço, em momentos distintos. Também levou-se em conta as condições dos cabos atuando em três pontos, distribuídos em um raio de 250mm equidistantes 120° entre si (figura 22C), utilizando o bloco de MDF e o parafuso de aço, em diferentes momentos. Por fim, testou-se o uso apenas da antena, sem apoio de cabos, conforme figura 22D.

Figura 22 – (A) Distância entre o ventilador e a antena, (B) Ensaio utilizando o cabo em quatro pontos, (C) Ensaio utilizando o cabo em três pontos e (D) Ensaio utilizando apenas a antena.



Fonte: Autora (2016).

A distância de variação foi captada durante o ensaio com o auxílio de uma régua. A figura 23 apresenta o momento do ensaio em que a antena estava alternando, onde X representa sua variação.

Figura (23) – Variação retilínea da antena (X).



Fonte: Autora (2016).

O quadro 06 apresenta os valores de variação da antena com a incidência direta do vento em relação aos influentes, obtidos nos ensaios realizados.

Quadro 06 – Variação da antena (X) com a incidência do vento e seus respectivos fatores de influência.

INFLUENTES	VARIAÇÃO DA ANTENA (X)		
	VELOCIDADE DO VENTO 2.7 m/s - Velocidade III do ventilador.	VELOCIDADE DO VENTO 2.2 m/s - Velocidade II do ventilador.	VELOCIDADE DO VENTO 1.8 m/s - Velocidade I do ventilador.
BLOCOS DE MDF 4 PONTOS	10mm	8 mm	6 mm
PARAFUSO DE AÇO 4 PONTOS	7 mm	5 mm	3 mm
BLOCOS DE MDF 3 PONTOS	8mm	6 mm	5 mm
PARAFUSO DE AÇO 3 PONTOS	5 mm	3 mm	1 mm
SÓ ANTENA	18 mm	15 mm	12 mm
DISTÂNCIA ENTRE O VENTILADOR E A ANTENA - 800 mm			

- Menos variou com maior fluxo de vento
- Mais variou com menor fluxo de vento

Fonte: Autora (2016).

No quadro 06 é possível observar que, dos ensaios realizados, o que mais variou com menor fluxo de vento foi o da antena sem nenhum suporte de cabo, atingindo uma variação de 12mm. O fluxo de vento direto na antena, sem o auxílio dos cabos, também foi o que apresentou a maior oscilação, chegando a 18mm de diferença. Esses dados confirmam a importância dos cabos como suporte de estabilização.

O ensaio que obteve melhor resultado, portanto, foi o que possuía auxílio dos cabos com distâncias equidistantes de 120° e os pesos dos parafusos para tensionar. Isso porque o ensaio foi o que menos apresentou variação com a incidência do maior fluxo de vento e também o que menos variou com o menor fluxo de vento.

Por meio dos dados obtidos com a realização dos ensaios, é possível apontar que o sistema que melhor suporta o forte fluxo de vento é o que utiliza três cabos com ângulo de 120° entre eles. Soma-se a isso a utilização de contrapesos de massa mais elevada, como é o caso do parafuso de aço, que proporciona maior tensão aos cabos.

3.2.4 Pesquisa com o público-alvo

Após esclarecer os três vieses iniciais de possíveis segmentos (balões, pipas e torre retrátil) de solução para uma futura geração de alternativas, por meio de ensaios e validações, foi possível avaliar as características de cada proposta. Essas propostas foram expostas e explicadas ao público-alvo para que se pudesse realizar uma pesquisa de opinião sobre cada situação apresentada.

Foram selecionadas algumas características de cada alternativa para que os usuários pudessem avaliar o nível de importância de cada uma delas. No quadro 07 estão expostos os resultados obtidos.

Quadro 07 – Nível de importância sobre cada característica exposta.

		USUARIO 1	USUARIO 2	USUARIO 3	USUARIO 4	TOTAL	
		1 - MENOS IMPORTANTE / RUIM 3- MÉDIO / BOM 5- MUITO IMPORTANTE / MUITO BOM					
CARACTERÍSTICAS							
MODELO 1 - BALÃO ENERGIA EÓLICA	Uso de gás hélio	1	1	1	1	4	TOTAL = 56
	Fluxo de vento	3	1	3	3	10	
	Elevado alcance de altura	5	5	3	5	18	
	Instável (móvel)	1	3	1	1	6	
	Média dependência do usuário	1	1	1	1	4	
	Desvantagens em temporais	1	1	1	1	4	
	Vantagem para transporte (compacto)	5	1	1	3	10	
MODELO 2 - PIPA ENERGIA EÓLICA	Dependência de vento	5	3	3	3	14	TOTAL = 68
	Fluxo de vento	3	1	3	3	10	
	Elevado alcance de altura	5	5	3	5	18	
	Instável (móvel)	1	3	1	1	6	
	Alta dependência do usuário	1	1	1	1	4	
	Desvantagens em temporais	1	1	1	1	4	
	Vantagem para transporte (compacto)	5	1	1	3	10	
MODELO 3 - ANTENA RETRÁTIL ENERGIA SOLAR	Estrutura retrátil	5	5	5	5	20	TOTAL = 110
	Incidência Solar	5	3	5	5	18	
	Altura limitada	1	1	5	3	10	
	Estável (fixo ao solo)	5	3	3	5	16	
	Baixa dependência do usuário	5	5	5	5	20	
	Vantagem em temporais	5	5	5	5	20	
	Desvantagem para transporte	1	1	3	1	6	

Dos resultados obtidos foram selecionados os seis que continham uma pontuação maior do que 15 pontos. Os mais importantes, no ponto de vista dos usuários, são a estrutura retrátil, a baixa dependência do usuário, a vantagem em temporais, o elevado alcance de altura, a incidência solar e a estabilidade do equipamento fixo ao solo. Esses itens serão convertidos em requisitos na sessão 5.

Outro dado levantado por meio da pesquisa realizada diz respeito à pontuação total de cada proposta elaborada. Os usuários apontam que o modelo da antena retrátil parece ser a alternativa mais viável para solucionar o problema abordado, visto que ela não depende exclusivamente dos usuários, assim como o balão e a pipa. Vale lembrar que a antena retrátil utiliza energia solar, o que garante uma estabilidade no seu funcionamento e descarta a dependência do vento, que não é estável na região. Também é a medida que proporciona maior segurança em relação a temporais quando comparada com as outras duas propostas.

4 ANÁLISES DE SIMILARES

Após apresentar distintas possibilidades de alternativas para a captação de sinal telefônico e internet aos usuários, considerando a altitude para a obtenção de um bom sinal, verificou-se que o método utilizando a pipa seria inviável. Isso porque se dependeria diretamente do usuário e do vento, que mesmo sendo forte na região, não se mantém constante, o que acarreta restrições.

No caso do balão, o uso se torna inviável em função do gás, que, como apresentado na sessão 3.2.1, não funcionou com a receita de gás caseiro. Já o uso do gás hélio, além de ter um preço elevado, exigiria cuidados especiais para evitar acidentes, e por esse motivo o seu uso foi descartado desde o início do trabalho.

Desta forma, considerando os ensaios realizados e os resultados obtidos, o foco na análise de similares será evidenciado no conceito de estrutura estática.

4.1 SIMILARES DO PRODUTO

Segundo Platchek (2012), similares do produto são todos os produtos que existem no mercado e que possuem as mesmas características, ou seja, efetuam as mesmas funções e obedecem aos mesmos requisitos do projeto em questão.

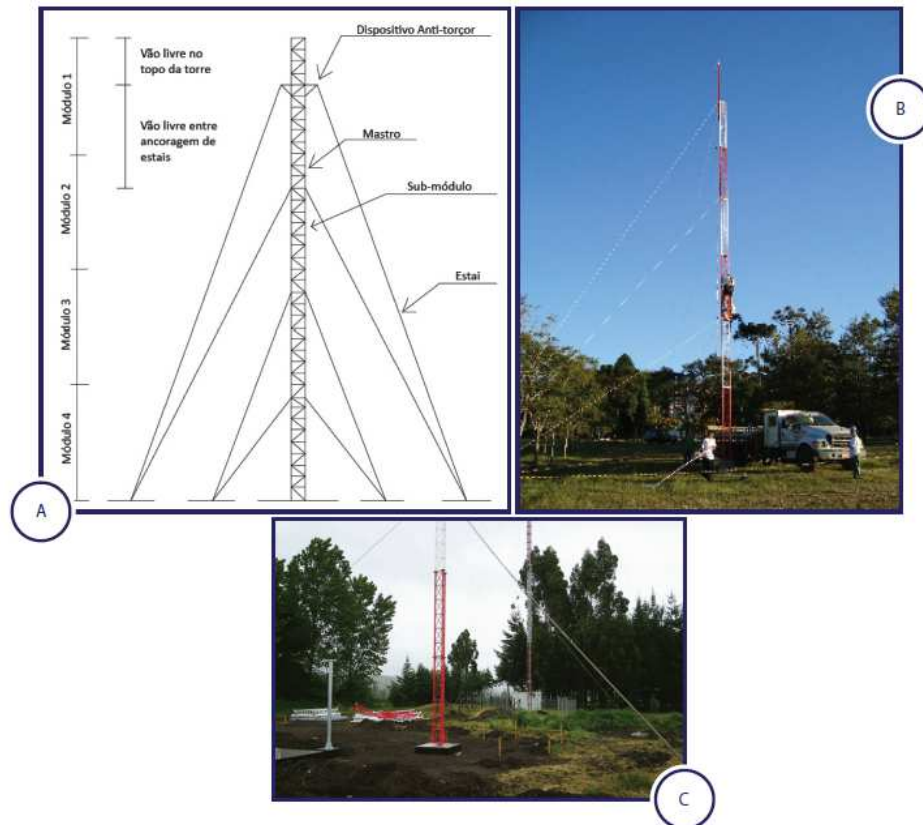
4.1.1 Torre estaiada para áreas rurais

A torre estaiada, representada na figura 24, atinge grandes alturas com elevada capacidade de carga. Ela é utilizada para a captação de sinal de telefone e internet nas regiões do interior. Para isso, necessita-se de disponibilidade de terreno a fim de que se possa ocorrer sua instalação. As sessões podem ser quadradas, triangulares ou transversais. A torre é composta de módulos e cada montante pesa 13,4 kg, podendo ser sobrepostos até 15 módulos.

Para que a torre seja instalada, não é necessário solda para montagem. Isso porque ela é feita com parafusos em aço inox, o que possibilita que o próprio usuário a monte. Para auxiliar nesse processo de montagem, a própria estrutura da torre pode ser utilizada como

escada. Sua seleção, tipo de sessão e material é definido pela capacidade nominal, ou seja, a função da altura da torre e da área efetiva máxima de antena suportada no topo da torre para o vento mais desfavorável (Metalúrgica Desterro, 2010).

Figura 24 – (A) Componentes da Torre, (B) Torre Estaiada Inteira e (C) Base da Torre.



Fonte: FIG Engenharia (2013).

Atualmente, a instalação desse tipo de torre é inviável por causa do espaço de área que ela demanda, considerando também sua altura. Ademais, muitos produtores rurais ainda utilizam pequenos aviões para a pulverização aérea em suas plantações, como é o caso da região abordada neste trabalho, e a implementação de uma torre estaiada no local poderia provocar acidentes.

4.1.2 Antenas melhoradoras de sinal

As antenas rurais, também chamadas de antenas diretivas, são dispositivos que viabilizam o aumento do alcance dos telefones celulares quando os aparelhos são utilizados em ambientes rurais, onde a cobertura das operadoras não chega.

Para obter o sinal, essas antenas devem ficar apontadas para a direção da torre da companhia telefônica mais próxima, que estará situada em algum centro urbano, conforme

ilustra a figura 25. O sinal recebido via antena chega até o celular através de um cabo coaxial ou pigtail, que deverá ser ligado no conector de antena do aparelho.

Figura 25 – Esquema apresentando como a antena rural capta o sinal.



Fonte: NEGER (2016).

Essas antenas devem ser instaladas em pontos altos para a captação do sinal. Geralmente, elas são expostas em cima das casas e por esse motivo nem sempre atendem a sua função. Isso ocorre devido a presença de barreiras como árvores e morros no caminho de transmissão entre a torre da operadora (ERB) e a antena direcional.

Estruturalmente, as antenas são pequenas e não poluem visualmente o ambiente. Todavia, são poucos os telefones celulares que aceitam a entrada da antena externa. Existem alguns modelos específicos que atendem essa necessidade, como os da marca LG e os chamados celulares rurais telefones, que são próprios para conexão da antena. Nesse caso, a antena é bipartida e de fácil transporte. Ela é produzida em alumínio e possui pintura epóxi eletrostática para evitar corrosões.

4.2 SIMILARES DA FUNÇÃO

Para Platchek (2012), similares da função são aqueles que existem no mercado e atendem as mesmas funções dos similares de produto, sendo produtos diferentes do que o de estudo.

Conforme a metodologia seguida, pretende-se, nesta etapa, avaliar diferentes soluções para resolver um problema. Estes conceitos ajudarão no desenvolvimento do projeto,

proporcionando alternativas de princípios de funcionamento, assim como estética e volumetria.

4.2.1 Sistema retrátil

Os sistemas retráteis podem ser divididos em três categorias, sendo elas: o sistema hidráulico, o pneumático e o manual.

No sistema hidráulico utiliza-se o óleo. Ele mantém uma força alta e constante em distintas velocidades e por muito tempo, permitindo maior precisão de operação do que os pistões pneumáticos. Esse sistema é mais lento do que o pneumático e está sujeito a vazamento de óleo (PAVANI, 2010).

O sistema pneumático utiliza ar comprimido, possui um acionamento rápido, permite um funcionamento rápido em altas velocidades e é de fácil manutenção, além de poder manter uma força constante, porém menor do que o acionamento hidráulico. Essa alternativa possui como desvantagem o fato de sua precisão ser pouco apurada, de haver a possibilidade de ocorrerem vibrações momentâneas e de possuir uma menor força em comparação a um sistema hidráulico (PAVANI, 2010).

No quadro 08 é possível avaliar as principais diferenças entre os sistemas hidráulico e pneumático:

Quadro 08 – Comparativo entre hidráulica e pneumática.

Característica	Hidráulica	Pneumática
Fluido	- Óleo mineral com ou sem aditivos - Fluidos sintéticos - Fluidos resistentes ao fogo - Água tratada	- Ar comprimido com diferentes graus de pureza - Nitrogênio
Pressão (em aplicações convencionais)	Até 300 kgf/cm ² (+/-4400 psi)	Até 8 kgf/cm ² (+/-120 psi)
Características físicas	- Baixa compressão - Alta viscosidade	- Alta compressão - Baixa viscosidade
Segurança em caso de vazamento	Alto risco	Baixo risco
Impacto ambiental	Alto	Baixo
Custo de equipamento na aquisição e manutenção	Alto	Baixo
Precisão de posicionamentos intermediários	Alta	Baixa
Capacidade de força dos atuadores	Ilimitada	Até 3 mil kgf (faixa econômica viável)
Velocidade dos atuadores	Baixa	Alta

Fonte: Mecatrônica Atual (2013).

Já o sistema retrátil manual é aquele em que, como o próprio nome já diz, encaixa uma peça na outra de forma manual e compacta, sem dependência de ar comprimido ou óleo, mas apenas esforço mecânico do usuário.

4.2.1.1 GUINDASTE GY50K

O sistema retrátil pode ser observado neste guindaste em sua lança, que é composta por seis partes prorrogadas automaticamente para o comprimento necessário. Na figura 26 é possível avaliar o controle automático da lança.

Figura 26 – Similar da função 1: Guindaste QY50K.



Fonte: Help Transportes (2016)

A suspensão da lança é hidropneumática, ou seja, esse sistema une qualidades das duas tecnologias para obter um equipamento otimizado. O comprimento total da lança chega a 58 metros. O tempo de elevação da lança é de 1 minuto e 28 segundos e o tempo total de sua telescopagem é de 3 minutos.

O sistema de hidro-pneumática é uma opção viável para sistemas telescópicos grandes, que exigem suportar peso e sofrer pressão contínua de vento, além de possibilitar a obtenção de elevadas alturas.

4.2.1.2 EMPILHADEIRA MANUAL DE 1.000 KG

Este equipamento está sendo analisado por possuir um sistema hidráulico de elevação passível de ser acionado manualmente ou pelos pés, reduzindo assim o esforço do operador da máquina. Sua capacidade de carga é de 1000 Kg. Na figura 27 é possível visualizar a alavanca que o operador utiliza para efetuar a elevação dos produtos através do sistema hidráulico.

Figura 27 – Similar da função 2: Empilhadeira Manual de 1.000 Kg.



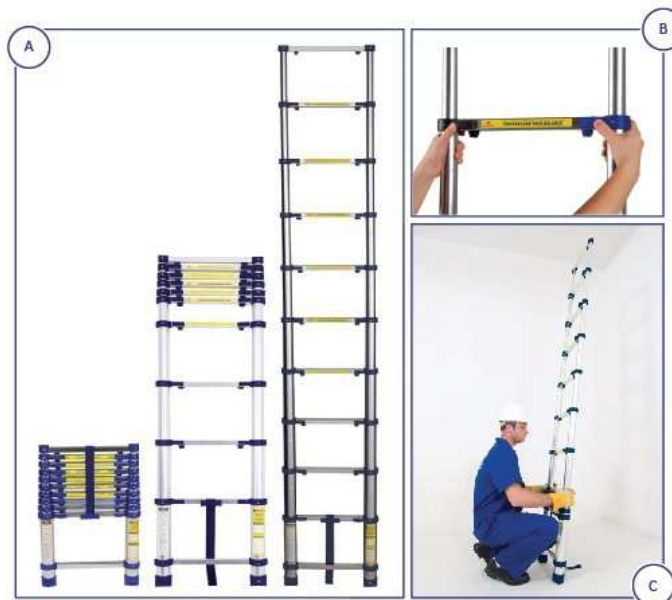
Fonte: Verardi (2016).

O sistema hidráulico proporciona menor esforço ao usuário ao efetuar a elevação de materiais pesados, no caso específico de até 1.000 Kg.

4.2.1.3 ESCADA TELESCÓPICA DE ALUMÍNIO 10 DEGRAUS MOR

A escada Mor, ilustrada na figura 28, possui um sistema telescópico para compactá-la manualmente, conforme mostra a figura 28C. Para realizar essa compactação, encaixa-se degrau a degrau. A escada aberta alcança 3,12 metros e fechada 80 cm. Para manter os degraus abertos basta utilizar a trava indicada na figura 28B, e destravá-la para voltar a compactar.

Figura 28 – Similar da função 3: (A) Disposições da escada, (B) Trava e (C) Manuseamento.



Fonte: MOR (2015).

Esse sistema retrátil manual apresenta como diferencial a trava para manter a altura elevada.

4.2.2 Sistemas de alavanca manual

Assim como no modelo de empilhadeira manual, citado acima, a alavanca é muito utilizada para manusear diversos produtos, principalmente no interior, que é o ambiente em estudo. Por esse motivo, serão avaliados agora equipamentos utilizados pelo público-alvo deste projeto. Desta forma, dentro das alternativas de similares pode haver aquelas que tragam familiaridade histórica para os envolvidos.

4.2.2.1 ENROLADOR DE MANGUEIRA

O enrolador apresentado na figura 29A possui o carretel em polipropileno e o suporte em alumínio. Ele pode ser preso na parede para ficar na altura adequada do usuário. Seu movimento funciona através da alavanca manual.

Figura 29 – Similar da função 4: (A) Enrolador de mangueira em polipropileno e (B) Enrolador de mangueira em aço.



Fonte: Tramontina (2016).

O enrolador exposto na figura 29B é um produto constituído de tubos de aço, desde o carretel até a estrutura, excluindo apenas as rodas que são de polietileno de baixa densidade. É prático por ser móvel e possuir rodas para seu transporte. O movimento, assim como no enrolador da imagem 29A, funciona através de energia mecânica na alavanca manual. A avaliação deste sistema mecânico manual é interessante para a aplicação no projeto em questão.

4.2.2.2 MOEDORES

Os moedores apresentam o mesmo princípio de funcionamento do similar, apresentado anteriormente. Porém, o que os difere é o esforço necessário para girar a alavanca, visto que tanto o moedor de milho, apresentado na figura 30A, quanto o moedor de carne, exposto na figura 30B, necessitam de um esforço manual maior na alavanca. Isso ocorre pelo fato de eles possuírem um produto a ser triturado

Figura 30 – Similar da função 5: (A) Moedor de milho e (B) Moedor de carne.



Fonte: Afubra (2016).

Esses moedores são muito utilizados no interior de São Lourenço do Sul e os usuários estão habituados com o movimento deste tipo de alavanca. Por esse motivo, o sistema poderia ser implementado ao presente projeto.

4.2.3 Tubos

O sistema retrátil ou telescópico é composto por tubos que se estendem e se retraem por obterem diâmetros diferentes. Nesse sentido, será efetuado um comparativo entre os tubos de polímero, mais especificadamente dos policloreto de vinil (PVC), tubos em aço carbono e tubos em alumínio. Isso tudo com referência ao diâmetro, espessura da parede e peso. Os resultados podem ser observados no quadro 09.

Quadro 09 – Comparativo entre distintos materiais de tubos.

	MATERIAL DO TUBO		
	Tubo de PVC	Tubo de aço carbono	Tubo de alumínio
DIÂMETRO	114.3 mm	114.3 mm	114.3 mm
ESPESSURA DE PAREDE	6,02 mm	5,74 mm	6,02 mm
PESO POR METRO	16,07 kg/m	13,56 kg/m	5,549 Kg/m

Fonte: Autora (2016).

Os dados apresentados no quadro acima mostram que o tubo de PVC, em comparação aos outros dois materiais, demonstrou-se pesado. Porém, destaca-se evidência ao alumínio, que, apesar de ter uma parede mais espessa que o tubo de aço carbono, é menos denso, o que o torna o material mais interessante para o presente projeto.

4.2.4 Cabos

Nesta sessão serão analisados dois tipos de cabos: os flexíveis e os de aço.

Os cabos flexíveis, conforme figura 31A, recebem este nome por serem mais maleáveis. A principal característica desses cabos é o fato de suportarem esforços repetitivos de torção ou dobramento sem serem danificados.

Figura 31 – Similar da função 6: (A) Cabo flexível e (B) Cabo de aço.



Fonte: ACRO (2016).

O cabo de aço, exposto na figura 31B, é um tipo de corda feito com vários arames de aço enrolados em forma de hélice. Ele possui como característica principal a flexibilidade. Quanto maior for o número de arames que o compõe, mais flexível ele será, assim como acontece com os cabos flexíveis citados acima.

A aplicação de ambos os cabos em relação à flexibilidade é bastante semelhante, porém o cabo de aço tem maior resistência à tração do que os cabos denominados flexíveis. Esse dado é de importante conhecimento caso a aplicação de cabos flexíveis ou de aço seja necessária para auxiliar o equipamento em desenvolvimento.

4.2.5 Sistemas de fixação no solo

Para manter algum objeto fixo em um determinado local, os sistemas de fixação no solo são utilizados.

4.2.5.1 PINOS DE FIXAÇÃO

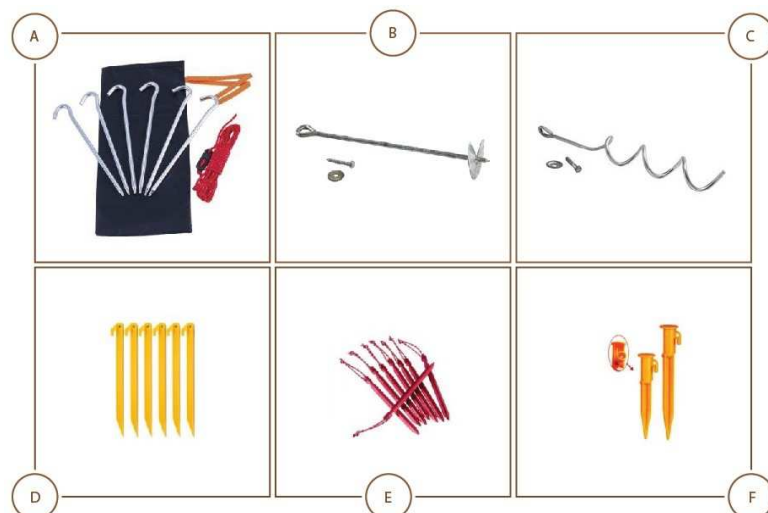
Os pinos de fixação, também chamados de espeques, são peças de metal, nylon ou polímero. Eles são inseridos no solo para fixação e são utilizados em pontos pré-estabelecidos de algum objeto para garantir sua estabilidade.

Na figura 32 estão expostos alguns modelos distintos de espeques. A figura 32A ilustra o espeque convencional, que é o mais comum para fixar barracas de metal. Ele possui uma espécie de cabeça e é bom para a areia. Já a figura 32B apresenta o espeque Screw, que é de aço galvanizado. Sua dimensão é de 520 milímetros e ele possui uma chapa de corte com arestas vivas com 100 milímetros de diâmetro. As arestas fazem com que o espeque fique mais firme em locais arenosos, por exemplo.

A figura 32C é o espeque Spiral. Nesse caso, o material também é de aço galvanizado e seu diferencial é o formato de espiral, que garante maior praticidade para fixação no solo. Na figura 32D está exposto o espeque polimérico. Ele é bastante parecido com o espeque metálico convencional, distinguindo-se apenas pelo material.

A figura 32E demonstra o espeque com elástico. Este possui como característica principal o fato de reduzir o impacto e manter a tensão, deixando a barraca sempre esticada e bem fixa. Já na figura 32F está exposto o espeque luminoso. Ele é polimérico e apresenta como diferencial o fato de conter uma lâmpada indicadora em espécie de sinalizador. À noite, por exemplo, ninguém correria o risco de tropeçar e desarmar a barraca.

Figura 32 – Similar da função 7: (A) Espeque convencional, (B) Espeque Screw, (C) Espeque Spiral, (D) Espeque Polimérico, (E) Espeque com Elástico e (F) Espeque Luminoso.



Fonte: KBT (2016) e SOB SOL e LUA (2014).

Os espeques apresentados oferecem características distintas e interessantes para serem aplicadas ao projeto em desenvolvimento.

4.2.5.2 FIXAÇÃO PARA GAZEBOS PORTÁTEIS

Estes são blocos maciços, especificamente concebidos para suportes de gazebos, conforme mostra a figura 33. Cada bloco pesa 2 Kg, totalizando 8 Kg se expostos nos quatro cantos da estrutura. É possível perceber que os fixadores não ocupam muito espaço. Eles são encaixados na estrutura do próprio gazebo e, caso haja muito vento no ambiente onde o mesmo for exposto, podem ser dobrados os blocos, duplicando também o peso de suporte.

Figura 33: Similar da função 8: Blocos maciços.



Fonte: InfoBarrel (2015).

Esse bloco trás um conceito bastante viável e funcional. Suas características o denominam como uma alternativa com grande potencial para o tipo de fixação do projeto abordado.

4.2.6 Painéis Fotovoltaicos

Dados indicam que 80% dos painéis fotovoltaicos no mundo são baseados em alguma variação de silício. Ele é quem distingue alguns painéis devido à pureza, pois quanto mais perfeitamente alinhadas estiverem as moléculas de silício, melhor será a célula solar na conversão de luz solar em energia elétrica. (SOLAR, 2016).

As tecnologias em termos de painéis solares fotovoltaicos são muitas, assim como suas variações. Hoje já existem no mercado painéis solares fotovoltaicos de silício monocristalino, como visto na figura 34A, e painéis solares fotovoltaicos de silício policristalino, conforme figura 34B. Essas duas opções são as mais usuais atualmente.

Porém, ainda se pode encontrar painéis solares de filme fino (figura 34C), painéis solares de silício amorfo (figura 34D), painéis solares de teruleto de cádmio (figura 34E), painéis solares de seleneto de cobre, índio e gálio (figura 34F), células fotovoltaicas orgânicas (figura 34G) e painéis solares híbridos (figura 34H), que são considerados a mais nova tecnologia.

Figura 34 – Similar da função 9: (A) Painel solar fotovoltaico de silício monocristalino, (B) Painel solar fotovoltaico de silício policristalino, (C) Painel solar de filme fino, (D) Painel solar de silício amorfo, (E) Painel solar de teruleto de cádmio, (F) Painel solar de seleneto de cobre, índio e gálio, (G) Células fotovoltaicas orgânicas e (H) Painel solar híbrido.



Fonte: Solar (2016).

Para o trabalho em desenvolvimento serão avaliados os painéis de silício monocristalino e silício policristalino, em função de suas características e também por serem os mais aplicados atualmente. O quadro 10 apresenta os painéis avaliados e um comparativo entre suas características.

Quadro 10 – Comparativo entre painéis fotovoltaicos.

						
CARACTERÍSTICAS	MODELO 01	MODELO 02	MODELO 03	MODELO 04	MODELO 05	MODELO 06
DIMENSÃO (mm)	11 x 69 x 3	107x 61 x 2.5	115 x 85 x 2.5	112 x 55 x 2	86 x 38 x 2	145 x 145 x 2.5
TENSÃO	5 Volts	5 Volts	12 Volts	5 Volts	5 Volts	12 Volts
CORRENTE	240 mA	200 mA	100 mA	200 mA	100 mA	250 mA
POTÊNCIA	1.2 Watt	1 Watt	1.5 Watt	1 Watt	0.5 Watt	3 Watts
MATERIAL	Policristalino	Policristalino	Monocristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino
VIDA ÚTIL	30 anos	30 anos	30 anos	30 anos	30 anos	30 anos
CUSTO	17,00	33,00	25,00	22,00	18,00	57,89

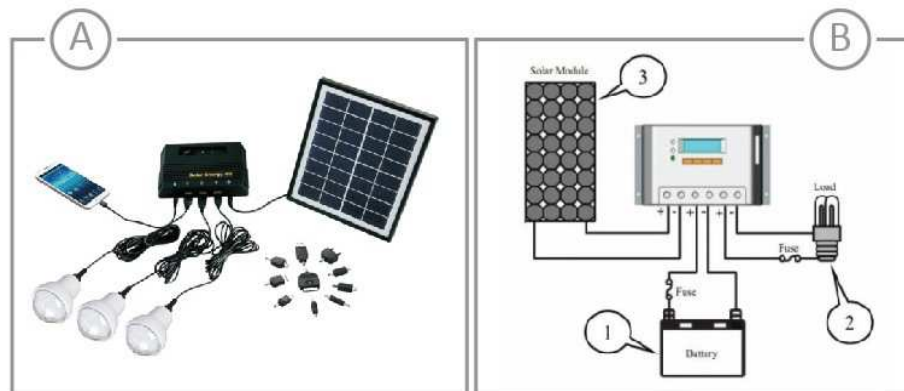
Fonte: Autora (2016).

No quadro 10 é possível verificar seis modelos de placas solares, sendo cinco delas de silício policristalino e uma de silício monocristalino. Para o projeto em questão, as variáveis mais importantes são as de dimensão, tensão e corrente. A mais interessante é a que apresenta o menor tamanho com a maior tensão e corrente.

4.2.7 Controlador de Carga

Para que o sistema solar funcione é necessário um controlador de carga, assim como apresenta a figura 35.

Figura 35 – (A) Esquema representativo da conversão de energia solar através do controlador de carga direto para os equipamentos e (B) Utilização da bateria para armazenamento de energia.



Fonte: SunLab Power (2016).

Na figura 35A é possível perceber que o painel está vinculado ao controlador de carga e este controlador fornece a energia necessária para que os produtos que estão conectados nele funcionem.

O controlador de carga fica entre o painel e o objeto a quem se destinará a energia captada para controlar a voltagem de entrada, evitando sobrecargas ou descargas excessivas. Com isso, otimiza-se e prolonga-se a vida útil dos equipamentos. Os painéis produzem energia de acordo com a quantidade de luz solar, oscilando conforme a incidência do sol durante o dia. Só que os produtos não suportam esta variação e então, por esse motivo, utiliza-se o controlador.

Na figura 35B aparece uma bateria no esquema de conversão de energia, isto porque a mesma pode ser vinculada ao sistema para armazenar energia. Já no quadro 11 estão expostos alguns modelos de controladores com suas respectivas características.

Quadro 11 – Comparativo entre controladores.

			
CARACTERÍSTICAS	MODELO 01 (Epsolar Landstar)	MODELO 02 (Epsolar Tracer)	MODELO 03 (BSV)
DIMENSÃO (mm)	144x75x45	169 x 118 x 83	102x95x38
TENSÃO DE OPERAÇÃO	12 V - 24 V	12 V - 24 V	12 V - 27 V
AUTO CONSUMO	6 mA	10mA	10mA
TEMPERATURA DE TRABALHO	-35°C a +55°C	-35°C a +55°C	-20°C a +50°C

Fonte: Autora (2016).

No quadro 11 é possível perceber que os controladores de carga possuem características semelhantes. Todavia, o modelo 01 consome menos energia que os demais, uma característica importante para o projeto. Portanto, o modelo 01 se destaca dos demais.

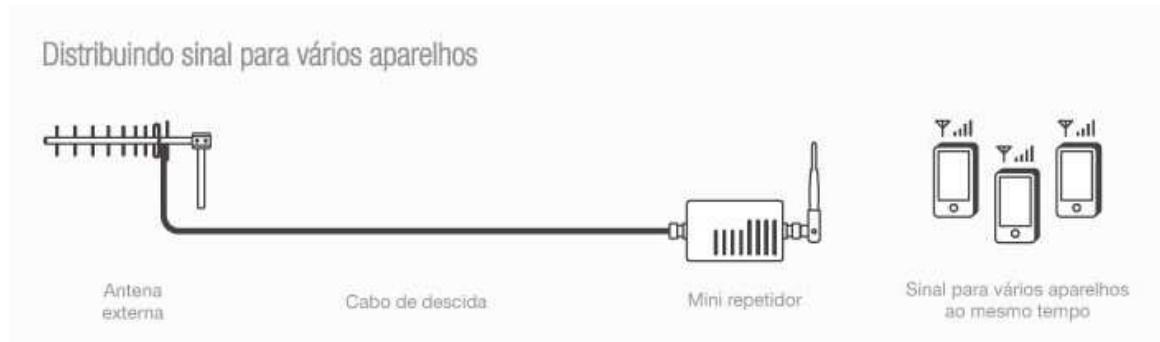
4.2.8 Sistema de transmissão de sinal

O repetidor de sinal é capaz de aumentar o nível de sinal das operadoras de celulares, possibilitando a utilização de serviço de voz, dados e acesso à internet em áreas onde a

cobertura das operadoras é fraca ou deficiente, como é o caso da região interiorana de São Lourenço do Sul, município em estudo.

Esse sistema é composto por uma antena externa e um repetidor de sinal, assim como o esquema representado na figura 36.

Figura 36- Esquema do funcionamento do repetidor de sinal.



Fonte: Aquário (2016).

Alguns modelos de repetidores foram avaliados e estão dispostos no quadro 12.

Quadro 12 – Dados comparativos entre repetidores de sinal.

			
CARACTERÍSTICAS	MODELO 01 (Aquário 900)	MODELO 02 (Aquário 2100)	MODELO 03 (Aquário Compacto)
DIMENSÃO DO REPETIDOR	175 x 88 x 21 mm	240 x 140 x 55 mm	170 x 85 x 20 mm
TENSÃO	5 Volts	12 Volts	5 Volts
CORRENTE	1.2 mA	3 mA	1.2 mA
ÁREA DE COBERTURA	1000 m ²	2000 m ²	1000 m ²

Fonte: Autora (2016).

Por meio deste quadro é possível verificar que, dentre os repetidores analisados, o modelo 02 é o único que possui uma tensão distinta dos demais, com 12 V e corrente de 3 mA. Outro fator que o distingue é a área de cobertura alcançada, que é de 1000 m² a mais do que os demais modelos.

4.3 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DE SIMILARES

A proposta do projeto almeja oferecer aos moradores da região do interior de São Lourenço do Sul a melhoria na comunicação via celular e internet. Para isso, verificou-se, por meio de pesquisa realizada, que a maneira mais eficiente para solucionar o problema é através da instalação de um equipamento estático que proporcione altura elevada o bastante para que os obstáculos, como árvores e montanhas, não inviabilizem a captação do sinal.

Por meio do estudo, foi possível verificar que o estado da arte dos equipamentos oferecidos hoje no mercado não são eficientes o bastante para garantir um sinal estável aos moradores da área rural. Todos os produtos possuem alguma restrição que os inviabilizam de serem instalados em qualquer ambiente rural, seja o problema relacionado ao alcance de captação de sinal, às barreiras de interferência ou até mesmo à altura, ou à falta dela.

Com isso, levantou-se a possibilidade do desenvolvimento de um equipamento que alcance a altura necessária para a captação de sinal com êxito. Para tal, se faria uso de energia limpa, fazendo com que o usuário não dependa de um ponto fixo para conseguir se comunicar.

Já com base nas informações levantadas a respeito dos similares de produto, foi possível verificar que as soluções existentes não correspondem às demandas essenciais. Isso viabiliza a oportunidade da geração de um novo conceito de produto que atenda aos requisitos necessários.

Os produtos similares de função apresentam conceitos distintos para uma mesma solução. O sistema retrátil, por exemplo, possui diferentes maneiras para funcionar. De forma mais complexa, como sistemas hidráulicos e pneumáticos, ou de forma manual, com um sistema tão eficiente quanto os demais. O mesmo procedimento ocorre com as alavancas, onde o material e a maneira de exercer o movimento, circular ou retilíneo, podem influenciar na ergonomia do produto. Os pinos de fixação apresentam características funcionais distintas que podem vir a contribuir com o projeto. O levantamento de dados a respeito das placas solares, controladores de carga e do sistema de transmissão de sinal são enriquecedores ao trabalho, visto que através dos similares é possível selecionar o que melhor atenderia a demanda do projeto.

Com a conclusão do levantamento informacional, técnico e conceitual, conforme a metodologia proposta no trabalho, é possível contextualizar as necessidades do público-alvo referentes à dificuldade de se comunicar devido à falta de sinal na área habitada.

Diante dessas análises, pode-se apontar os seguintes itens balizadores para a sequência no Trabalho de Conclusão de Curso II:

- ➔ Os equipamentos utilizados atualmente para efetuar a melhoria de sinal dos aparelhos de comunicação não são completos. Limitam-se ao fato da restrita altura para a captação do sinal ou falta de um ampliador desse sinal;
- ➔ O sistema telescópico reduz o esforço do usuário no processo de abertura e fechamento da antena;
- ➔ O sistema telescópico pode ser realizado manualmente;
- ➔ A alavanca de aço, dentre as alavancas manuais, é a mais resistente para o movimento;
- ➔ O alumínio, enquanto material de tubos, demonstrou uma menor massa, fato esse fundamental para um equipamento de acionamento manual;
- ➔ Os cabos flexíveis, por não deformarem, atenderiam bem a demanda de compor o sistema funcional da parte retrátil;
- ➔ O sistema de captação solar é composto pelo painel solar, controlador de carga e bateria;

5. REQUISITOS DE PROJETO

Segundo Platcheck (2012), requisitos são declarações indicativas de alvos a serem atingidos com o projeto, ou seja, é aquilo que se propõe efetuar na projeção.

5.1 REQUISITOS DOS USUÁRIOS

A realização do levantamento da demanda de projeto, através de visitas realizadas no local de estudo com os usuários da telefonia precária rural, bem como os estudos realizados sobre a maneira mais eficiente para conseguir captar o sinal para transmiti-lo, é possível definir que o projeto envolve o conceito de um equipamento retrátil, dependente de energia solar para efetuar a melhoria na telefonia rural. Assim o conceito do produto, partindo das necessidades do usuário, compreende os seguintes itens:

- Efetuar a captação do sinal de telefone e internet na região;
- Ser leve e de fácil manuseio;
- Alcançar altura ideal (mínimo de 10 metros) para fugir de barreiras que impeçam a transmissão do sinal;
- Utilizar energia proveniente do sol;
- Oferecer segurança em relação a temporais, não se tornando um agravante na propriedade;
- Permitir que o usuário tenha acesso à telefonia na área abrangente da sua propriedade;
- Apresentar baixa complexidade no uso e manutenção;

5.2 TRADUÇÃO DOS REQUISITOS DO USUÁRIO PARA ORIENTAÇÕES DE PROJETO

Segundo Back et al (2008, p.220), “A palavra *tradução* é empregada para designar uma forma de interpretação de cada requisito de usuário e expressar o resultado numa linguagem técnica orientada ao objeto de estudo, os chamados requisitos de projeto,...”. Para realizar essa tradução é necessário utilizar uma linguagem mais compacta e apropriada para o desenvolvimento do produto, podendo ser efetuada embasando atributos de qualidade do

produto (Back et al, 2008). Desta maneira, o quadro 13 apresenta a tradução dos requisitos obtidos no levantamento informacional para as orientações de projeto.

Quadro 13 – Tradução dos requisitos do usuário para orientações de projeto.

REQUISITOS DOS USUÁRIOS	ORIENTAÇÕES GERAIS PARA O PROJETO
Efetuar a captação do sinal de telefone e internet na região;	Sistema de captação de sinal eficiente composto por antena e repetidor de sinal;
Ser leve, de fácil manuseio;	Utilização de materiais leves; Manuseio facilitado;
Alcançar altura ideal para fugir de barreiras que impedem a transmissão do sinal;	Sistema retrátil com elevação de no mínimo 10 metros.
Utilizar energia proveniente do sol;	Sistema composto por placas solares que gerem no mínimo 1 Watt de potência, controlador de carga e bateria;
Oferecer segurança em relação a temporais, não se tornando um agravante na propriedade;	Sistema retrátil para recolhimento.
Permitir que o usuário tenha acesso a telefonia em uma área abrangente da sua propriedade;	Utilização de repetidor de sinal que abranja a maior área possível;
Apresentar baixa complexidade no uso e manutenção;	Utilização de sistema de elevação manual; Produto com manufatura facilitada;

Fonte: Autora (2016).

O diagrama de Mudge é uma ferramenta aplicada para avaliar o grau de importância relativo das funções do produto, correlacionando os requisitos de projeto entre si e identificando qual é o mais importante. Deste modo, é atribuído o valor 5 para o item mais importante, 3 para o item igual e 1 para o de menor importância. Feito isso, os valores são somados e organizados em percentual, conforme a pontuação, em ordem decrescente. Essas informações estão representadas no diagrama que pode ser visto no APÊNDICE A deste trabalho.

Os requisitos de projeto, conforme os percentuais de importância, estão ordenados abaixo:

- ➔ Sistema composto por placas solares que gerem no mínimo 1 Watt de potência, controlador de carga e bateria;
- ➔ Repetidor de sinal que abranja a maior área possível;
- ➔ Sistema de captação de sinal eficiente, composto por antena e repetidor de sinal;
- ➔ Sistema retrátil com elevação de no mínimo 10 metros;
- ➔ Sistema retrátil para recolhimento;
- ➔ Materiais leves;
- ➔ Manuseio facilitado;

- Sistema de elevação manual;
- Produto com manufatura facilitada;

6. SÍNTESE PROJETUAL – CONCEITO DA PROPOSTA

Platcheck (2012) denomina como parâmetros projetuais as características necessárias para a projeção. Assim, diante dos dados levantados, será desenvolvido um equipamento com o sistema retrátil vertical. Esse equipamento possibilitará o içamento do sistema operacional composto por placas solares e antena, que deve estar a uma altura aproximada de dez metros. É importante frisar que a altura é um fator crucial para a captação e transmissão das ondas que fornecem o sinal de comunicação.

O projeto deverá conter um sistema de fácil operação para o funcionamento, unindo a tecnologia a algo mais tradicional, como, por exemplo, o uso de manivela para fazer a antena subir. Essa proposta visa manter a integração entre os produtos existentes na propriedade, como o moedor de milho, e a tecnologia de comunicação. Desta forma, busca-se preservar o contexto histórico operacional de outros produtos.

O quadro 14 apresenta o prospecto geral da estrutura projetual a ser desenvolvida na etapa do Trabalho de Conclusão de Curso II.

Quadro 14 – Prospecto geral da estrutura projetual.

ESTRUTURA DO PROJETO	MATERIAL	SISTEMA DE IÇAMENTO	SISTEMA DE FIXAÇÃO NO SOLO
ANTENA RETRÁTIL	Alumínio	Manivela aliada a cabo de aço flexível	Pinos de Fixação
CAPTAÇÃO DE ENERGIA	Placas Solares (5V ou 12V) Controlador de carga Bateria	Acoplada a antena retrátil	Junto à base
SINAL DE COMUNICAÇÃO	Antena Amplificador	Antena acoplada ao sistema retrátil	

Fonte: Autora (2016).

Sendo assim, ao concluir esta etapa (Trabalho de Conclusão de Curso I), buscou-se o levantamento dos parâmetros projetuais orientadores para a continuação do projeto na etapa II.

7. CRIATIVIDADE

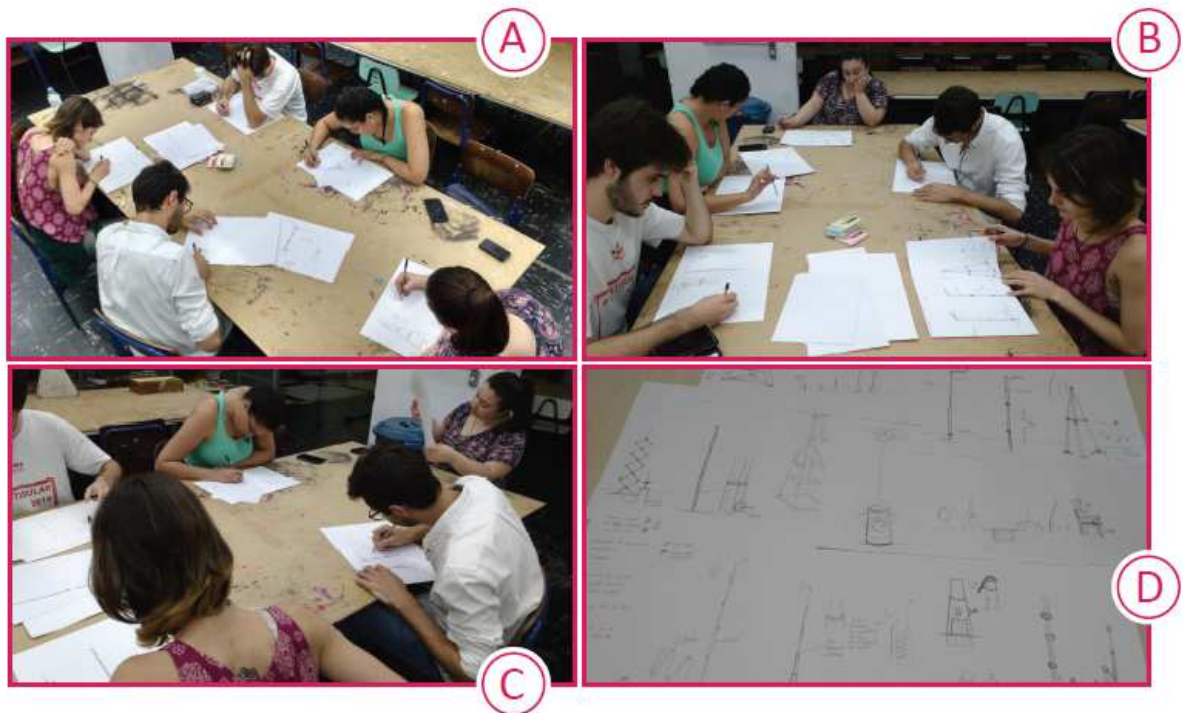
Segundo Back et al. (2008), criatividade é a prática de ter novas ideias e soluções para o desenvolvimento de um produto, atendendo três requisitos básicos: ser inovador, ser útil e ser elegante. Para Kaminski (2000), a criatividade deve estar presente em todo o processo de desenvolvimento do produto. Acorde Platcheck (2012), a criatividade é estimulada através de técnicas de desbloqueio mental, como: brainstorming, método 635, caixa morfológica, dentre outras.

Tanto Platcheck (2012) como Back et al. (2008), ambas as metodologias utilizadas neste trabalho, citam o brainstorming, termo de origem inglesa (*brain* = cérebro e *storm*= tempestade), como técnica de desbloqueio mental para geração de alternativas, por esse motivo foi aplicada esta dinâmica com um grupo de graduandos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul de cursos distintos, Engenharia Mecânica, Design de Produto e Design Visual, para que se atingisse a finalidade principal da técnica, que é encontrar ideias e soluções novas a partir de diferentes pontos de vista.

O brainstorming segundo a metodologia de Back et al. (2008) é aplicado da seguinte maneira: uma equipe de até seis membros se familiariza com o problema de projeto a resolver. Na dinâmica aplicada ao presente trabalho a equipe era composta por cinco membros. Logo, cada um dos membros da equipe, em uma folha, registra três alternativas de soluções. Registrada as soluções, cada um comenta os seus conceitos e após passa a sua folha ao membro ao lado, que deverá apresentar três novas sugestões ou melhorias no que já está elaborado. Essa dinâmica deve acontecer até que cada folha com as três ideias iniciais tenha passado pelos cinco membros da equipe.

Na sequência de figuras 37A, 37b, 37C e 37D é possível perceber como aconteceu a aplicação deste método, que como resultado trouxe conceitos de soluções interessantes a serem introduzidas ao desenvolvimento de alternativas para o problema abordado neste trabalho.

Figura 37 – Brainstorming: (A) Dinâmica, (B) Dinâmica, (C) Dinâmica e (D) Resultados.



Fonte: Autora (2016).

A semântica do produto, citada por Baxter (2011), foi outro fator abordado como fonte para a criatividade da elaboração das alternativas de produto. Pois, acorde Baxter (2011), cada produto deverá ter sua aparência conforme aquilo que propõe, e esta é a essência da semântica do produto. Considerando este fator, foi elaborado o painel de expressão do produto, figura 38, onde se busca retratar aspectos formais que conciliem os símbolos de robusto, cuja intenção é demonstrar um produto durável, resistente, seguro, e também o símbolo de um produto compacto, retrátil de fácil manuseio, com aparência sóbria e eficiente.

Figura 38 – Painel de expressão do produto.



Fonte: Autora (2016).

8. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

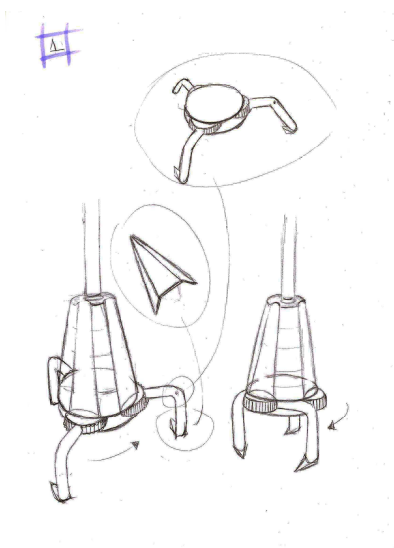
Com base na pesquisa de similares realizada, nos requisitos de projetos apontados e na técnica de desbloqueio mental aplicada, foram desenvolvidas alternativas conceituais distintas que visassem ao cumprimento dos parâmetros projetuais. Na geração de alternativas conceituais estão retratados a estética e os conceitos básicos de funcionamento do produto, como a fixação no solo, estabilização e compactação para transporte e armazenagem. Os mecanismos e acessórios para a captação de sinal de telecomunicação serão especificados como subsistemas do produto na sessão 9.1.

Foram desenvolvidas nove alternativas conceituais do produto, cujo objetivo foi avaliar diferentes possibilidades de estabilização para o mesmo. As imagens de geração de alternativas também estão dispostas no APÊNDICE B deste trabalho no tamanho real para melhor visualização.

8.1 ALTERNATIVAS CONCEITUAIS

Na figura 39, esta exposta à alternativa 01, onde a ideia principal consiste em um conceito giratório para compactação. Os pés do produto apresentam um formato de âncora de solo, isso, para que quando ele for aberto para instalação, às âncoras o fixem ao solo auxiliando assim a sua estabilização.

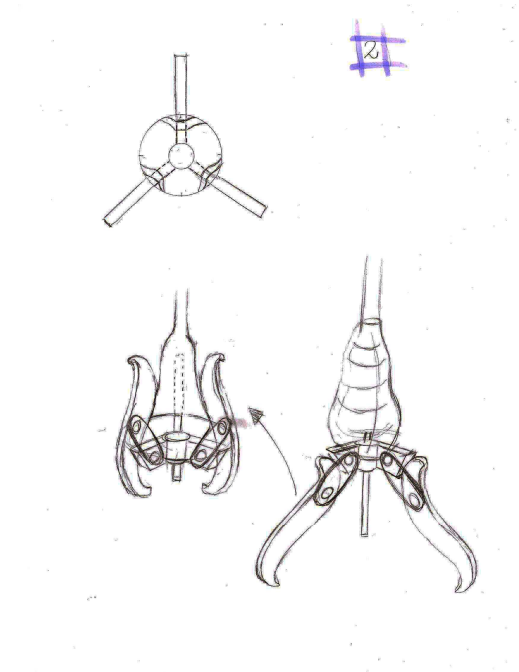
Figura 39 – Alternativa 01.



Fonte: Autora (2016).

A figura 40 apresenta à alternativa 02, onde foi utilizado o conceito de um saca polia como o princípio para a base do produto. A ideia é que o mesmo possa ser compactado dispondo suas pernas para cima, conforme exposto na figura. As pontas com ângulo em forma de gancho são para fixar o produto ao solo auxiliando na sua estabilidade.

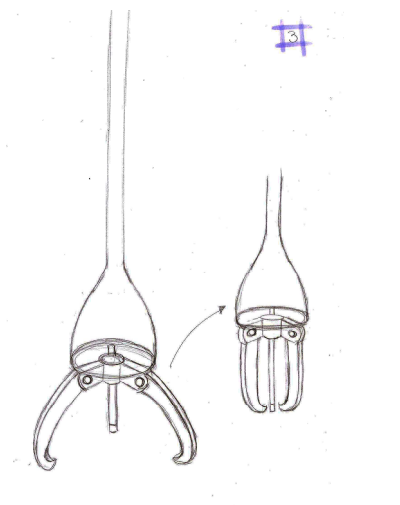
Figura 40 – Alternativa 02.



Fonte: Autora (2016).

A alternativa 03 está exposta na figura 41, esta é uma evolução da segunda alternativa com um conceito de compactabilidade mais simplificado, onde ao invés das pernas serem dispostas na parte superior do produto, são apenas unidas na parte central do mesmo.

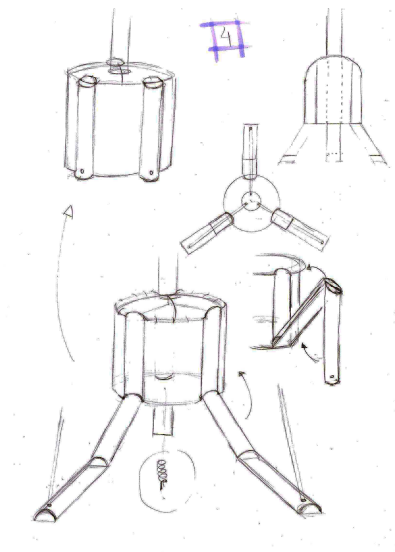
Figura 41 – Alternativa 03.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 42 está representada a alternativa 04, onde a proposta é aproveitar a estrutura das pernas para a fixação do estaiamento que vem da ponta do produto. Assim como as demais alternativas, ela também é passível de compactação, pois suas pernas são dobráveis e encaixam no corpo do produto. A grande diferença desta alternativa, é que ela não possui garras para fixação ao solo, entretanto, o pino de fixação do estaiamento realizará esta função.

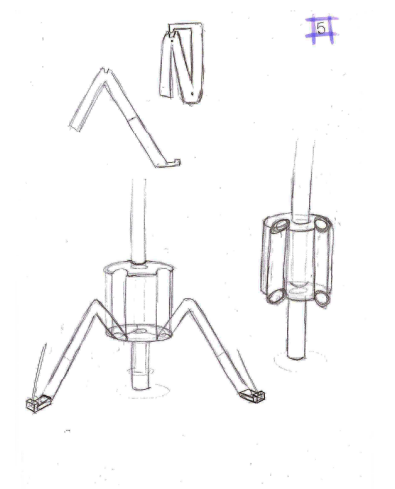
Figura 42 – Alternativa 04.



Fonte: Autora (2016).

A figura 43 mostra a alternativa 05, esta é uma evolução do conceito da alternativa 04 com alguns diferenciais nas suas pernas. Esta alternativa apresenta um maior número de dobras para extensão e abrange uma área superior de base proporcionando maior estabilização.

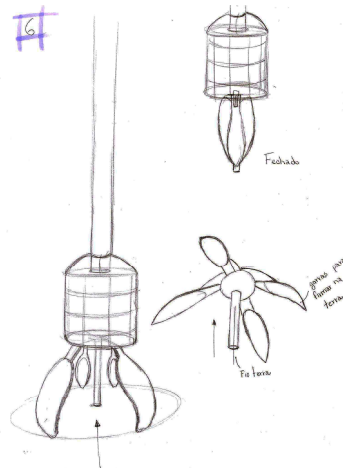
Figura 43 – Alternativa 05.



Fonte: Autora (2016).

A alternativa 06 esta exposta na figura 44, e trás um conceito inspirado nas plantas para a função de compactabilidade. O princípio da ideia é que as pernas se agrupem na área central do produto de uma maneira que todas elas se encaixem. As suas pontas inferiores trazem as garras com o formato mais arredondado lembrando um gancho para a fixação no solo.

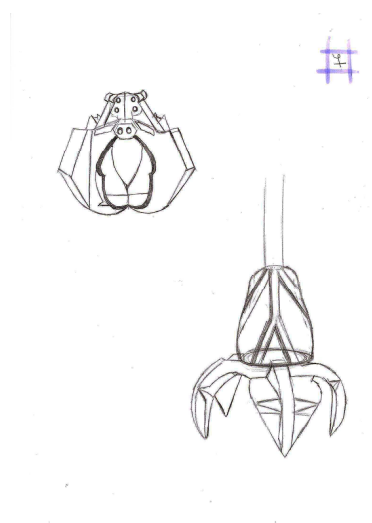
Figura 44 – Alternativa 06.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 45 está exposta a alternativa 07, que teve como inspiração as garras hidráulicas para o sistema compacto. A ideia é que a base do produto seja composta por quatro garras equidistantes 90°, que, na instalação cravariam no solo suas pontas fixando e proporcionando estabilidade para todo o produto.

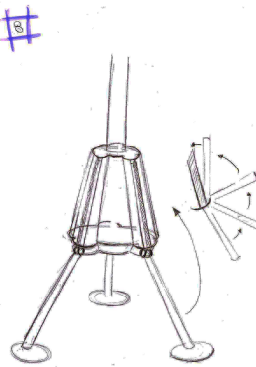
Figura 45 – Alternativa 07.



Fonte: Autora (2016).

A figura 46 mostra a alternativa 08, que trás o mesmo conceito das alternativas 04 e 05 de compactabilidade, mas não apresenta dobras nas suas pernas de base. A ideia é que o corpo seja mais alongado para proporcionar uma área maior para a acomodação das pernas, assim como para ter pernas mais altas, excluindo assim a necessidade de dobras para chegar à altura ideal.

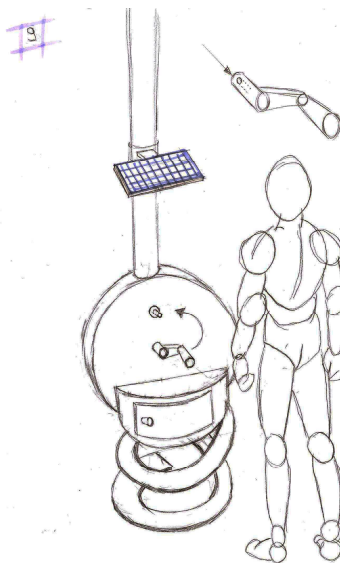
Figura 46 – Alternativa 08.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 47 esta apresentada a alternativa 09, onde a ideia principal consiste em uma base em forma de mola. Isso porque a mola auxiliaria com a intervenção do vento por meio de sua maleabilidade e o auxílio dos estaiamentos para que não houvesse o risco de tombamento das antenas.

Figura 47 – Alternativa 09.



Fonte: Autora (2016).

8.2 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS CONCEITUAIS

Segundo Back et al. (2008), para analisar e verificar as alternativas que apresentam maior viabilidade e concordância com os requisitos propostos, o ponto de partida é estabelecer critérios ou limites que permitem a distinção entre as soluções propostas. Devem ser critérios definidos, independentes, não ambíguos que avaliem um único atributo de qualidade.

Seguindo esta metodologia de análise, foi elaborado um quadro com critérios a serem avaliados nas alternativas conceituais, considerando os requisitos de projeto, que pode ser visualizado no APÊNDICE C deste trabalho. Estes critérios foram apresentados para quatro engenheiros mecânicos e um engenheiro físico para serem analisados e avaliados conforme a sua viabilidade. Foram selecionados engenheiros para efetuar esta seleção para que as propostas fossem avaliadas com uma perspectiva distinta, do funcional para o estético, considerando seus conhecimentos para a avaliação da viabilidade de cada proposta.

Após avaliação das nove alternativas conceituais propostas obteve-se o seguinte parecer dos avaliadores: a alternativa 01 não atende alguns dos critérios expostos, principalmente o de fabricação e a questão de não ter um baixo risco de acidentes, sendo que a polia que faria o movimento ficaria exposta. A alternativa 02 obteve resultados positivos, mas também é considerada perigosa em relação a acidentes, por possuir as garras e quando o produto estiver compactado as mesmas ficarem expostas para o lado externo. A alternativa 03 também obteve bons resultados, todavia foi criticado, em relação as suas dimensões que não seriam tão compactas quanto às demais soluções. A alternativa 04 foi a que obteve os melhores resultados em todos os parâmetros, estética, fabricação, resistência ao vento e baixo risco de acidentes. Foi selecionada como alternativa mais viável e bem elaborada pelos avaliadores. A alternativa 05, embora seja uma evolução da alternativa 04, foi avaliada como frágil por possuir três dobras nas pernas de base. A alternativa 06 obteve como resultado que a sua manipulação pelo usuário não seria fácil assim como a sua armazenagem seria afetada de maneira negativa pelo modo de compactação. A alternativa 07 obteve resultados semelhantes à alternativa 06, e também adquiriu mais um agravante que foi o de fabricação e montagem que podem acabar por encarecer demais o projeto por sua complexidade. A alternativa 08 não foi considerada uma alternativa resistente à força do vento e ao tombamento por não possuir nenhum apoio de fixação. A alternativa 09 foi considerada inovadora

e interessante pelo conceito de a maleabilidade da mola auxiliar na estabilização por acompanhar o balanço do vento, todavia, foi abordada a questão de sua fabricação que seria bastante dificultada pelas dimensões necessárias.

Após essa avaliação e conversa com os avaliadores a alternativa selecionada para o projeto foi à alternativa 04, considerada a mais viável para atender a demanda e os requisitos projetuais levantados. Com a definição espacial do produto definida, parte-se para o desenvolvimento e estudo dos seus subsistemas.

9. DESENVOLVIMENTO

Definida a alternativa conceitual do projeto, parte-se para a etapa de desenvolvimento dos elementos funcionais do mesmo, que é realizada através do estudo dos subsistemas que irão compor o produto em desenvolvimento, mecanismos para içar e recolher a antena, acessórios para a captação de energia solar e a captação e transmissão do sinal de telecomunicação.

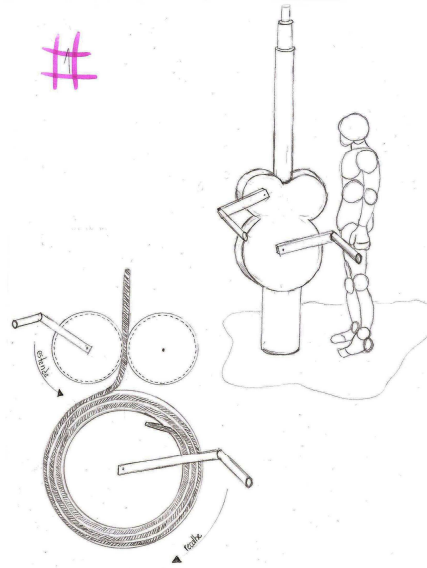
9.1 SUBSISTEMAS DO PRODUTO

Para Platcheck (2012), o estudo de subsistemas é realizado através de desenhos esquemáticos bi ou tridimensionais onde são demonstrados os elementos básicos de funcionamento do produto. Ainda acorde Platcheck (2012) nesta fase de geração de alternativas é importante construir modelos tridimensionais dos subsistemas tanto para testes como para viabilizar a forma do produto. Essa metodologia foi aplicada no desenvolvimento das alternativas de mecanismos, que serão apresentadas a seguir. Os subsistemas do produto foram divididos em mecanismos que compõe a parte funcional do engrenamento para içar e recolher a antena e, acessórios que englobam a parte de captação de energia e de sinal de telecomunicação. Ambos passaram pelo processo de avaliação e seleção segundo metodologia de Back et al. (2008), com o mesmo grupo de engenheiros que também avaliou e selecionou a alternativa conceitual.

9.1.1 Desenvolvimento dos Subsistemas: Mecanismos

Foram desenvolvidas sete alternativas de possíveis mecanismos dependentes de manivela para içar e recolher a antena. As imagens em tamanho real para melhor visualização estão dispostas no APÊNDICE B deste trabalho. A alternativa 01 que está representada na figura 48 é dependente de duas manivelas, uma acoplada ao rolo onde está o cabo de aço que recolhe a antena e outra junto a uma das polias que içam a antena.

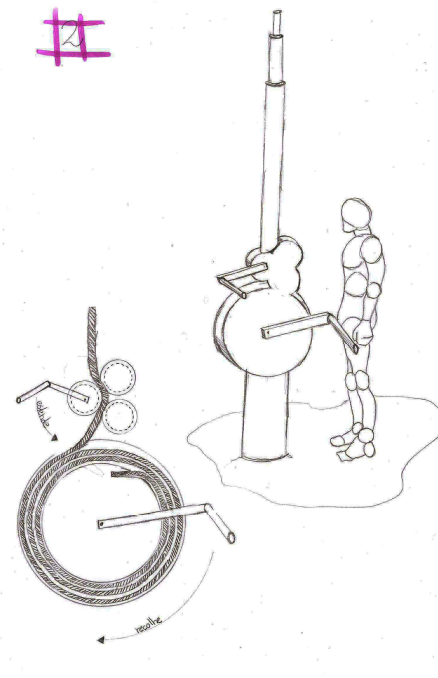
Figura 48 – Alternativa 01 mecanismos.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 49 está exposta a alternativa 02, que é uma evolução da alternativa 01, onde foi implementado mais uma polia na manivela de extensão da antena visando a diminuição do esforço do usuário para realizar o içamento.

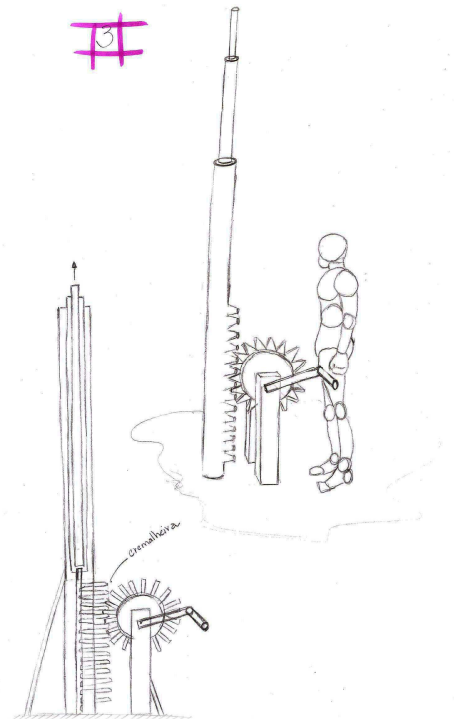
Figura 49 – Alternativa 02 mecanismos.



Fonte: Autora (2016).

A figura 50 mostra à alternativa 03, que possui um sistema de içamento por meio de um mecanismo de cremalheira sem fim, onde a ideia é que se tenha uma engrenagem externa à estrutura da antena para executar a movimentação da mesma.

Figura 50 – Alternativa 03 mecanismos.



Fonte: Autora (2016).

Após a elaboração da alternativa 03, achou-se importante aplicar a metodologia de Platcheck (2012) de construir modelos tridimensionais para avaliar as alternativas de mecanismos até aqui desenvolvidas, assim como, para compreender o sistema funcional do produto.

Para construir este modelo, foram utilizados canos de pvc para simular os tubos de alumínio, considerando que o pvc é mais denso que o alumínio, então, se o modelo do mecanismo funcionasse com os tubos em pvc, sem dúvida também funcionariam com os tubos em alumínio. Os diâmetros dos tubos utilizados foram 75, 50 e 40 milímetros, sendo o tubo com diâmetro de 75 milímetros com 3500 milímetros de comprimento, o de 50 milímetros com 3520 milímetros de comprimento e o de 40 milímetros com 3620 milímetros de comprimento.

O cabo de aço utilizado para realizar o içamento e recolhimento da antena foi um cabo de 6,35 milímetros de diâmetro ou $\frac{1}{4}$ de polegadas com 11000 milímetros de extensão. Na figura 51 é possível avaliar o primeiro modelo construído. Nela é possível observar que foi elaborado um rolo para acomodar o cabo de aço, assim como a manivela que efetuará o movimento para içar e recolher a antena.

Figura 51 – Versão 01 do modelo de mecanismo do projeto.



Fonte: Autora (2016).

Este foi o princípio para o entendimento do mecanismo, onde se avaliou a necessidade de uma borda ao entorno do cabo de aço para que ele não escapasse do rolo. Partiu-se então para essa construção, que está exposta na figura 52.

Figura 52 – Versão 02 do modelo de mecanismo de projeto.



Fonte: Autora (2016).

como esse modelo foi solucionado a questão da fuga do cabo de aço, todavia surgiu outro problema que não pode ser avaliado no modelo 01 em função de o cabo nem girar por estar escapando, que foi a questão do modelo só funcionar para recolher o cabo de aço, pois quando se efetuava o movimento contrário de extensão do cabo ele acabava embolando e nem estendia nem recolhia mais.

Então se avaliou que realmente o apoio das polias conforme a alternativa 01 proposta era fundamental. Partiu-se então para uma nova construção, conforme figuras 53A, 53B e 53C). Onde a figura 53A apresenta a construção das polias auxiliares, a figura 53B mostra o modelo 02 sendo adaptado para a inserção das polias e a figura 53C retrata o modelo 03 pronto, sendo testado em ambas as direções.

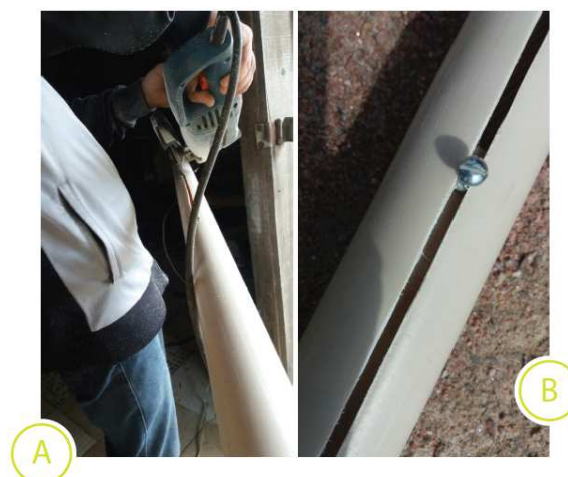
Figura 53 – Versão 03 do modelo de mecanismo de projeto: (A) Construção das polias, (B) adaptação do modelo 02 e (C) Versão 03 do modelo.



Fonte: Autora (2016).

Após realizar os testes de funcionamento no modelo 03 e obter sucesso tanto para estender quanto para recolher o cabo de aço, partiu-se então para a montagem da estrutura para testar o içamento dos tubos de pvc, para isso foram adaptadas algumas travas para simular o içamento da antena, conforme apresenta a figura 54A e 54B.

Figura 54 – Construção das seções da antena: (A) Corte e (B) Adaptação das travas.



Fonte: Autora (2016).

Com ambas as partes construídas, foi possível realizar a instalação dos mesmos em uma coluna, que serviu de apoio, conforme exposto na figura 55A e 55B.

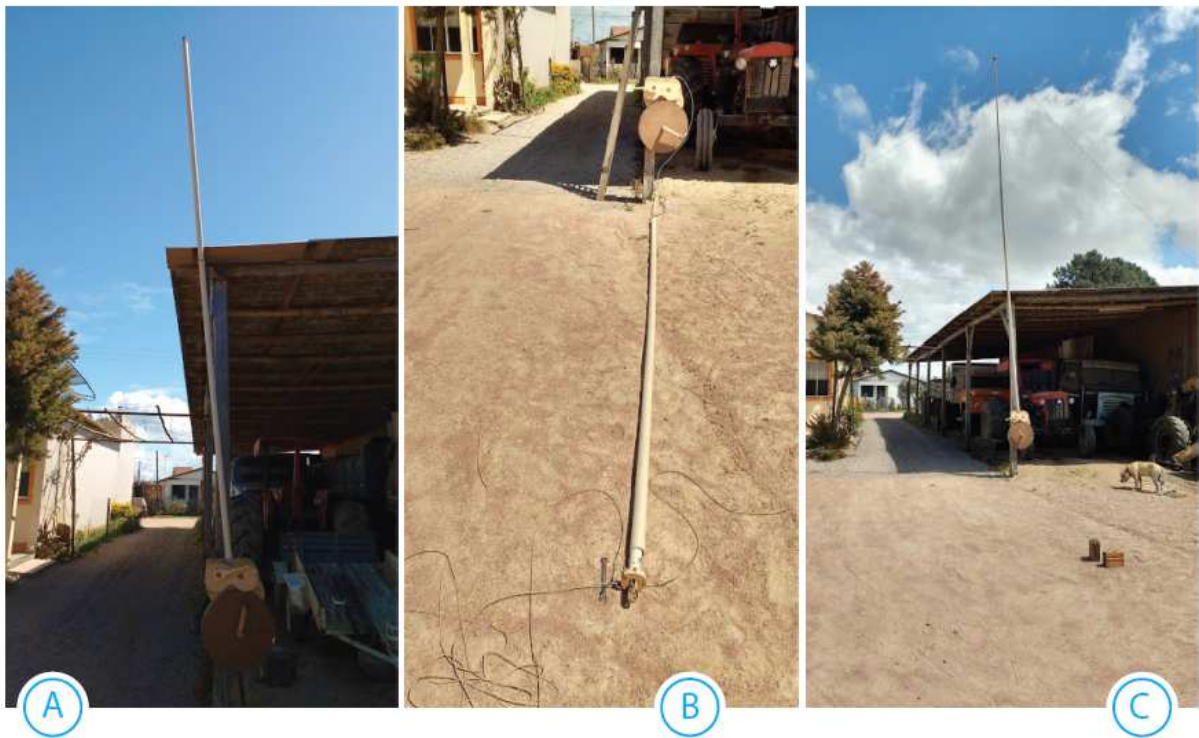
Figura 55 – Instalação para teste: (A) Seções da antena dispostas para instalação e (B) Modelo 03 de mecanismo sendo fixado em uma coluna de apoio.



Fonte: Autora (2016).

Após instalar ambas as partes foi realizado o teste de içamento para validar o mecanismo, onde se obteve um resultado bastante positivo, pois o içamento ocorreu totalmente com as duas seções do tubo de PVC, todavia, o vento balançava muito a ponta mais alta do tubo, então foi instalado o estaiamento para validação. As figura 56A, 56B e 56C apresentam o processo realizado.

Figura 56 – Processo: (A) Mecanismo e tubos na posição inicial, (B) Instalação do estaiamento e (C) Tubos içados com o estaiamento.



Fonte: Autora (2016).

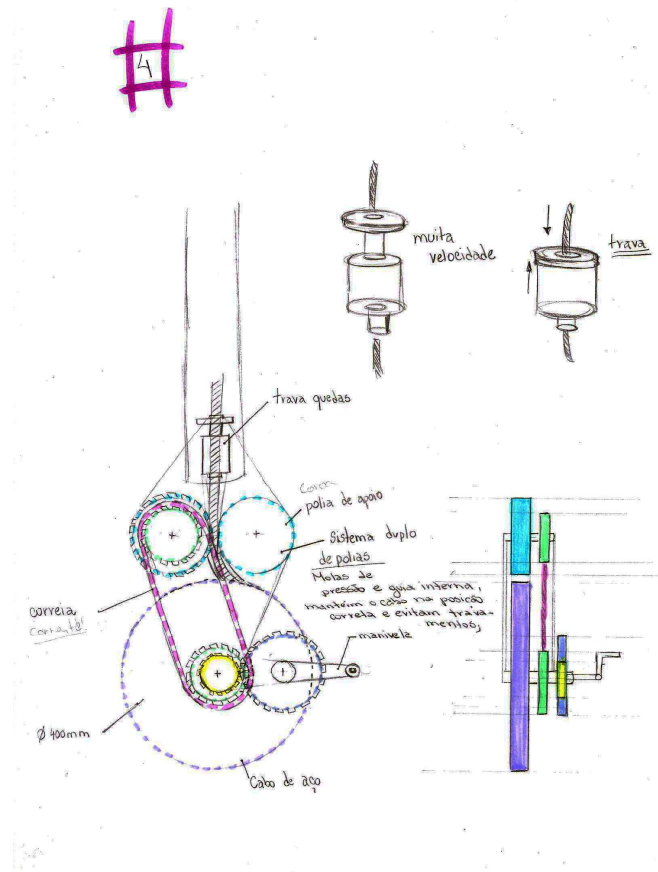
Os tubos de PVC ficaram içados desde manhã até a noite para que pudesse ser avaliado a sua resistência perante o vento. E o resultado obtido foi positivo, pois enquanto estaiado os tubos praticamente não balançavam, isso durante todo o período que esteve içado.

Após a construção destes modelos assim como os testes e validações realizados foi possível perceber que a alternativa 01 funcionaria bem, a não ser por um motivo, as manivelas ficaram muito pesadas, claro que o material do modelo influencia, pois foi construído em madeira e MDF, mas se pode verificar que implementando engrenagens ao mecanismo facilitaria no manuseio do usuário, além de que, com o uso de engrenagens seria possível reduzir para apenas uma manivela. Então chegando a estas conclusões, parte-se para geração de novas alternativas de mecanismos que serão apresentadas abaixo.

A figura 57 mostra a alternativa 04 onde esta esboçada a aplicação de engrenagens considerando o modelo da alternativa 01. A ideia é ter uma engrenagem dupla no rolo onde está disposto o cabo de aço, uma delas para acionar as polias através de uma corrente, e a outra para ser utilizada em conjunto a outra engrenagem onde estará à manivela, tornando o sistema assim com apenas uma manivela. Outro fator levantado após os testes realizados é a necessidade de um trava-quedas no produto para evitar acidentes no momento de içar

ou recolher a antena. Na alternativa 04 está representado um modelo de trava quedas que é utilizado em andaimes suspensos. Ele funciona como um freio, pois se o cabo passar por ele com uma velocidade alterada ele baixa a sua trava superior fazendo com que o cabo desacelere até impedir com que o cabo continue descendo ou subindo.

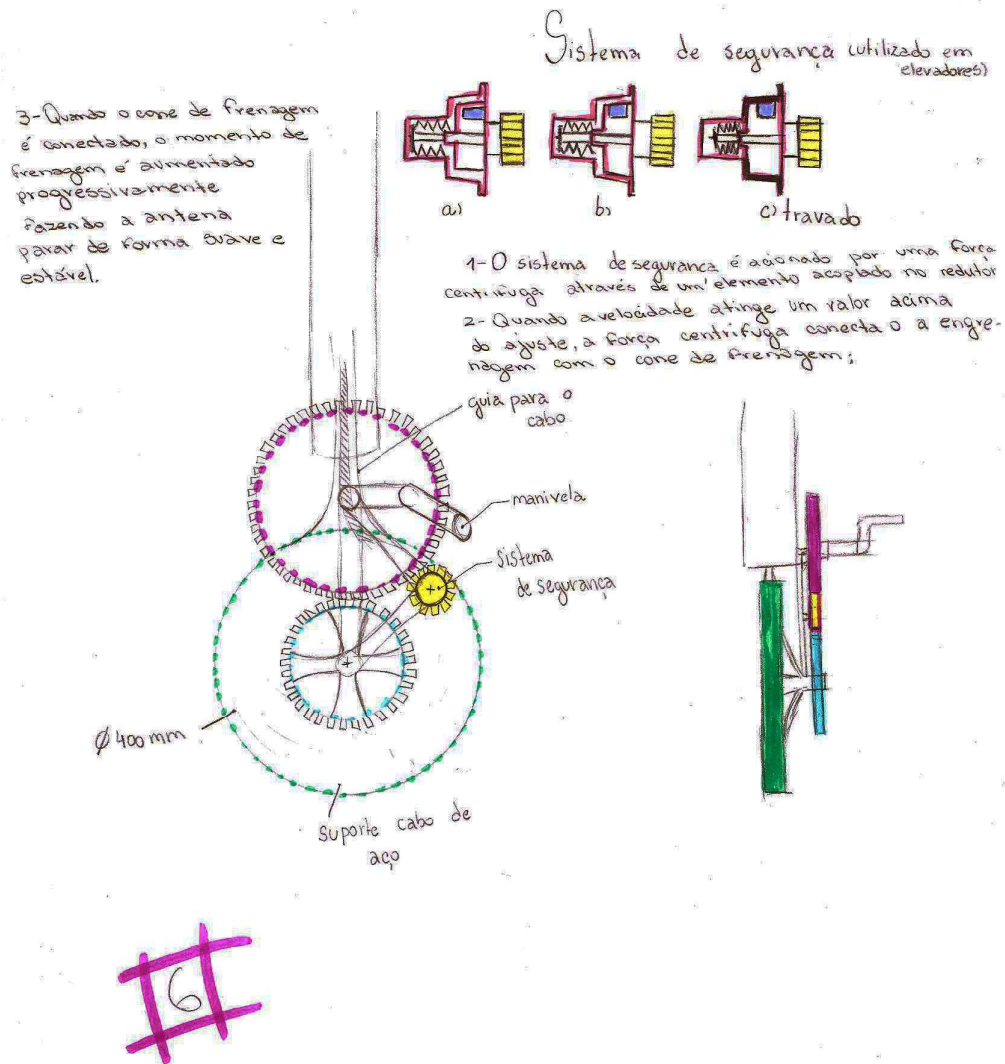
Figura 57 – Alternativa 04 de mecanismos.



Fonte: Autora (2016).

A alternativa 05 está exposta na figura 58, este mecanismo é inspirado nos mecanismos dos andaimes suspensos. A ideia consiste na utilização de duas engrenagens unidas por uma correia para realizar o movimento, e três polias estriadas que guiarão o cabo de aço até os tubos de alumínio. Este método também utiliza apenas uma manivela para o seu funcionamento. Nesta alternativa foi utilizado outro modelo de trava-quedas, este consiste em uma trava automática que quando percebe o deslizamento do cabo acelerado trava de forma a pressionar o mesmo, ocasionando assim uma pausa imediata do deslizamento do cabo.

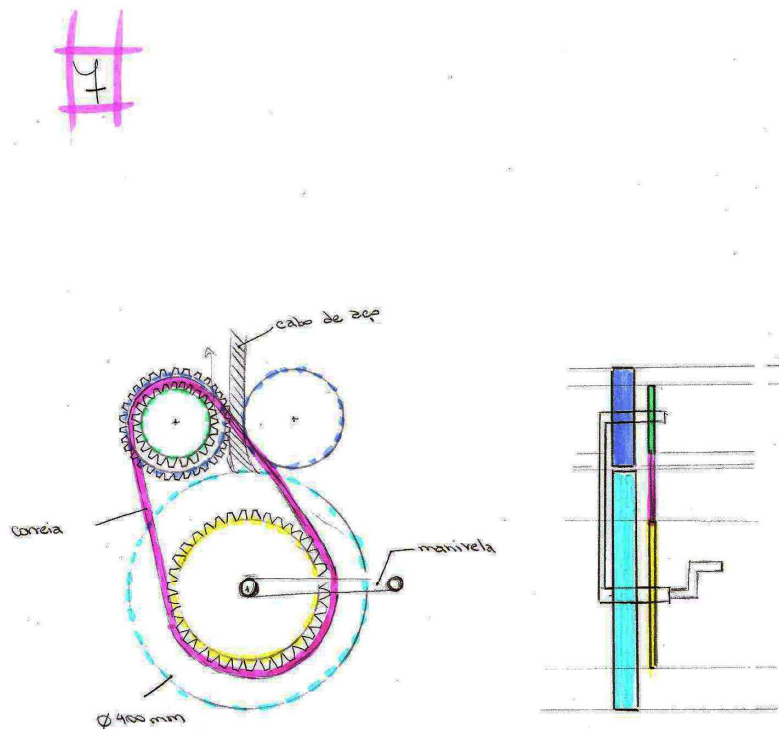
Figura 59 – Alternativa 06 de mecanismos.



Fonte: Autora (2016).

A alternativa 07 está mostrada na figura 60, está é uma evolução da alternativa 04, porém com menos elementos. A ideia foi acoplar uma engrenagem ao rolo do cabo de aço e outra a uma das polias estriadas, interligando elas com uma corrente, assim a manivela fica junto à engrenagem do rolo e faz movimentar todo o sistema. O trava-quedas utilizado nesta alternativa é o mesmo utilizado na alternativa 04.

Figura 60 – Alternativa 07 de mecanismos.



Fonte: Autora (2016).

9.1.2 Análise das Alternativas de Mecanismos

Assim como para análise e seleção das alternativas conceituais, e seguindo a metodologia de Back et al. (2008), foi elaborado um quadro com critérios, que pode ser visto no APÊNDICE C, para serem analisadas e verificadas as alternativas de mecanismos, e assim poder destacar a alternativa que tenha maior concordância e viabilidade com os requisitos de projeto. Os avaliadores deste quadro foram os mesmos quatro engenheiros mecânicos e um engenheiro físico que avaliaram as alternativas conceituais.

Após a avaliação das sete alternativas de mecanismos propostas, obteve-se o seguinte resultado dos avaliadores: a alternativa 01 assim como a alternativa 02 que apresentam duas manivelas não são recomendadas pelo fato de isso ser um agravante para ocasionar acidentes. Outro motivo de ambas não serem boa opção como alternativa é a questão verificada através dos testes, da força necessária tanto para içar quanto para recolher a antena. Foi verificado pelos avaliadores, que a alternativa 03 da maneira como foi elaborada não

funcionaria por falta de espaço para a cremalheira, e que talvez, uma possível solução seria a aplicação de uma cremalheira dobrável, mas seria necessário efetuar testes para se certificar desta possibilidade. A alternativa 04 foi muito elogiada pelo seu sistema de trava-quedas, mas foi apontado que o uso de engrenagens no seu sistema funcional não está adequado, pois poderia ser simplificado. Na alternativa 05 foram retratados problemas em relação a corrente, pois a mesma necessita ser torcida para que funcione. Além disso, consideraram que o mecanismo em si poderia ser simplificado. O trava-quedas desta alternativa foi avaliado como tendencioso a proporcionar risco de acidentes, por travar de imediato, podendo ocasionar alguma quebra no sistema. A alternativa 06 obteve o mesmo parecer em relação à alternativa 05 quanto ao seu sistema de trava-quedas, mesmo ele ocorrendo de maneira suave, por ser direto na engrenagem dependendo da velocidade poderá ocasionar quebras na mesma, prejudicando todo o sistema. Outra questão levantada pelos avaliadores em relação à alternativa 06 é que aparentemente o cabo não teria como ser recolhido em função de serem apenas duas engrenagens e sentidos contrários para içar e recolher. A alternativa 07 foi considerada a alternativa mais viável para o projeto, isso porque possui um sistema simplificado de engrenagens, porém funcional, que proporcionará ao usuário um conforto para manusear a manivela e acionar o içamento ou recolhimento das antenas. Outro fator abordado foi o sistema de trava-quedas aplicado à alternativa, que dos três propostos foi o que obteve um parecer positivo, por apresentar um sistema semelhante ao de freio e ir parando aos poucos, por ser simples e funcional.

Então, após os testes e validações realizados, assim como as avaliações efetuadas pelos engenheiros, a alternativa eleita como mais viável e compatível com os parâmetros de projeto foi à alternativa 07, tanto como sistema funcional do acionamento da antena quanto do sistema de trava-quedas. Com a disposição espacial e o sistema funcional definidos, parte-se para a geração de alternativas dos subsistemas dos acessórios que irão compor o produto.

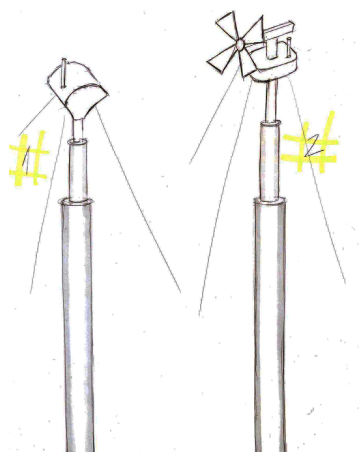
9.1.3 Desenvolvimento dos Subsistemas: Acessórios

Os acessórios englobam o suporte para o painel solar, a manivela, e a parte superior da antena, onde deve estar disposto o repetidor de sinal. Foram desenvolvidas seis alternativas de suporte para o repetidor, dez alternativas de manivelas e uma alternativa de supor-

te para o painel solar. Todas estão disponíveis no APÊNDICE B deste trabalho, no tamanho real para melhor visualização. As alternativas de acessórios também passaram pela metodologia de seleção do Back et al. (2008) e foram avaliadas pelos mesmos avaliadores que se posicionaram em relação as alternativas conceituais e alternativas de mecanismos.

As alternativas 01 e 02 estão expostas na figura 61, onde a 01 é inspirada na natureza, mais especificadamente nas construções de pássaros. Sua forma busca uma harmonia com a ponta da antena e uma boa acomodação para a disposição dos cabos de estaiamento, que ficarão dispostos de maneira equidistante a 120°. A alternativa 02 traz a ideia de um cata-vento, pois além de armazenar o repetidor de sinal, o suporte poderia auxiliar na captação de energia renovável através da energia eólica.

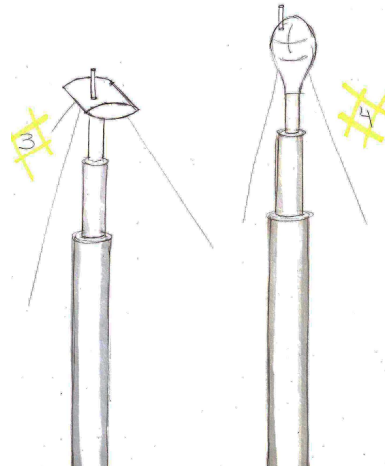
Figura 61 – Alternativas 01 e 02 de acessórios.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 62, estão mostradas as alternativas 03 e 04 onde a alternativa 03 busca a utilização do perfil aerodinâmico em duas de suas faces para diminuir o efeito da pressão do vento e a alternativa 04 trás a ideia de uma lâmpada, visando este conceito de minimizar o efeito de pressão do vento, além de ter se tornado uma forma harmoniosa com a antena.

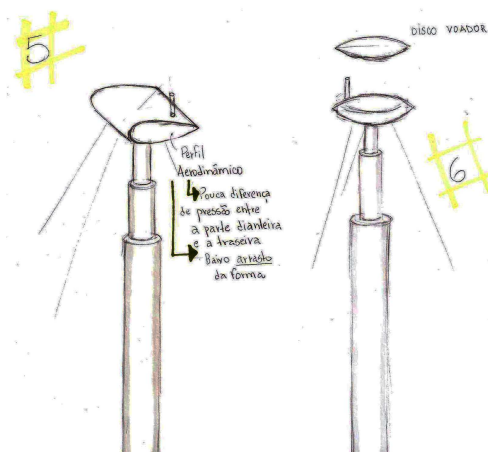
Figura 62 – Alternativas 03 e 04 de acessórios.



Fonte: Autora (2016).

As alternativas 05 e 06 estão apresentadas na figura 63, onde a alternativa 05 apresenta um lado de suas faces com perfil aerodinâmico em forma de gota, ocasionando pouca diferença de pressão do vento entre a parte dianteira e a traseira. A alternativa 06 tem como princípio o conceito da forma de um disco voador, considerando sua forma de qualquer ângulo aerodinâmico, podendo ser praticamente imperceptível ao arrasto do vento.

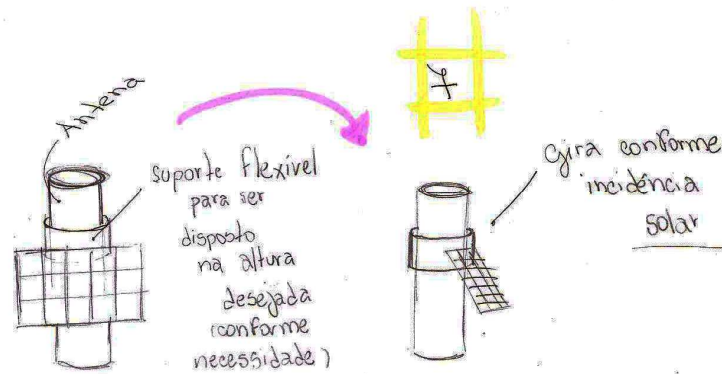
Figura 63 – Alternativas 05 e 06 de acessórios.



Fonte: Autora (2016).

A figura 64 mostra a alternativa de acessórios do suporte do painel, alternativa 07, esta foi elaborada de forma que o suporte fosse flexível, para poder ser disposto conforme a necessidade do usuário, pois em alguns casos o painel poderá ficar junto à estrutura da antena, caso o local não possua árvores ou construções em volta que ocasionem sombra. Todavia, se o local tiver estes itens por perto, é só alocar a suporte na parte superior da seção fixa da antena. Outra característica deste suporte para o painel solar é que através de um ímã ele gira conforme a incidência solar.

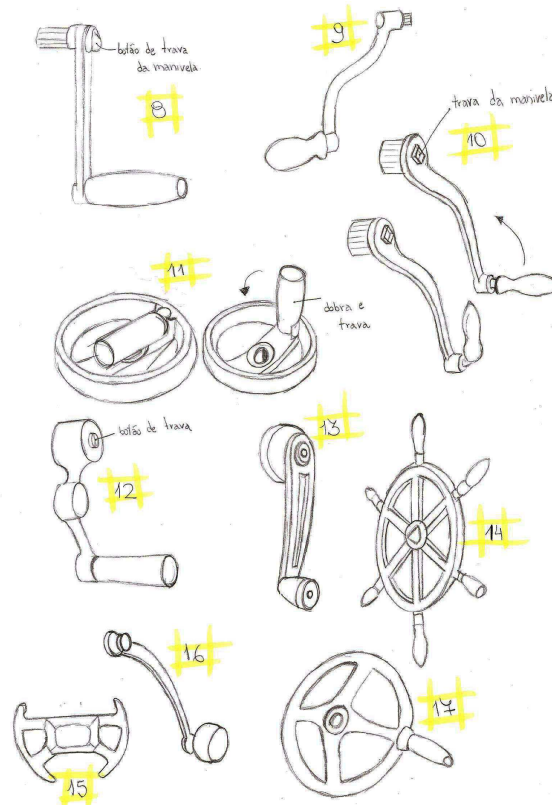
Figura 64 – Alternativa 07 de acessórios.



Fonte: Autora (2016).

Na figura 65 estão representados dez modelos de manivelas que apresentam forma - design - distintos e que foram inspirados em diversos estilos e aplicações de manivela. Algumas alternativas, como a 08, 10, 11 e 12 possuem um sistema de trava na própria manivela, onde a ideia é que no momento em que termine o processo de içamento ou recolhimento da antena, acione-se a trava para não correr riscos de como, por exemplo, o cabo ou a engrenagem deslizarem, proporcionando assim, maior segurança ao usuário.

Figura 65 – Alternativas 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 de acessórios.



Fonte: Autora (2016).

9.1.4 Análise das Alternativas de Acessórios

Da mesma maneira como foram avaliados e selecionados as alternativas conceituais e de mecanismos, foram elaborados critérios para a avaliação das alternativas de acessórios segundo metodologia de Back et al. (2008), e estes estão disponíveis no APÊNDICE C. Os critérios buscam a seleção da alternativa mais compatível e viável com os requisitos projetuais. A sua avaliação foi realizada pelo grupo de engenheiros que participaram das demais avaliações.

Realizada a avaliação das alternativas de acessórios obteve-se o seguinte resultado: referente às alternativas para suporte do repetidor de sinal, a alternativa 01 foi considerada prejudicial à estabilização da antena em função da sua forma, além de não ter sido considerada uma alternativa cuja forma não era agradável. A alternativa 02 apesar de seu conceito renovável foi considerada prejudicial para a captação de sinal do repetidor, e também foi levantada a questão de que ele poderia desestabilizar a antena com a sua direção. A alternativa 03 também teve pontos negativos em relação à estabilização, por possuir ângulos distintos em sua forma. Já a alternativa 04 foi considerada a alternativa que melhor se adequa a unidade de composição, porém, por possuir uma dimensão maior do que as demais foi apontado que ela poderá ser um empecilho com a força do vento e acabar desestabilizando a antena por arrasto. A alternativa 05 possuiu praticamente a mesma avaliação do que a alternativa 03, recebendo pontos negativos por sua forma. A alternativa 06 foi avaliada como a alternativa que menos impactaria com a pressão do vento, não ocasionando desestabilização para o produto. Também foi considerado a sua forma similar em ambos os lados como algo agradável que iria tornar uma unidade de composição com as demais partes do produto. Após estes pareceres, decidiu-se então que a alternativa 06 seria a mais viável e compatível com o projeto, assim como seus requisitos.

A alternativa 07, referente ao suporte do painel solar obteve como resultados que a proposta rotacional por meio de um imã pode ser considerado uma diferenciação tecnológica, assim como foi avaliada a viabilidade deste sistema, pelo engenheiro físico de forma positiva. Outra questão apontada pelos avaliadores foi à versatilidade da disposição do painel, característica que proporciona valor ao produto como um todo.

As alternativas de manivela que não possuíam a trava de segurança obtiveram pontos negativos perante os avaliadores. Já as alternativas 08, 10, 11 e 12 foram avaliadas prin-

principalmente pela unidade de composição com o produto, onde a alternativa 10 foi a que obteve melhor resultado em questão estética e funcional.

Após avaliações e contribuições dos avaliadores ficou definido que a alternativa que melhor atende os requisitos projetuais referente ao suporte para o repetidor é a alternativa 06, a alternativa 07 referente ao suporte para o painel solar e a alternativa 10 relativo à manivela.

10. DETALHAMENTO DO PROJETO

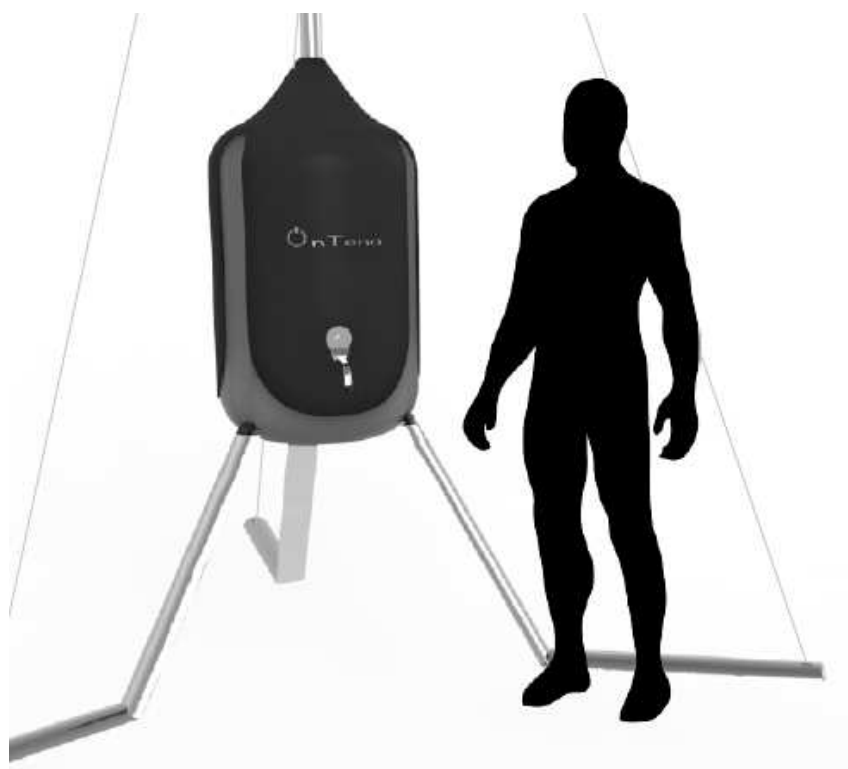
A antena foi projetada visando os requisitos projetuais levantados, com o auxílio de testes e validações para firmar o funcionamento da mesma, assim como, respeitando requisitos de segurança com enfoque nas partes móveis, como as engrenagens, polias, correias, que estão todas protegidas pela carenagem, assim como a inserção de trava de segurança, denominada trava-quedas como um fator de parada de emergência. Questões de estabilidade da estrutura também foram levantadas como requisito de segurança, por isso a inclusão de estaiamento e pinos de fixação. O produto desenvolvido pode ser visto nas suas três versões: antena sem estar içada (figura 66), vista aproximada (figura 67), antena içada (figura 68) e antena na sua versão compacta para armazenamento e transporte (figura 69).

Figura 66 – Antena instalada, sem estar içada.



Fonte: Autora (2016).

Figura 67 – Vista aproximada.



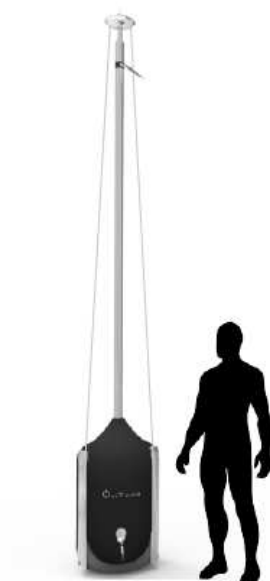
Fonte: Autora (2016)

Figura 68 – Antena içada.



Fonte: Autora (2016)

Figura 69 – Antena na sua versão compactada.



Fonte: Autora (2016).

A antena possui um sistema retrátil nos seus pés para compactação, onde através de um anel é possível unir suas duas partes, assim como, o próprio pé auxilia na sua estabilização e angulação no momento da instalação, devido ao seu design, como mostra a figura 70.

Figura 70 - Detalhamento Externo 01.



Fonte: Autora (2016).

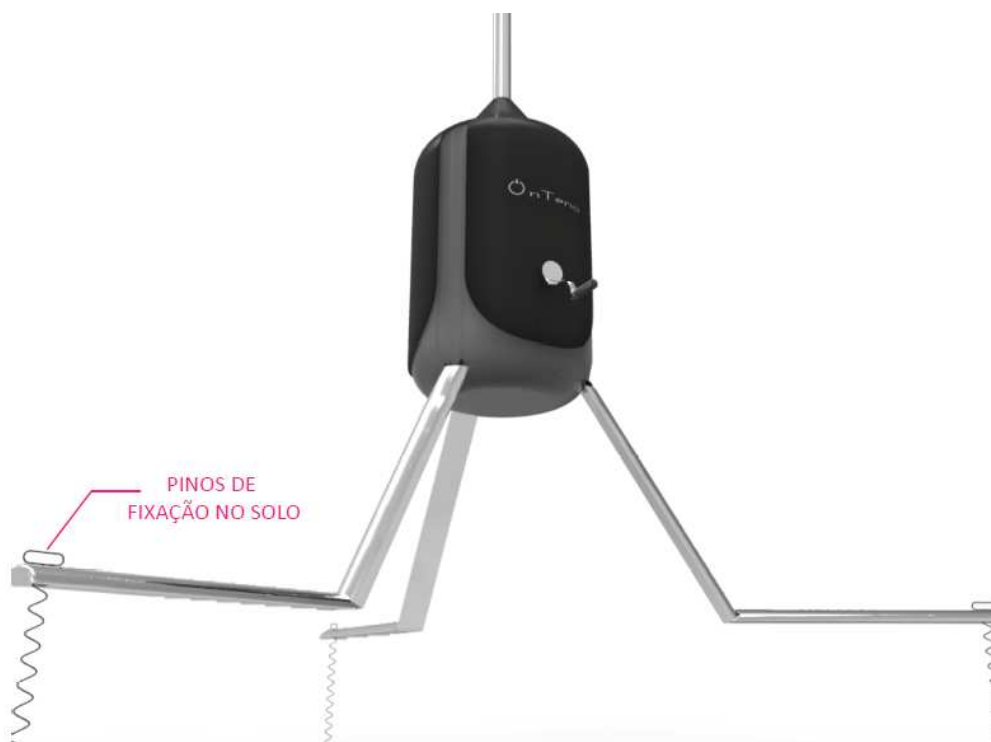
Suas dobradiças possuem um ângulo de movimentação de 180° e são envoltas a uma capa de borracha para a proteção de segurança do usuário. Esta capa possui este material para que o mesmo não prejudique na movimentação dos pés (figura 71). Ainda na parte inferior da antena, existe um espaço nos pés onde é disposto o pino para fixação do produto ao solo (figura 72) e neste mesmo local o cabo de estaiamento é transmitido até a fonte mecânica do projeto, onde através do impulso da manivela ao içar ou recolher as seções da antena, da mesma forma se içe ou recolhe o cabo do estaimaneto, a figura 73 mostra o mecanismo responsável por este processo e o rolo de armazenamento do cabo.

Figura 71 – Detalhamento Externo 02.



Fonte: Autora (2016).

Figura 72 – Exposição dos pinos de fixação.



Fonte: Autora (2016).

Figura 73 - Detalhamento Interno 01.



Fonte: Autora (2016).

O material da carenagem do produto devido a sua forma é o polipropileno (PP), que pode ser elaborado por meio do processo de rotomoldagem, cujo custo de produção é mais viável que por processo de injeção. Por meio da rotomoldagem é possível produzir produtos com design complexo e melhor acabado, bem como a possibilidade de produzir peças gran-

des e totalmente fechadas ou com uma única abertura. A estrutura interna do mecanismo é em aço carbono e os pés e as seções da antena são em alumínio tendo em vista a sua densidade. O processo de fabricação que pode ser utilizado tanto para os pés quanto para as seções da antena é a extrusão, pois este processo possui um baixo custo ferramental comparado à injeção, e aceita o processamento de formas complexas desde que a forma mantenha-se a mesma por todo comprimento. O produto final possui uma massa de 62 Kg.

A carenagem apresenta um design intencionalmente robusto para transmitir ao usuário que o mesmo é um produto durável, seguro e resistente, possui também detalhe de sobreposição de suas partes em cores distintas e negativos para que seus pés possam ser encaixados quando o produto for compactado. O bico superior da carenagem envolvendo a primeira seção da antena foi pensado para dar ao produto uma unidade de composição. É importante salientar que a pequena bateria e o controlador de carga ficarão dispostos na parte interna da carenagem junto ao mecanismo, para isso a carenagem possui no seu lado posterior um fundo falso para dar acesso à parte interna do produto, que possui uma forma arredondada nos seus quatro cantos para que haja a distribuição de uma possível carga de cisalhamento em função do corte, ocasionando desta maneira com que a carenagem não apresente pontos frágeis na sua estrutura (figura 74).

Figura 74 – Detalhamento externo 03.



Fonte: Autora (2016).

A estrutura e mecanismo interno serão detalhados em duas partes para melhor entendimento, onde a primeira será o mecanismo de acionamento das seções da antena e o segundo o mecanismo de içamento e recolhimento do cabo de estaimento, a figura 75 apresenta a especificação dos componentes internos.

Figura 75 – Especificações dos componentes internos.



Fonte: Autora (2016).

Referente ao acionamento das seções da antena, o mesmo acontece por meio do acionamento da manivela que ao fazer engrenar as engrenagens içá o cabo de aço que está disposto no seu compartimento, conforme figura 76.

Figura 76 – Compartimento de armazenamento do cabo de aço.

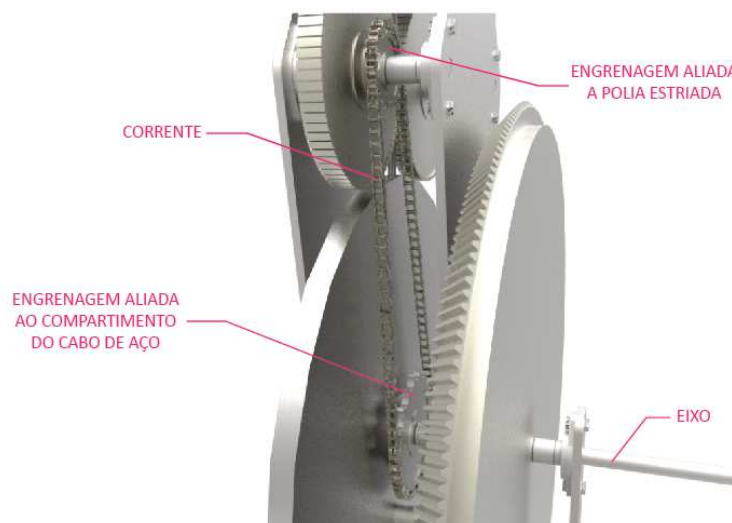


Fonte: Autora (2016).

Este funcionamento acontece por duas engrenagens dentadas que estão ligadas por uma corrente, sendo uma delas ligada ao compartimento onde está armazenado o cabo de aço e outra ligada a uma das polias estriadas que além de guiar o cabo auxiliam na sua transmissão, este sistema está exposto na figura 77. Acima das polias estriadas está localizado o sistema de segurança da antena, o trava-quedas (figura 78), que auxilia na prevenção

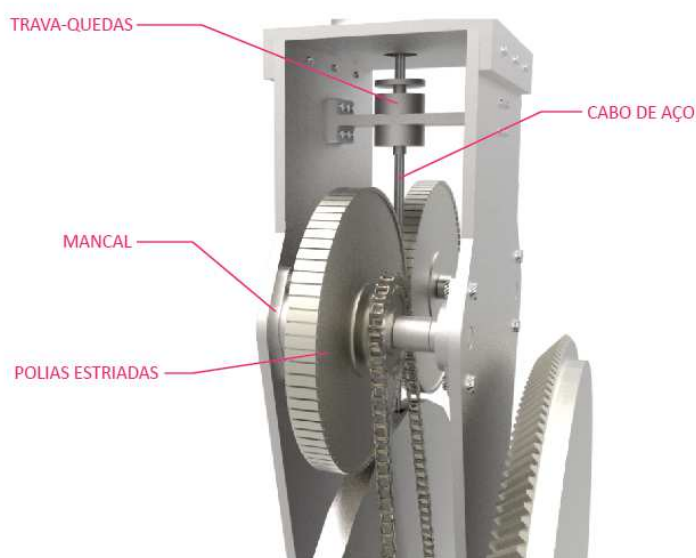
de acidentes, impedindo com que o cabo de aço acelere de maneira demasiada com o impulso na manivela.

Figura 77- Mecanismo responsável pelo acionamento das seções da antena.



Fonte: Autora (2016).

Figura 78- Trava-quedas: Sistema de segurança do produto.

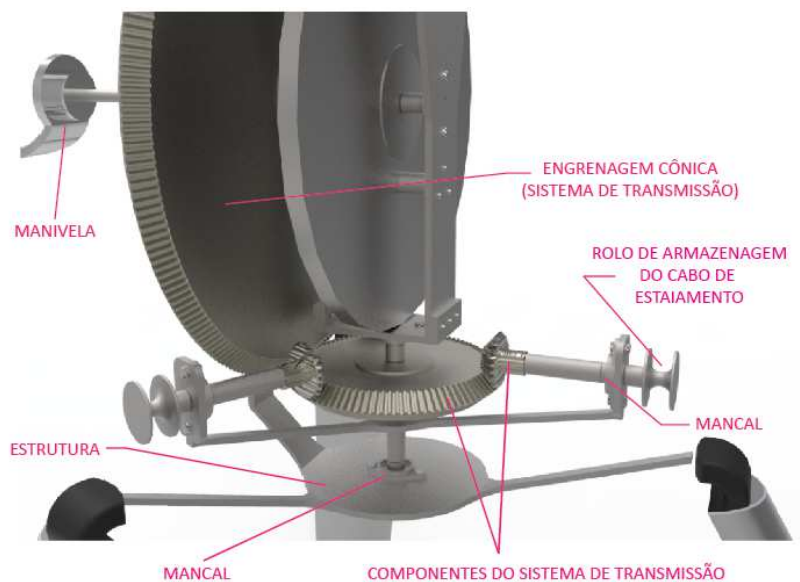


Fonte: Autora (2016).

Quanto ao sistema de recolhimento do cabo de estaiamento, o mesmo acontece por meio do acionamento da manivela, ou seja, está interligado ao sistema de içamento da antena para que tudo funcione ao mesmo tempo. Esse recolhimento acontece por meio de engrenagens de transmissão, onde uma engrenagem cônica está ligada a manivela e transmite este movimento a outras engrenagens cônicas que estão distribuídas a 120° conforme os pés e pontos de estaiamento do produto. No momento em que as pequenas engrenagens

se movimentam içam ou recolhem o cabo de estaiamento que está armazenado no rolo que é fixo a essas engrenagens (figura 79).

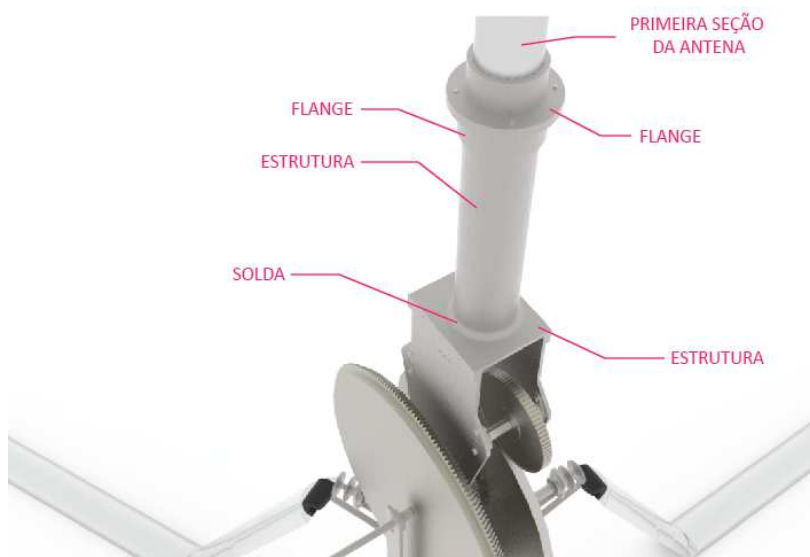
Figura 79 – Mecanismo responsável pelo acionamento do cabo de estaiamento.



Fonte: Autora (2016).

A primeira seção da antena está fixada em uma base por meio de duas flanges, uma conectada a estrutura da antena e outra conectada a própria seção, para garantir a sua estabilidade (figura 80).

Figura 80 – União da primeira seção da antena com a estrutura.



Fonte: Autora (2016).

A segunda seção na sua parte interna possui um anel de fixação que impede a mesma de sair totalmente de dentro da primeira, e isto se repete também com a terceira seção.

Outro detalhe das diferentes partes da antena é o espaçador para evitar com que as mesmas balancem durante o movimento, este componente, é inserido na primeira e segunda seção da mesma. A terceira seção possui em sua ponta um elo de fixação do cabo de aço e também uma rosca para fixação da ponta onde estará disposto o repetidor de sinal (figura 81).

Figura 81 – Detalhamento das seções da antena.

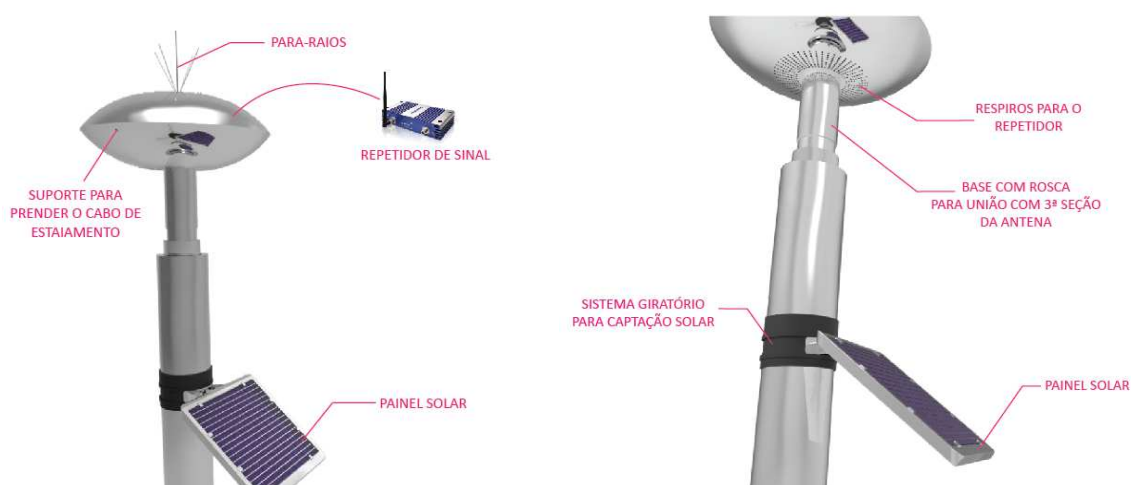


Fonte: Autora (2016).

A parte superior do produto é onde estará armazenado o repetidor de sinal e na sua parte externa o para-raios. Seu design foi desenvolvido estrategicamente para que o mesmo não se tornasse um problema em relação ao arrasto do vento. Sua parte inferior possui alguns furos para arejamento do repetidor de sinal (figura 82).

O painel possui um sistema programado para girar conforme a incidência solar por meio de um ímã. Ele poderá ser disposto por toda a primeira seção da antena, conforme demanda do usuário. O ângulo do painel é ajustável para que o produto não tenha restrições de local para instalação (figura 82).

Figura 82 – Detalhamento dos componentes da parte superior do produto.



Fonte: Autora (2016).

O detalhamento técnico de todas as peças, incluindo vistas explodidas dos subsistemas e dimensionamento dos componentes pode ser visto no APÊNDICE D.

Uma aplicação do produto ambientada pode ser vista na figura 83.

Figura 83 – Produto ambientado.



Fonte: Autora (2016).

11. NAMING E IDENTIDADE VISUAL

Acorde Vásquez (2007), a identidade visual é um sistema de signos elabora segundo critérios e princípios que represente, caracterize e comunique a identidade conceitual da marca, é através dela que o invisível se torna visível. Ainda segundo Vásquez (2007), a identidade visual de um produto se dá por meio da criação de um naming aliado a incorporação de um design.

O processo de elaboração do naming do produto foi desenvolvido a partir da utilização da palavra “antena”, solução do projeto, com a união do termo em inglês “on”, termo universal utilizado em aparelhos eletrônicos, cujo significado é estar ligado, conectado, em funcionamento. Buscou-se assim, aliar o objetivo deste projeto que é proporcionar a melhoria da recepção do sinal de telefonia celular, mantendo os usuários conectados com as pessoas distantes dali, com a solução do mesmo, o desenvolvimento de uma antena como produto, obtendo assim o naming do projeto elaborado, “ONTENA”, um nome que possui uma fácil pronuncia e que auxilia na composição da sua Identidade Visual.

Para a elaboração da identidade visual do projeto foi desenvolvido um logotipo que remetesse o objeto deste produto. Para isso, foi utilizado o símbolo de “ON” para compor o logotipo representando a letra “O” inicial do naming “ONTENA”. A figura 84 mostra a composição do naming com o símbolo apresentando o logotipo do produto.

Figura 84- Logotipo do produto.



Fonte: Autora (2016).

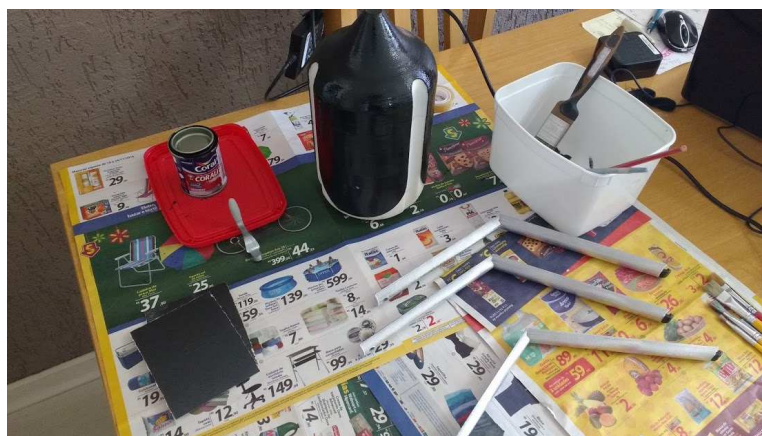
O logotipo está aplicado na face frontal do produto para que haja a comunicação da identidade conceitual mesmo.

12. VALIDAÇÃO COM MOCKUP

Seguindo a metodologia aplicada a este projeto de Platcheck (2012), assim como o desenvolvimento e detalhamento do mesmo, tem-se a etapa de confecção de um protótipo ou *mockup* para verificação dos aspectos estéticos e volumétricos. Devido à natureza do projeto, por tratar-se de um equipamento grande, a manufatura de um protótipo em escala real se tornaria inviável, por isso, foi elaborado um *mockup* em escala reduzida 1:5 do produto, com seus componentes externos.

A técnica utilizada para a confecção de alguns componentes do produto foi à prototipagem rápida, mais especificadamente a impressão 3D, do tipo sobreposição de material fundido. Os componentes que foram confeccionados por meio desta técnica foram os pés, a carenagem, o painel solar e a ponta superior do produto. Esta impressão foi realizada em uma prestadora de serviços especializada em prototipagem 3D. As peças passaram por um processo de acabamento e pintura para seguirem fielmente o produto desenvolvido, para os componentes que são em alumínio foi utilizada uma pintura cromada especial, para manter a aparência do material (figura 85).

Figura 85 – Processo de pintura dos componentes do *mockup*.



Fonte: Autora (2016).

Para a confecção da primeira seção da antena foi utilizado um tubo acrílico que também passou pelo processo de pintura. A segunda seção é representada por um parafuso cortado, assim como o detalhe da antena para o repetidor na ponta superior do produto. O para-raios foi elaborado por meio de alfinetes e a manivela foi construída com a utilização de três materiais distintos, parafuso cortado para o afastamento, chapa metálica para o perfil e durepoxi para o cabo, todos pintados fielmente conforme o produto desenvolvido. Os cabos de estaiamento estão representados por cordões.

Com o acabamento manual realizado em todas as peças, as mesmas foram unidas utilizando adesivo instantâneo universal, Super Bonder. O *mockup* final montado pode ser visto na figura 86.

Figura 86 – *Mockup* final em escala 1:5.



Fonte: Autora (2016).

Mesmo com a simplificação de formas em alguns componentes para correta impressão 3D em escala, foi possível conservar alguns detalhes do projeto, como a representação do painel solar e os detalhes da ponta superior da antena. O modelo volumétrico elaborado permitiu que fosse realizada a verificação da distribuição espacial dos componentes, auxiliando também na validação do projeto. Por meio dele foi possível perceber a real harmonia entre as cores utilizadas, assim como o aspecto formal do produto, que se apresentou de maneira equilibrada.

No APÊNDICE E, estão disponíveis imagens do *mockup* em outros ângulos.

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de sinal de telefonia fixa e celular em áreas rurais ainda é um problema constante que gera muito transtorno a sua população. Isso acontece porque ambientes do interior geralmente são compostos por inúmeras diversidades ecológicas ao seu entorno, como serras, matas, rios e pedreiras e isso faz com que o sinal tenha dificuldade de chegar até a região.

Este projeto buscou o desenvolvimento de uma antena que proporcionasse o acesso à comunicação e a tecnologias avançadas do mundo atual, visando à qualidade de vida da população do interior da região de São Lourenço do Sul e das comunidades rurais como um todo, tanto para suas necessidades pessoais como também questão de segurança. Como foi discutido no trabalho, essa solução estaria na instalação de antenas pontuais cujo objetivo é amplificar e retransmitir o sinal que vem das operadoras de celular.

A metodologia adotada de Platcheck (2012) foi fundamental para o desenvolvimento do produto, assim como os casos específicos de aplicações de metodologias de outros autores. As etapas iniciais de análise do problema, por meio de contato com o público-alvo e a região em evidência, assim como a determinação de suas necessidades conduziram o projeto. A fundamentação teórica foi essencial para um aprofundamento do cenário a ser trabalhado e uma real compreensão do problema de projeto. A fase de levantamento de dados onde surgiram vários caminhos como possíveis soluções do projeto e aplicações destes na região de estudo foi fundamental para validar o rumo do projeto. Assim como, o levantamento de similares para chegar aos requisitos de projeto e conseqüentemente aos parâmetros projetuais.

Outro fator importante a ser considerado no desenvolvimento do projeto foi à colaboração do grupo de engenheiros que participou da validação da geração de alternativas, contribuindo com informações importantes para o mecanismo do produto, assim como questões de estabilidade e segurança, itens primordiais no produto desenvolvido.

Com a verificação estética e espacial do projeto, por meio do *mockup* em escala, e seu detalhamento técnico o produto pôde ser validado, assim como a elaboração do protótipo funcional em escala real do mecanismo de içamento e recolhimento das seções da antena foi fundamental para validar que o princípio funcional era viável.

Os conhecimentos obtidos durante o curso foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto, desde a fase inicial de pesquisa e busca de similares até o desenvolvimento de alternativas e modelagem no software 3D. Todas as etapas contidas neste relatório contribuíram para o resultado final do produto, que obteve como resultado a certificação do cumprimento do seu propósito, no escopo levantado.

REFERÊNCIAS

- ABRATER. Associação Brasileira de Telecomunicações Rurais. Disponível em: <www.abrater.org.br>. Acesso em: 12 fev. 2016.
- ACRO. Cabos de aço. Disponível em: <www.acrocabo.com.br/cabo-aco-revestido-emcapado.php>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- AFUBRA. Departamento: camping, piscina e praia. Disponível em: <www.lojasafubra.com.br/departamentos/3,0,0/camping-piscina-praia.html>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- ALMEIDA, N, R, O; SALES, C, de M, V. *Trajetórias, descobertas pelo universo virtual: a inclusão digital de jovens do campo*. Ceará, CE: CINTEDI, 2012.
- AQUÁRIO. Loja Store. Disponível em:< loja.aquario.com.br>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- ARRAIS, D, D. *Consumo da Telefonía Móvel: O Papel da Comunicação na Construção da Educação e da Identidade do Jovem*. In: 1º ENCONTRO CENTRO-OESTE DE HISTÓRIA DA MÍDIA, 1, 2012, Dourados. *Anais...* Dourados: Comunicação & Mercado/UNIGRAM, 2012. P. 262-270.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. Da. *Projeto Integrado de produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem*. Barueri, SP: Monole, 2008.
- BAXTER, M. Projeto de produto: *Guia prático para o design de novos produtos*. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BRAGA, Juliana Cardoso; *Ecodesign: Estudo de casos de estratégias aplicadas a produtos nacionais*. *Revista portuguesa e Brasileira de Gestão*; Uberlândia – MG, junho 2014.
- BRUNDTLAND Report. 1987. *"Towards Sustainable Development" in Our Common Future*. pg 43-66. Oxford University Press, Oxford.
- CAGNIN, C; FRAGA, R; VILELA, B. *Estratégia de Ação para o tema Cidades Sustentáveis: significados e implicações para a política nacional de ciência e tecnologia*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.
- CASTRO, R, M, G. *Energias Renováveis e Produção Descentralizada – INTRODUÇÃO À ENERGIA EÓLICA*; Universidade Técnica de Lisboa; Maio de 2005.
- CBRE. Cidades Sustentáveis, transformando a realidade ao nosso redor. Disponível em: <cbre.com.br/site/wp-content/uploads/2013/07/View-22_web.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2016.
- COELCE. Raios: Saiba como prevenir acidentes. Disponível em: <endesabrazilra.com.br/2013/coelce.html>. Acesso em: 04 mar 2016.

COSTA, R, C, da; PRATES, C, P, T; *O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado*. BNDES. Fevereiro de 2005.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 20 abr. 2016.

DETROZ, D; PAVEZ, C, M, P; VIANA, A, P. Cidades Sustentáveis, inteligentes e inclusivas: reinvenção das cidades. *Revista de Extensão Científica SOCIESC – REIS*. 51 pg. Abril/2014.

DIENSTMANN, G. *Energia Solar: uma comparação de tecnologias*. Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

DUNNE, Anthony. *Hertzian Tales: electronic products, aesthetic experience, and critical design*. MIT Press. Cambridge, 1999. 3a Edição, 2008.

ELAT/INPE. Disponível em: www.inpe.br/webelat/homepage. Acesso em: 04 mar. 2016.

ELETROPIPAS. Pipa caixa. Disponível em: <eletropipas.blogspot.com.br/2010/06/pipa-caixa.html>. Acesso em: 08 out. 2015.

FIG ENGENHARIA. Montagem de torre estaiada. Disponível em: <www.figengenharia.com.br/?attachment_id=588>. Acesso em: 04 jun. 2016.

FINDER. *O Mundo Sustentável das Energias Renováveis*. White Paper. Ed 001. Março 2011.

FONSECA, I, S, A Da. *Manutenção de Sistemas de Geração de Energia Renovável Eólica através de Redes IP*. 2010. Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Faculdade de Engenharia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal. 2010.

FREIRE, L, B, C. *Método para Levantamento do Potencial Energético Solar em Campus Universitário*. Universidade federal do Paraná, Curitiba. 2013.

G1 – GLOBO. Empresa Americana Desenvolve Usina de Energia Portátil e Voadora. Disponível em: <g1.globo.com/natureza/noticia/2015/04/empresa-americana-desenvolve-usina-de-energia-portatil-e-voadora.html>. Acesso em: 08 jun. 2016.

GAZETA DO SUL, outubro de 2012. Incidência de Raios é maior no Rio Grande do Sul. Disponível em: <www.grupogaz.com.br/gazetadosul/noticia/370708incidencia_de_raios_e_maior_no_rs.html>. Acesso em: 04 mar. 2016.

GLOBO PLAY. Conheça a pipa gigante que puxa navios cargueiros. Disponível em: <globo-play.globo.com/v/1513755>. Acesso em: 08 jun. 2016.

GOMES, R, C, de S, P, P. *Cidades Sustentáveis: O contexto Europeu*. Mestrado em Ciência e Engenharia do Ambiente – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2009.

HELP TRANSPORTES. Guindastes. Disponível em: <www.helptransportes.com.br/guindastes.php#parentVerticalTab4>. Acesso em: 04 jun. 2016.

GOMES, R, D, M; RAPOSO, E, P; SHIBUYA, R. *Além de grandes hidrelétricas: políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil*. WWF-Brasil. 2012.

IBGE. Área territorial por município. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/area.shtm>. Acesso em: 05 fev. 2016.

INCOTERM – Soluções em medições. Disponível em: <www.incoterm.com.br/tecnica/7625+08+0+00+anemometro+digital+portatil+-10+45+c>. Acesso em: 20 abr. 2016.

INEP. Instituto Nacional de estudos e Pesquisas Educacionais. Disponível em: <www.inep.gov.br>. Acesso em: 04 mar. 2016.

INFOBARREL. Portable Gazebos: Use Specially Designed Weight Blocks Instead of Gazebo Tie Downs. Disponível em: <www.infobarrel.com/Portable_Gazebos_-_Use_Specially_Designed_Weight_Blocks_Instead_of_Gazebo_Tie_Downs>. Acesso em: 04 jun. 2016.

KAMINSKI, Paulo C. *Desenvolvendo produtos: planejamento, criatividade e qualidade*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

KAUFMANN, V, G. *Avaliação do Potencial de Geração Solar Fotovoltaica e Análise em tempo Real da Operação de um Painel Fotovoltaico Instalado na Cidade de Lajeado/RS*. Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, RS. 2012.

KBT. Fixação ao solo. Disponível em: <www.kbt.be/PTPT/site/products-detail.aspx?vPK=179&k=135&k2=36&l=1>. Acesso em: 04 jun. 2016.

LABRATÓRIO CASEIRO. Encher balão com bicarbonato e vinagre. Disponível em: <blogs.estadao.com.br/estadinho/2010/05/15/laboratorio-caseiro/>. Acesso em: 06 nov. 2015.

LÖBACH, B. *Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais*. s. l.: Edgar Blücher, 2001.

LOURENÇO, A, P, F; CRUZ, F, D, A; SANTOS, J, T; COMPART, R. (2011). *Transmissão de sinal de celular para áreas rurais*. E-xata, Belo Horizonte, v.4, n.3, p.137-157, nov./dez. 2011.

LUCON, O, S; ESPARTA, A, R, J; UHLIG, A. *Energia Renovável no Brasil*. X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro. 2015.

MANZINI, E; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos individuais*. São Paulo: Edusp, 2002.

MEC. Ministério da educação. Disponível em: <portal.mec.gov.br>. Acesso em: 04 mar.2016.

MECATRÔNICA ATUAL. Hidropneumática: características e aplicações. Disponível em: <www.mecatronicaatual.com.br/educacao/952-hidropneumatica-caracteristicas-e-aplicacoes>. Acesso em: 03 jun. 2016.

MOR. Produtos: Escada Telescópica. Disponível em: <www.mor.com.br/produtos/profissionais/escada-telescopica-aluminio-10-degraus-3-12m-005121>. Acesso em: 04 jun. 2016.

NEGER. Amplificador de Celular. Disponível em: <www.neger.com.br/produtos/amplificador-celular>. Acesso em: 04 jun. 2016.

NEGER, E, R. *Solução adotada pelos usuários do SMP para falta de sinal adequado na área rural e na área urbana*. In: 2º SEMINÁRIO DE GESTÃO DO ESPECTRO: UMA VISÃO DE FUTURO, 2, 2015.

Nic.br. Núcleo de informação e Coordenação do Ponto BR. Disponível em: <www.nic.br>. Acesso em: 04 mar.2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONUBR). A ONU e a Governança. Disponível em: <www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 02 fev. 2016.

PACHECO, F. *Energias Renováveis: Breve Conceito*. Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, n.149,Outubro/2006.

PAVANI, S. A; *Comandos Pneumáticos e Hidráulicos/Sérgio Adalberto Pavani.-3.ed-Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010. 182 p.: il.*

PINHO, J, T; GALDINO, M, A. *Manual de engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Grupo de Trabalho de Energia Solar-GTES. Rio de Janeiro. Março/2014.

PLATCHECK, E, R. *Design Industrial: Metodologia de Ecodesign para o desenvolvimento de Produtos Sustentáveis*. São Paulo: Atlas S.A., 2012.

RAMOS, F, G; SEIDLER, N. *Estudo da energia eólica para aproveitamento em pequenos empreendimentos*. Vivências. Vol.7, N.13:p.108-127, Outubro/2011.

SERRA, E, T; GALDINO, M, A, E; LIMA, J, H, G; RIBERIO, C, M. O contexto das Energias Renováveis no Brasil. *Revista da Direng*. Rio de Janeiro. [s. d.].

SILVA, E, dos S. *A Física dos Relâmpagos e dos Raios*. Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2007.

SILVA, V, B, A Da. *O Impacto da Ligação de Fontes de Energia Renovável nas Redes de BT*. 2012. 138 f. Dissertação Integrada em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Faculdade de Engenharia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal. 2012.

SOB SOL e LUA. Espeques, tirantes e tensionadores. Disponível em: <sobsolelua.blogspot.com.br/2015/04/espeques-tirantes-e-tensionadores.html>. Acesso em: 04 jun. 2016.

SOLAR. Painel Solar Fotovoltaico. Disponível em: <www.portalsolar.com.br/painel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso em: 02 jun. 2016.

SUNLAB POWER. Dimensionamento Solar Fotovoltaico. Disponível em: <www.sunlab.com.br/Dimensionamento_solar_fotovoltaico.htm>. Acesso em: 05 Jun. 2016.

TRAMONTINA. Produtos: Enrolador de Mangueira. Disponível em: <[www.tramontina.com.br/search/index?search\[keyword\]=enrolador%20de%20mangueira&page=4](http://www.tramontina.com.br/search/index?search[keyword]=enrolador%20de%20mangueira&page=4)>. Acesso em: 04 jun. 2016.

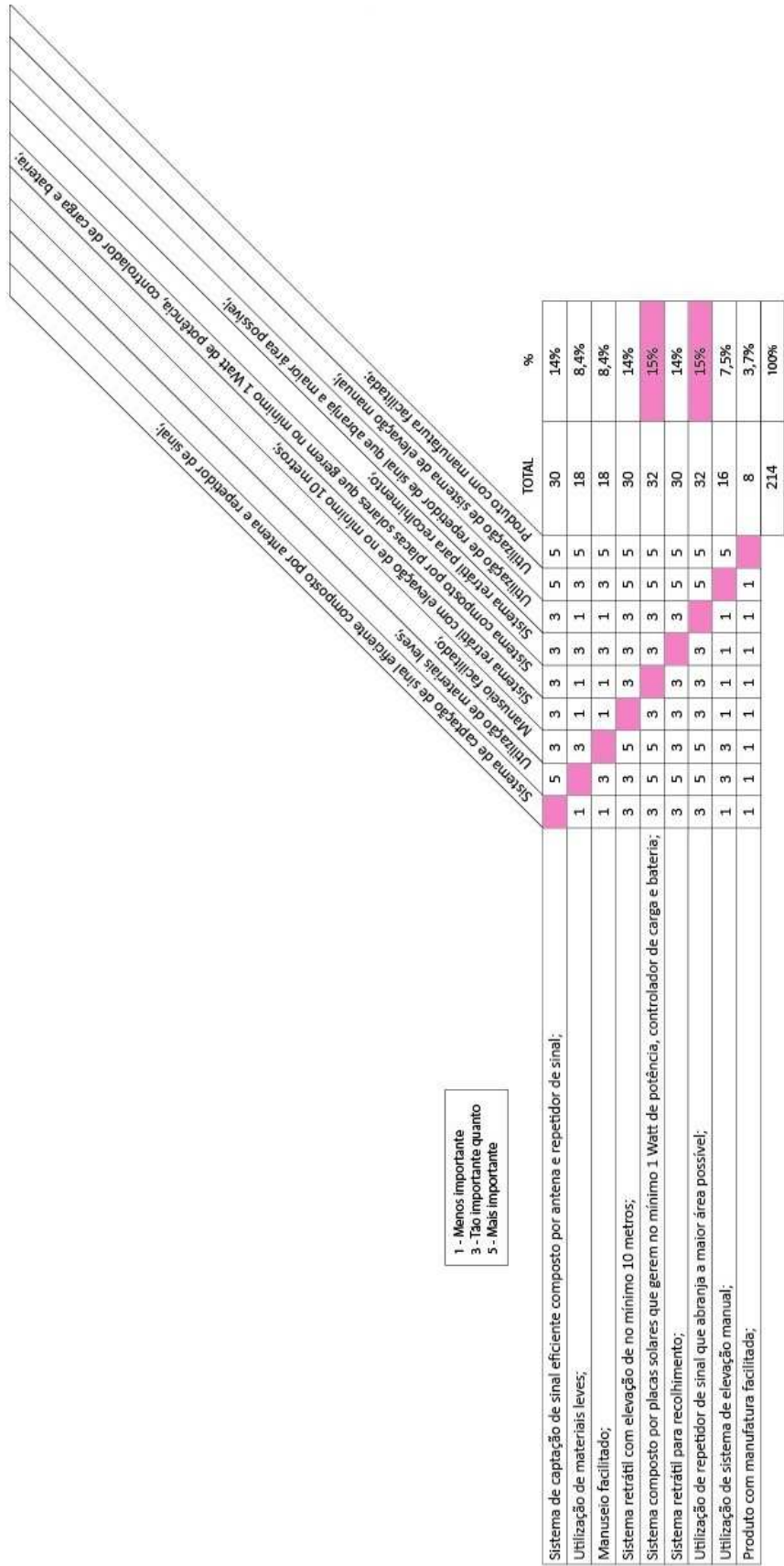
VÁSQUEZ, R, P; *Identidade de Marca, Gestão e Comunicação*. Organicom. Ano 4, Número 7, 2º semestre de 2007.

VERARDI. Metalúrgica Verardi LTDA. Acesso em: <www.verardi.com.br/empilhadeira-manual-eletrica.asp>. Acesso em: 04 jun. 2016.

VICHI, F, M; MANSOR, M, T, C. Energia, meio ambiente e economia: O Brasil no contexto mundial. *Quim, Nova*. São Paulo, v.32, n.3, abril/2009.

ZILLES, R. *Energia Solar Fotovoltaica*. Universidade de São Paulo. Projeto Energia que Transforma. 2000.

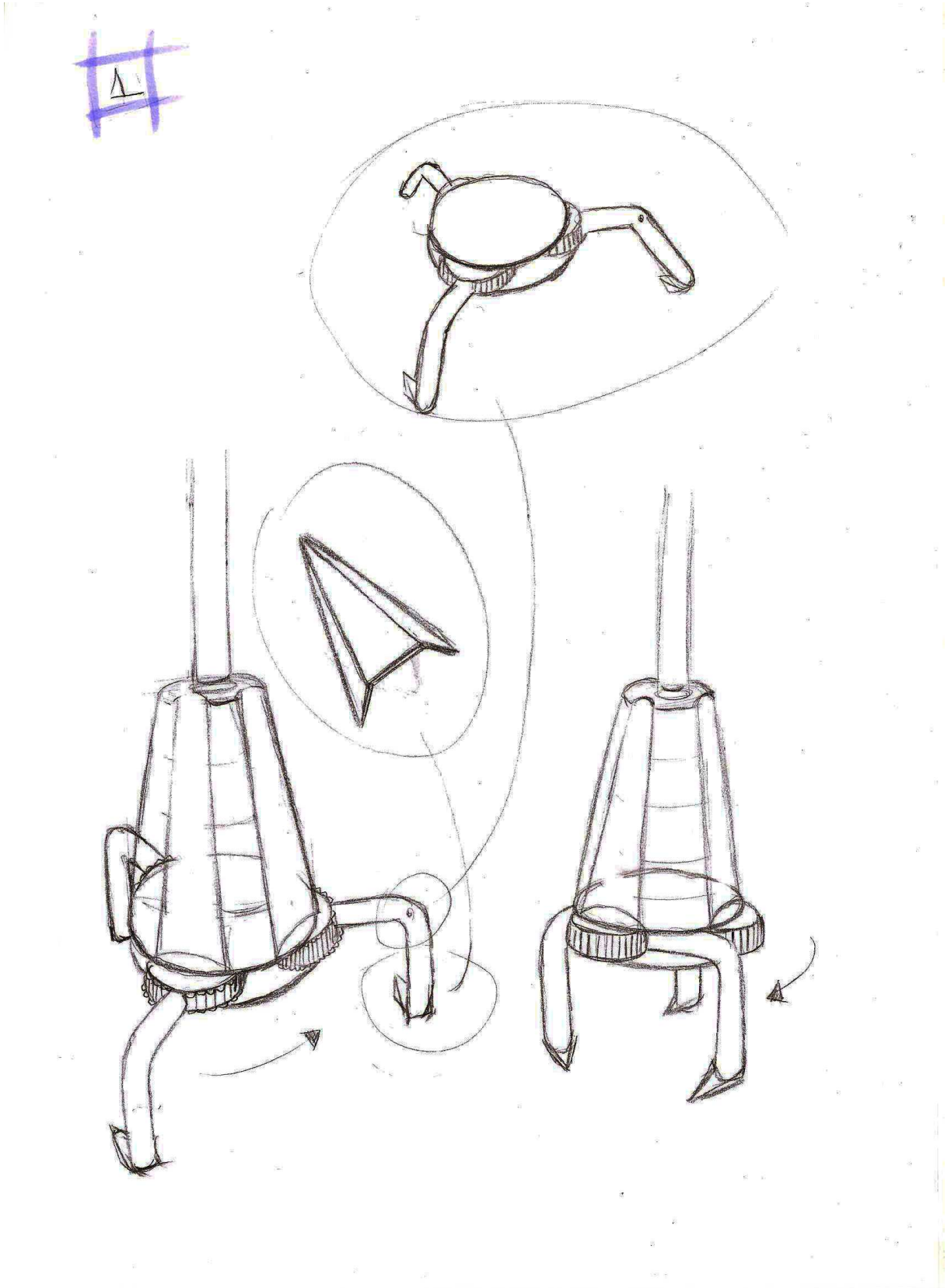
APÊNDICE A – DIAGRAMA DE MUDGE



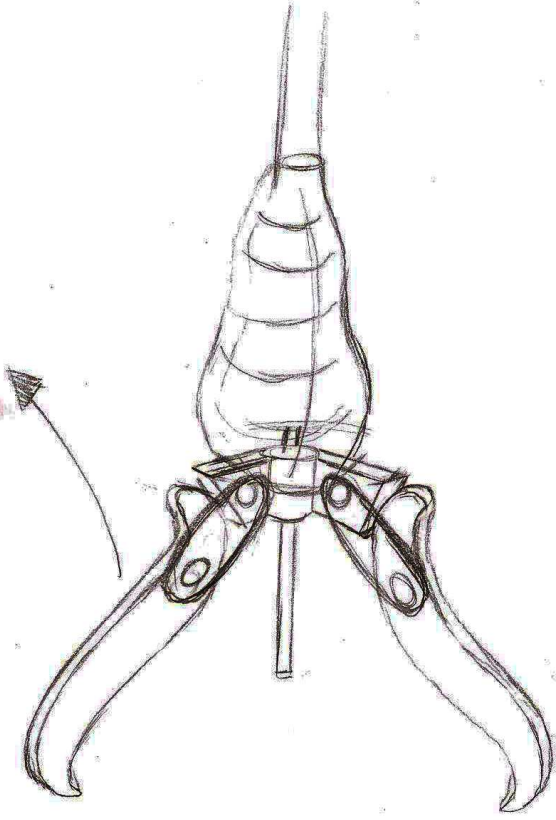
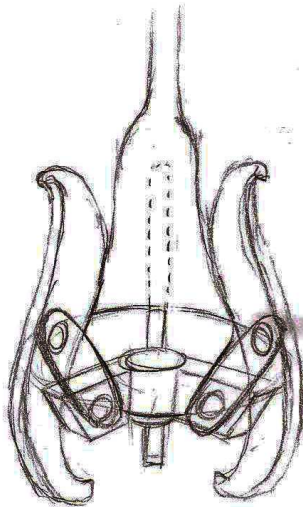
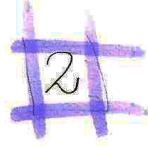
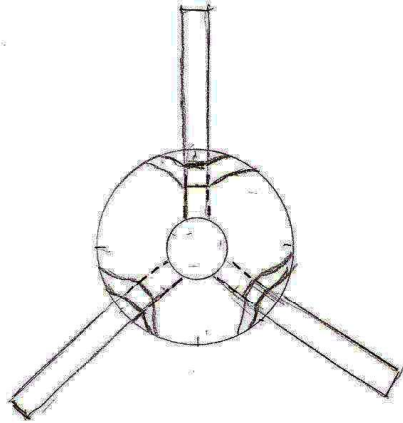
1 - Menos importante
 3 - Tão importante quanto
 5 - Mais importante

APÊNDICE B - ALTERNATIVAS CONCEITUAIS

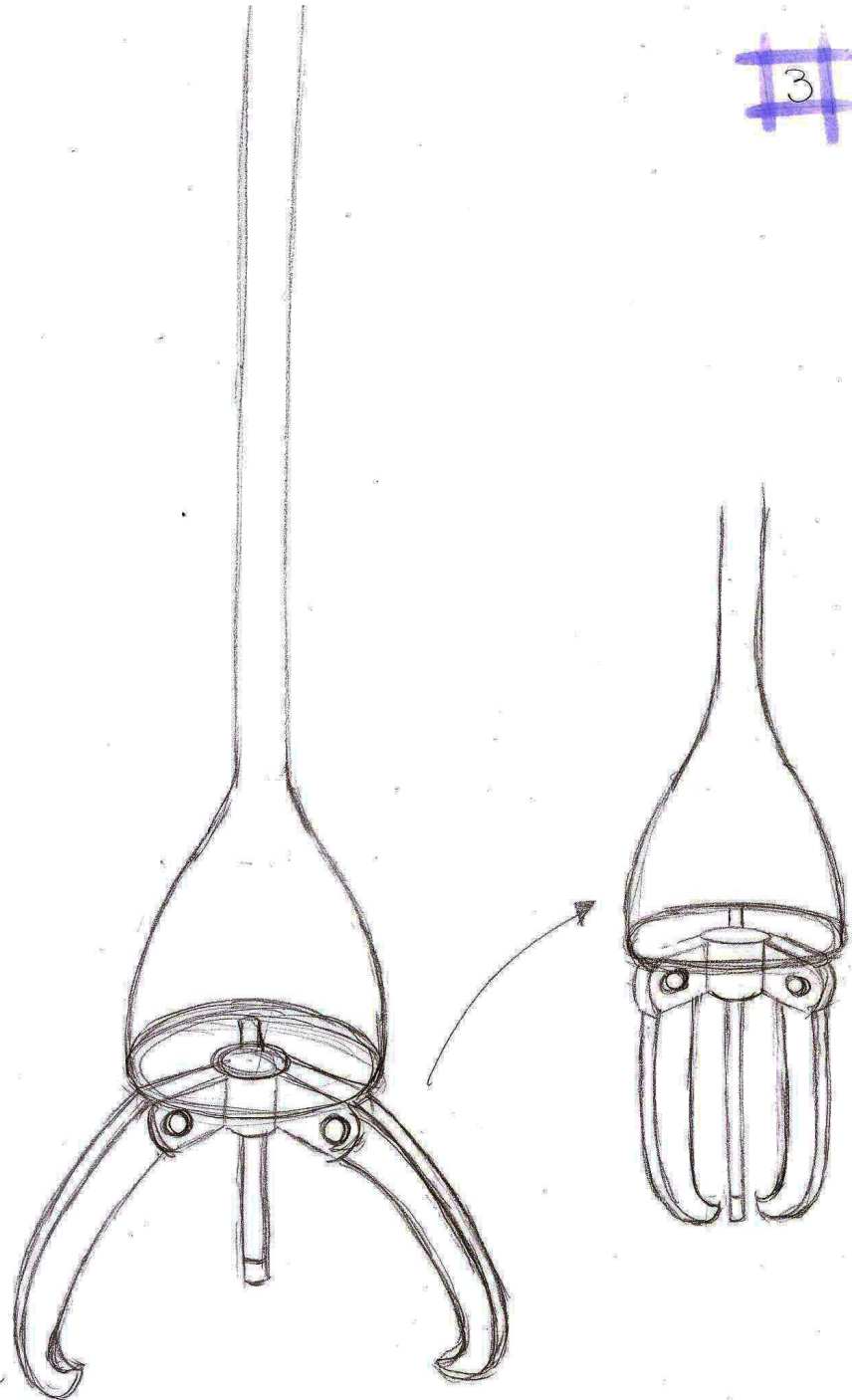
Alternativa conceitual 01.



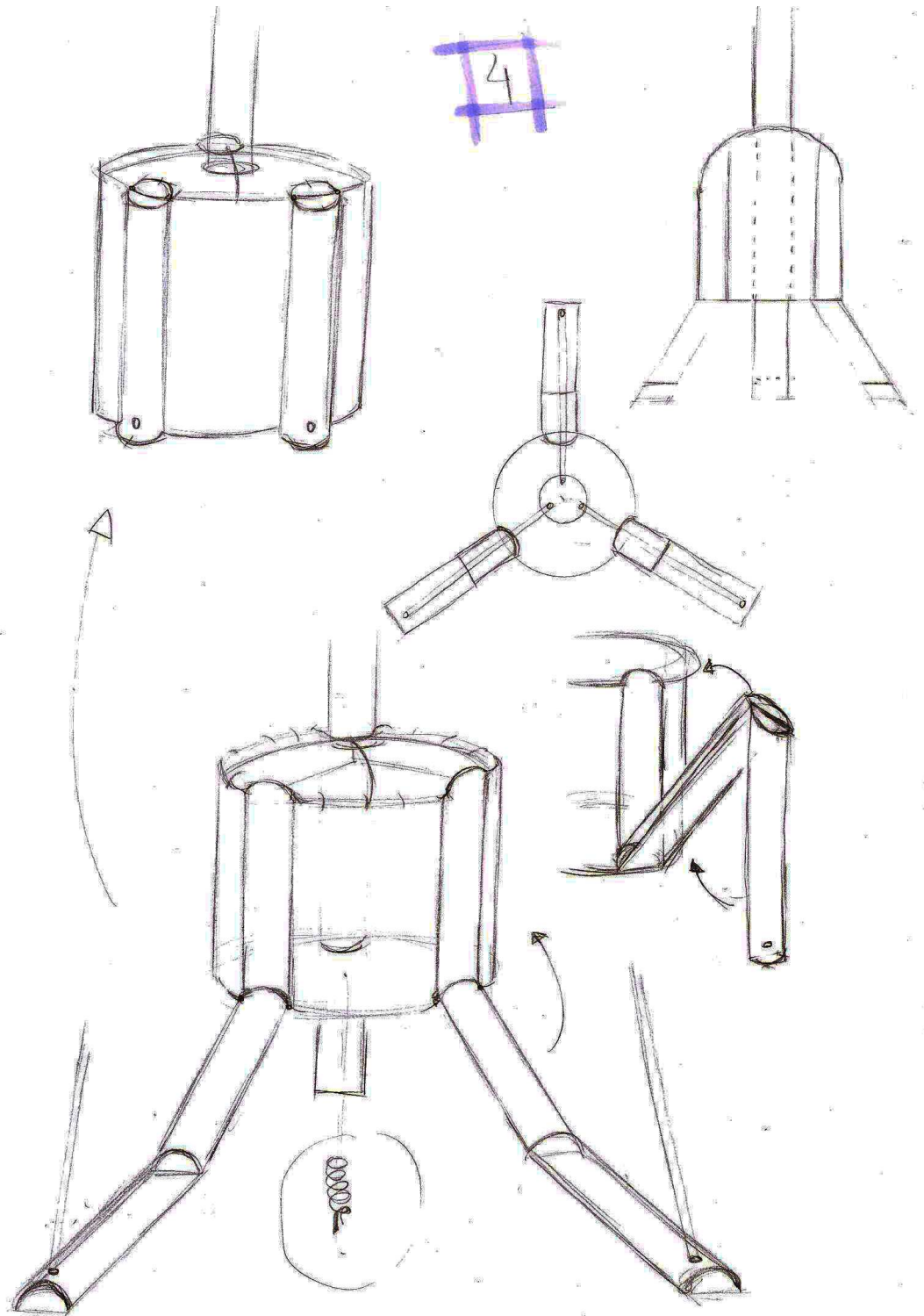
Alternativa conceitual 02.



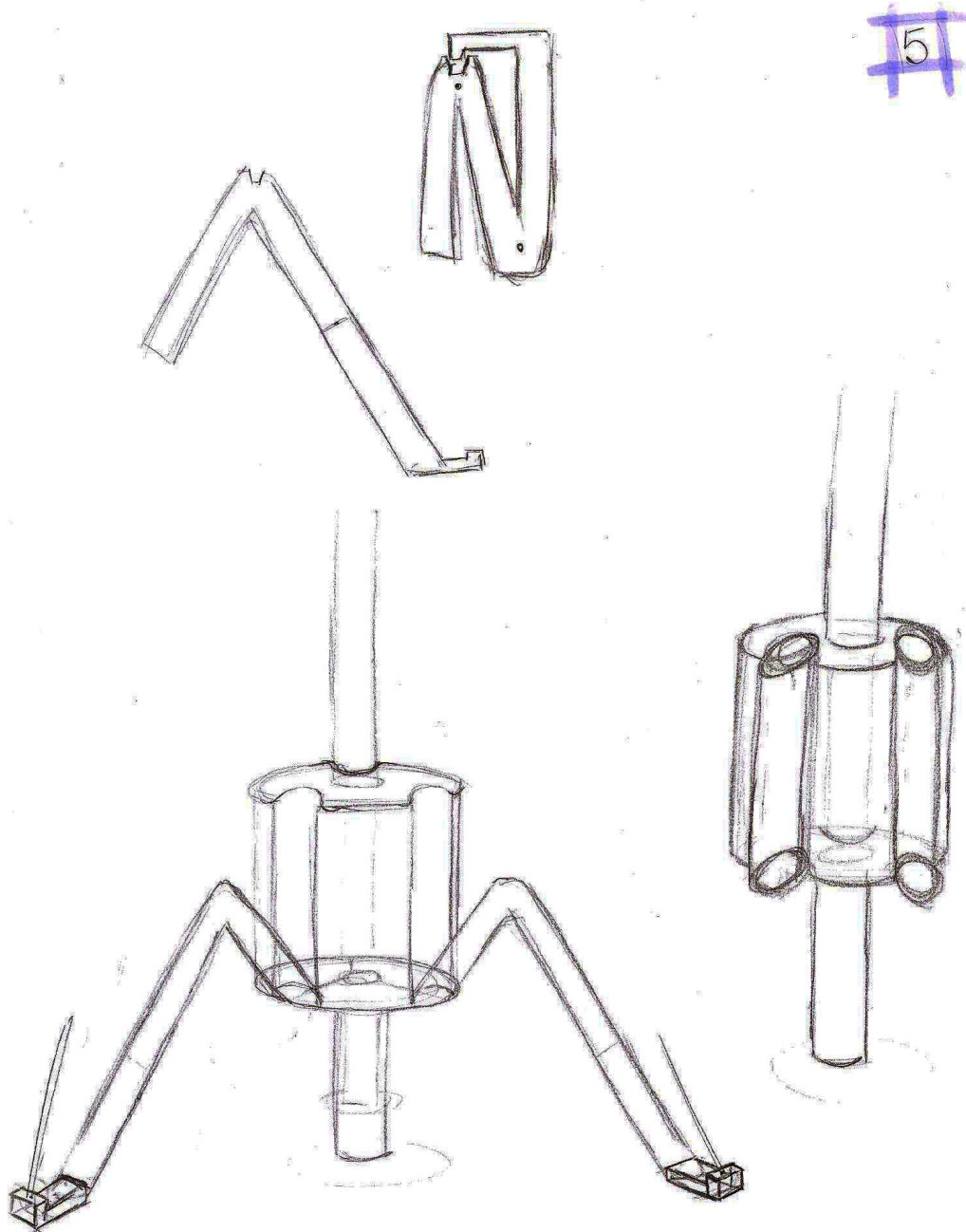
Alternativa conceitual 03.



Alternativa conceitual 04.

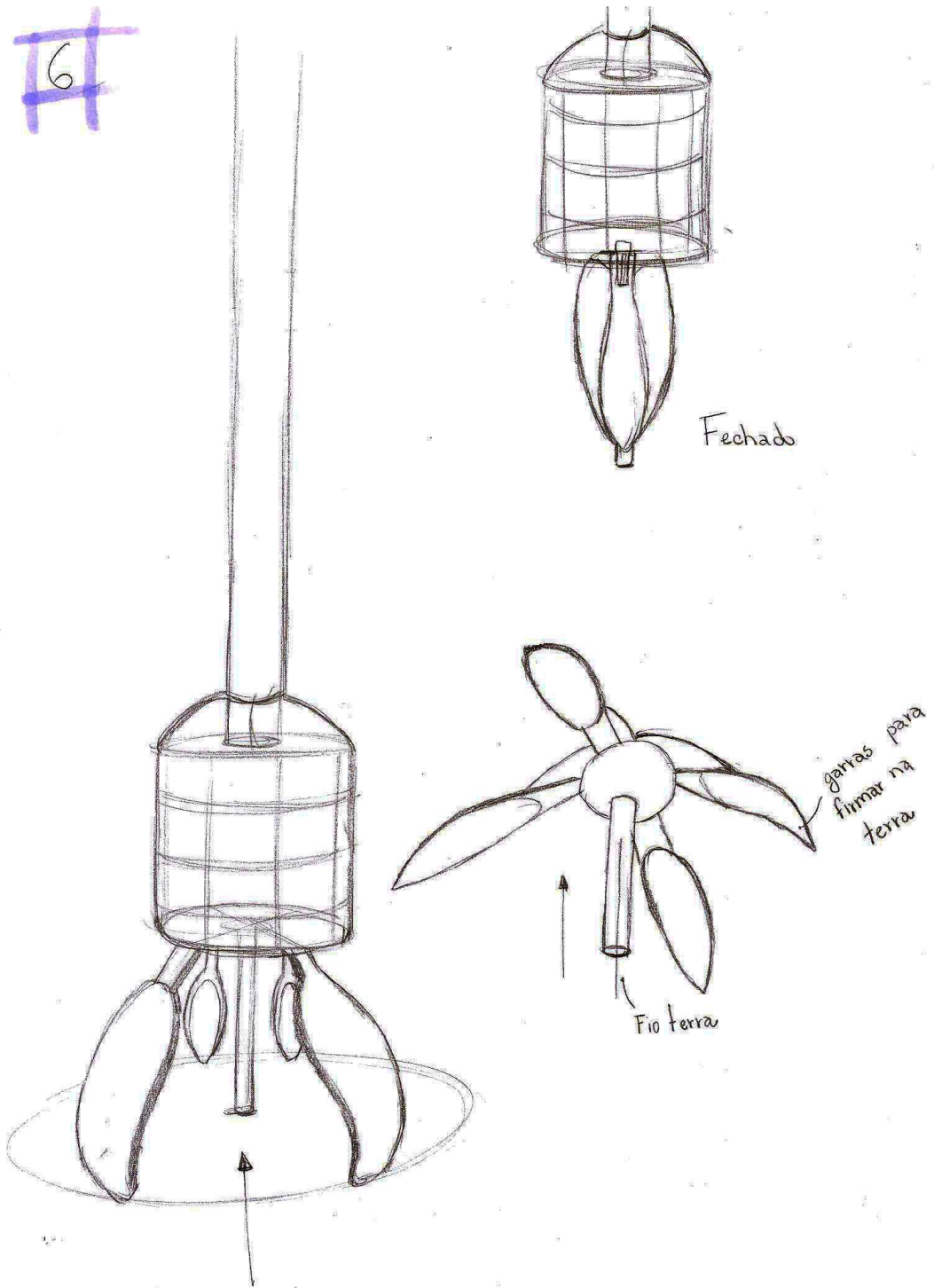


Alternativa conceitual 05.

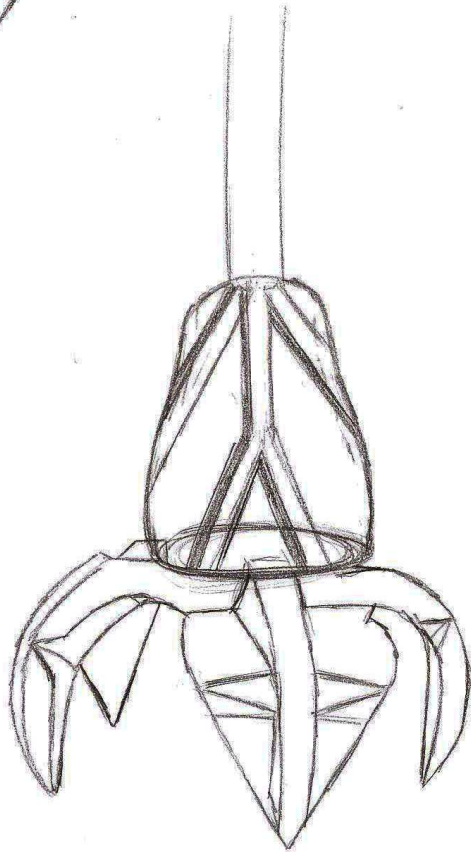
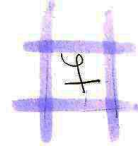
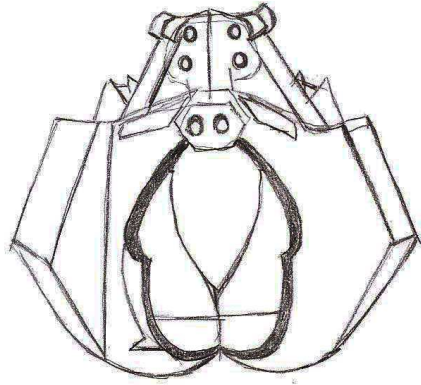


Alternativa conceitual 06.

#6

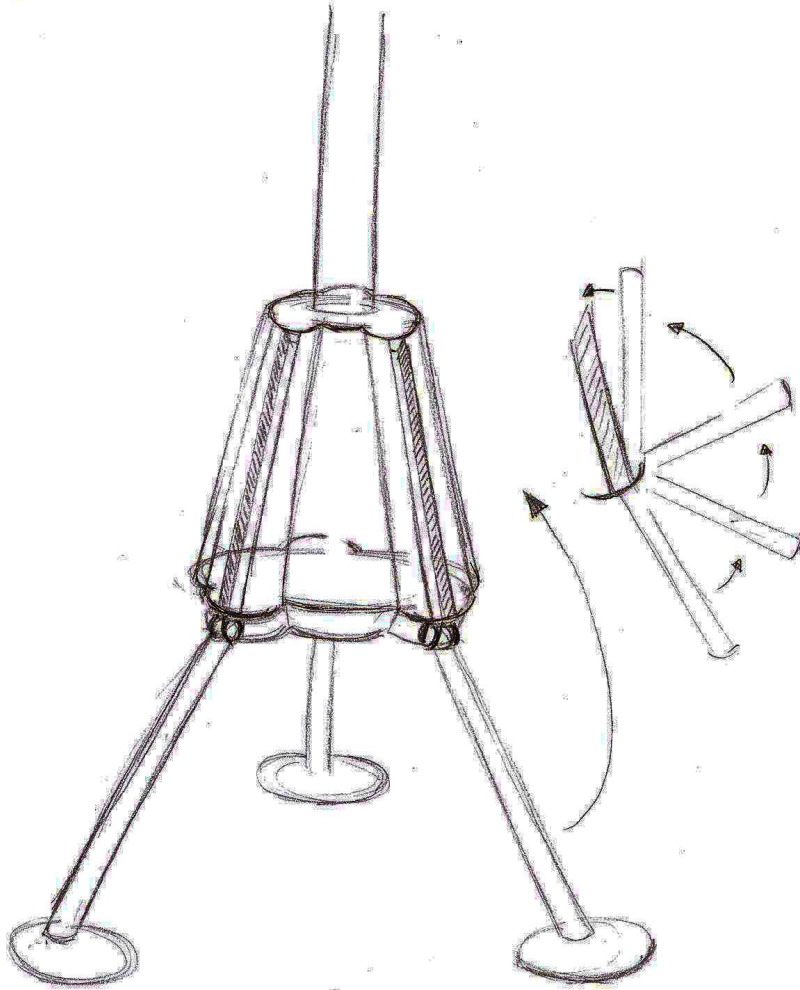


Alternativa conceitual 07.

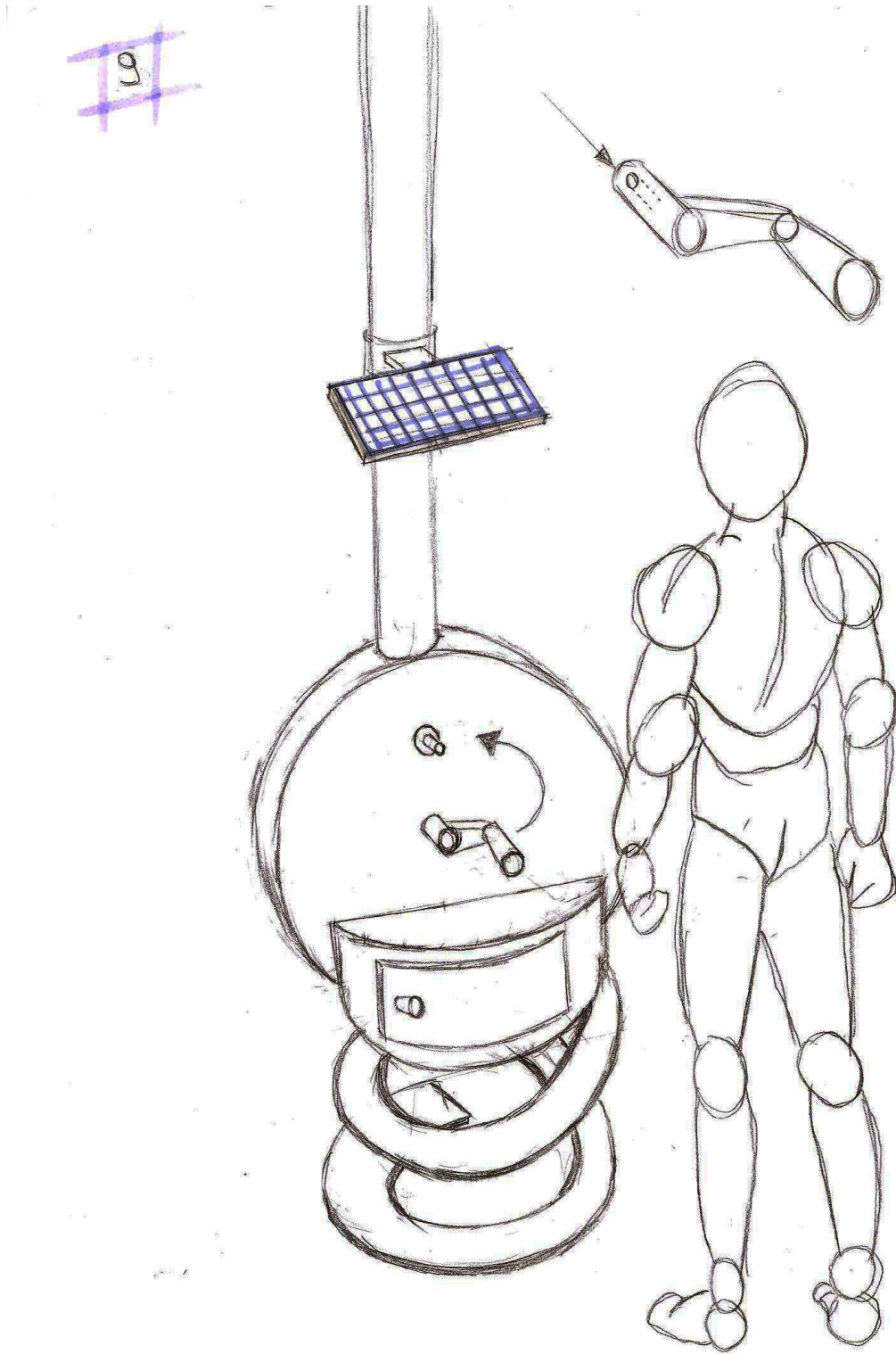


Alternativa conceitual 08.

#8

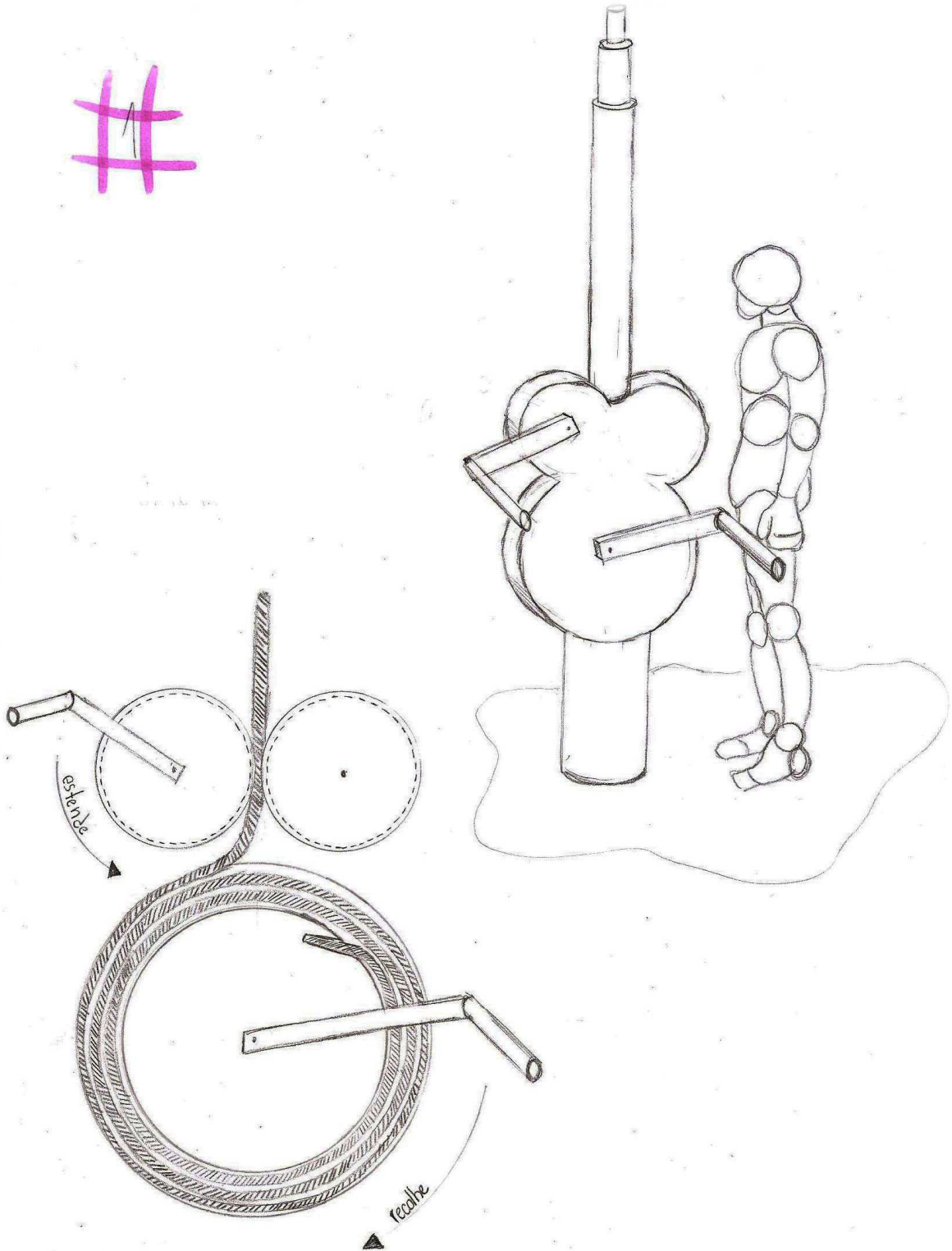


Alternativa conceitual 09.

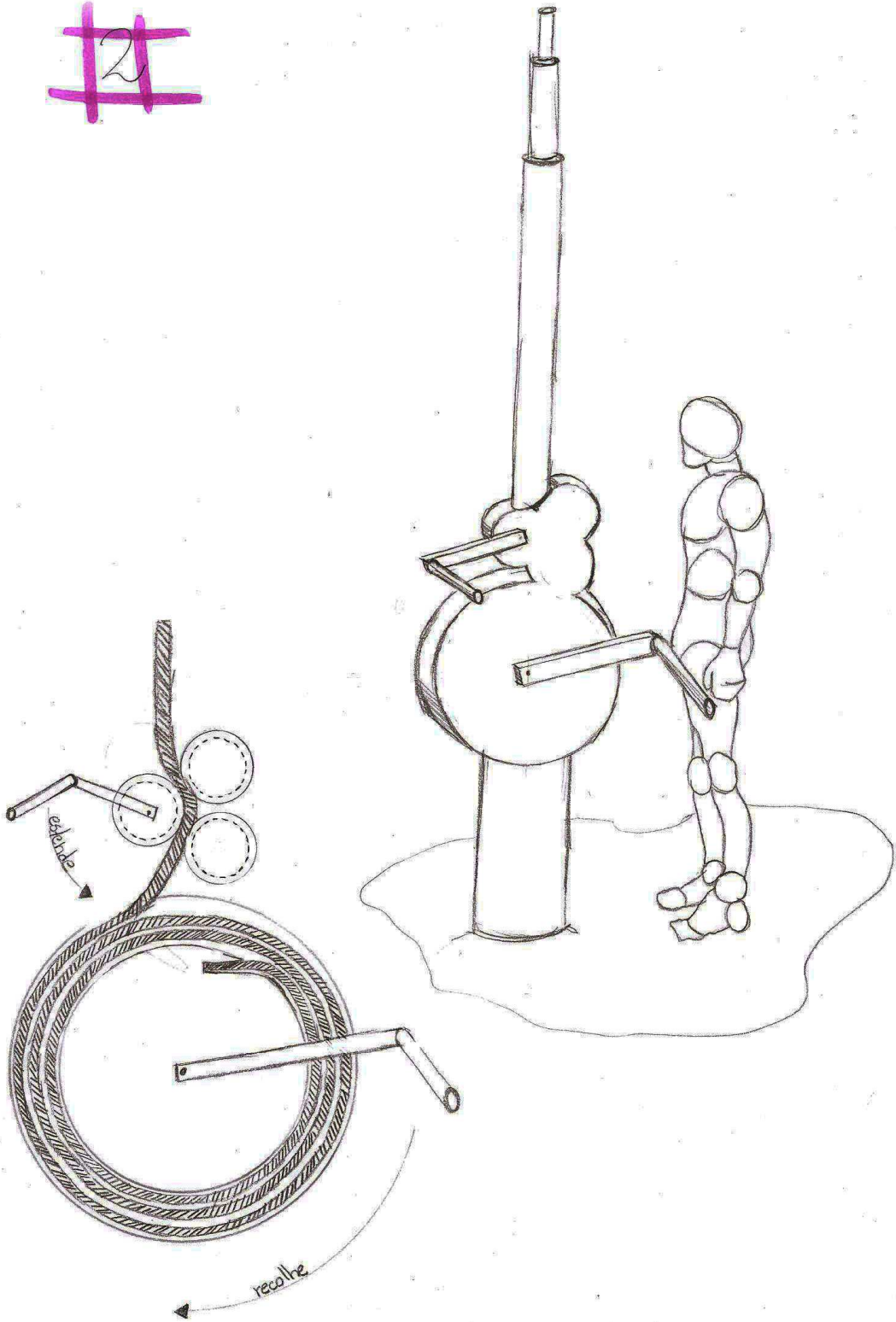
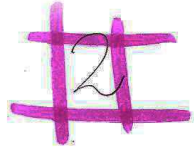


APÊNDICE B – ALTERNATIVAS DE MECANISMOS

Alternativa de mecanismos 01.

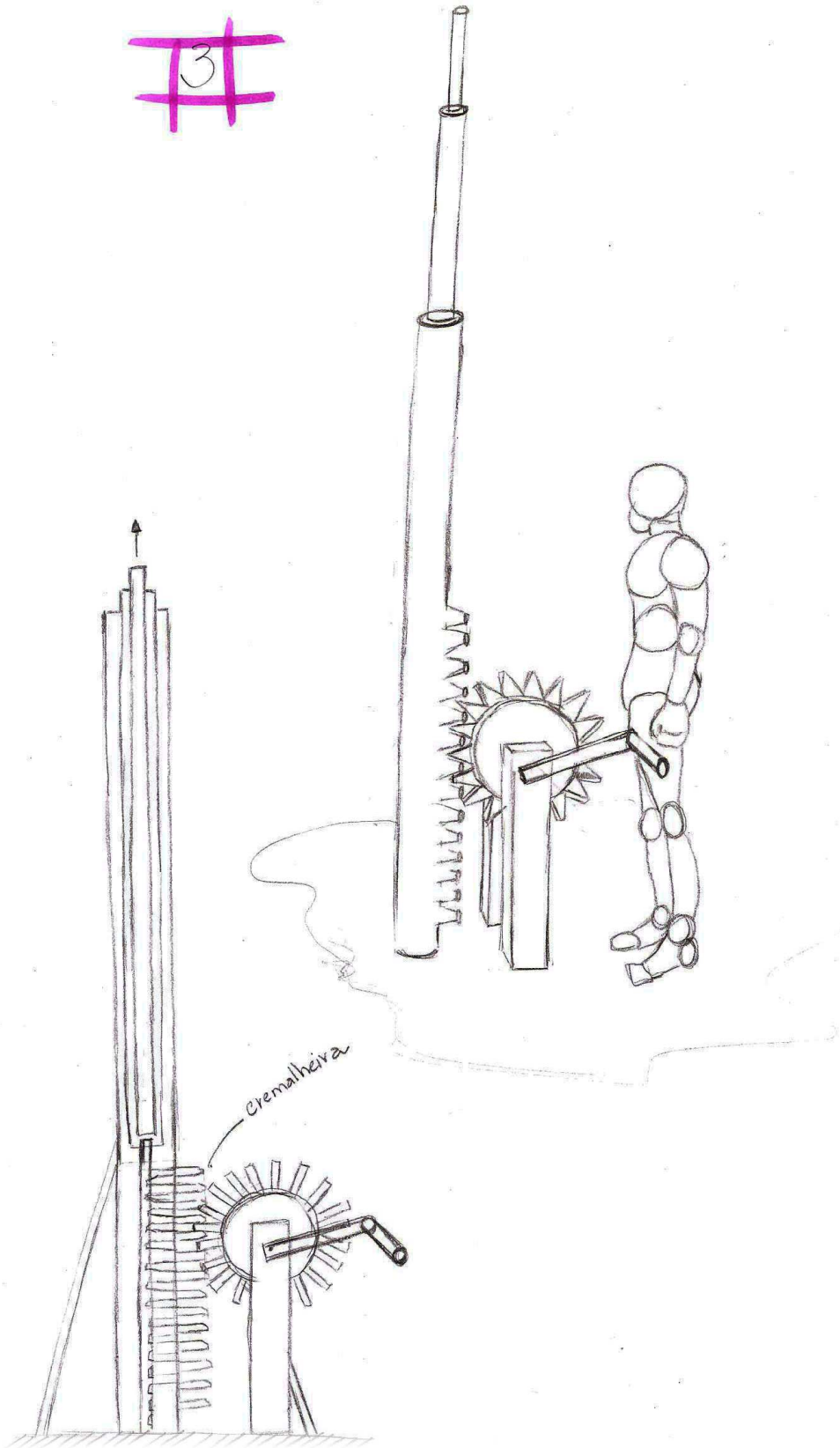


Alternativa de mecanismos 02.



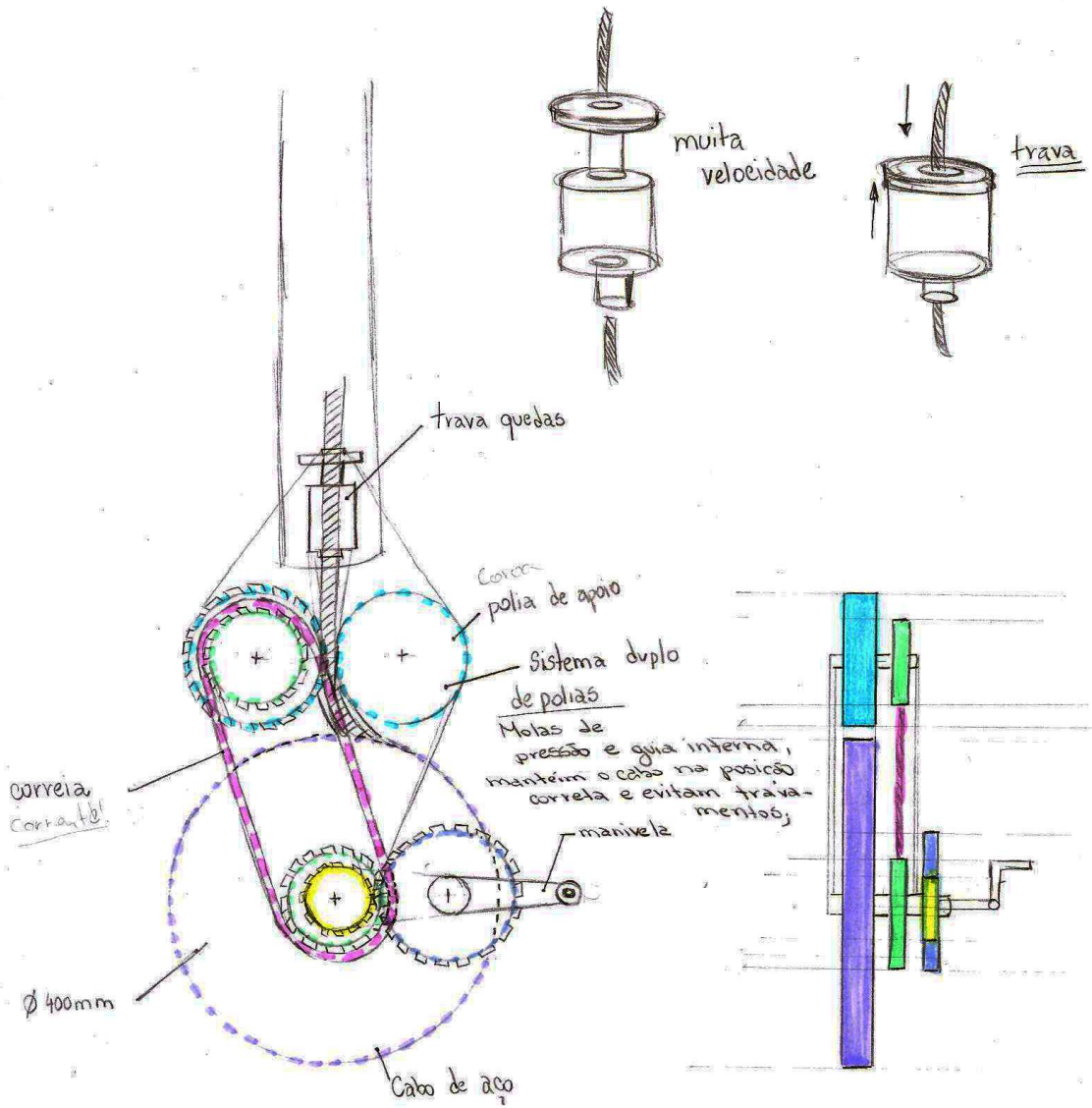
Alternativa de mecanismos 03.

#3

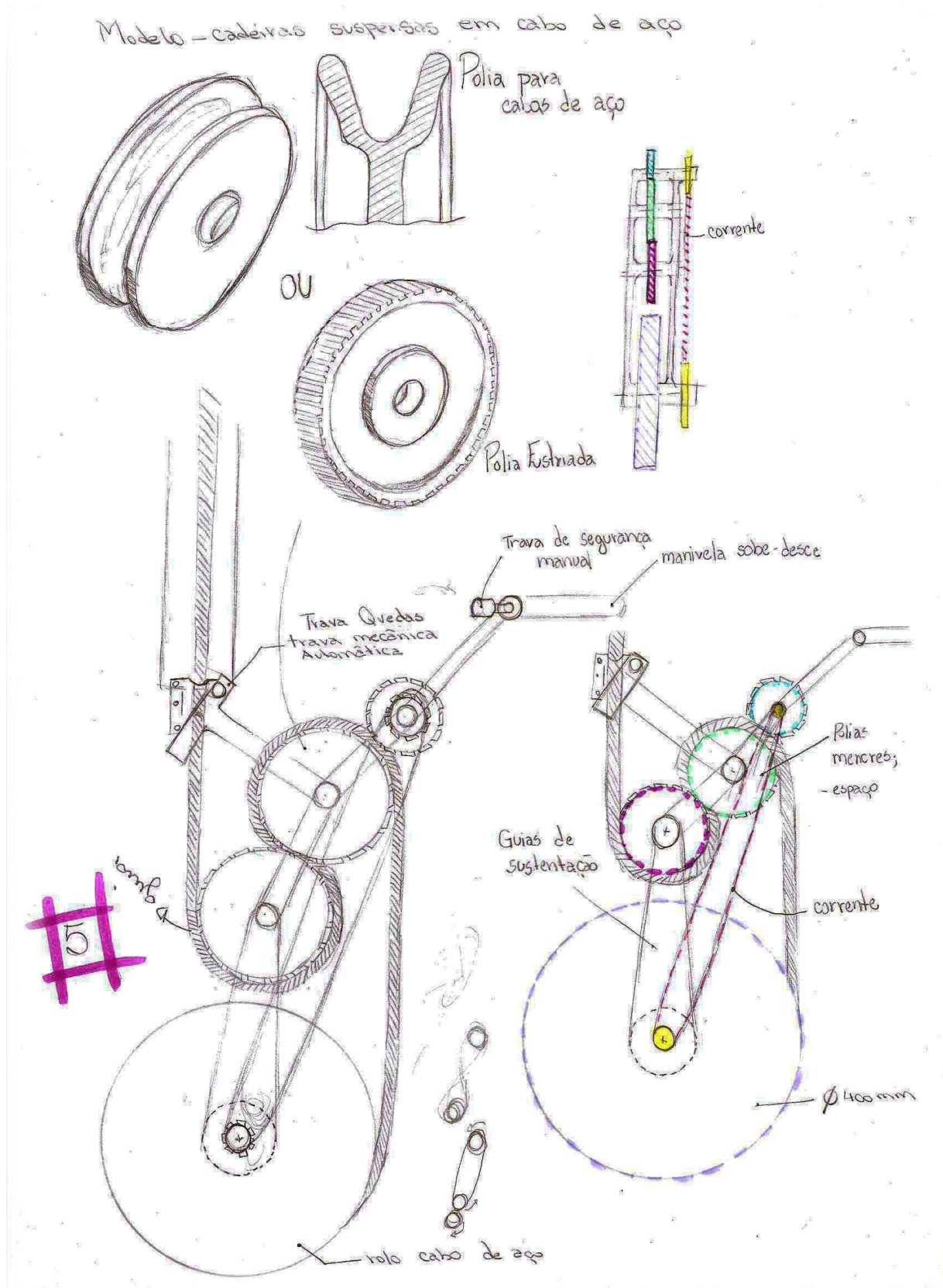


Alternativa de mecanismos 04.

#4



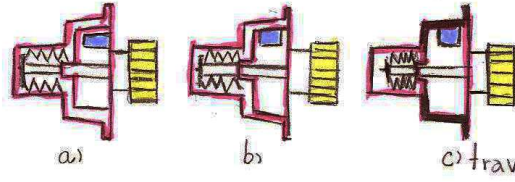
Alternativa de mecanismos 05.



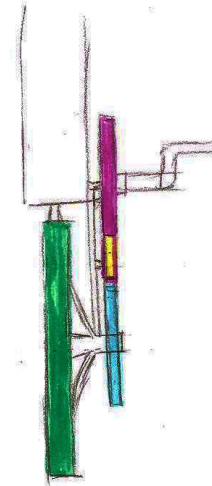
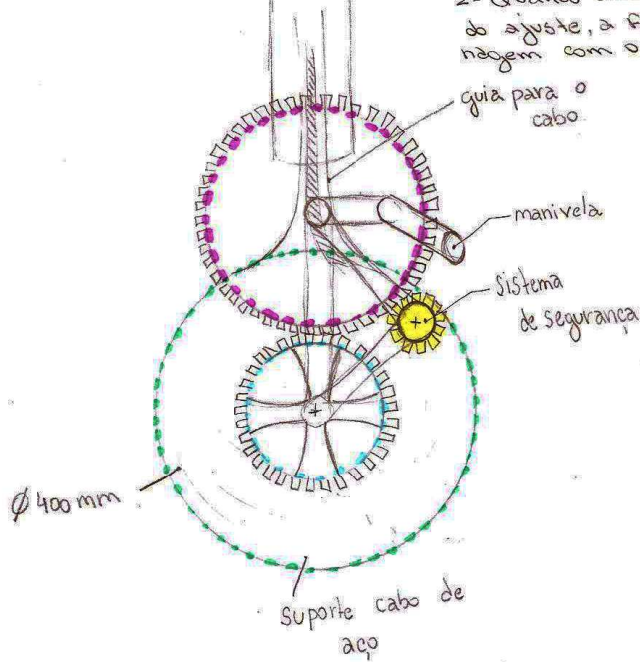
Alternativa de mecanismos 06.

Sistema de segurança utilizado em elevadores

3- Quando o cone de frenagem é conectado, o momento de frenagem é aumentado progressivamente fazendo a antena parar de forma suave e estável.

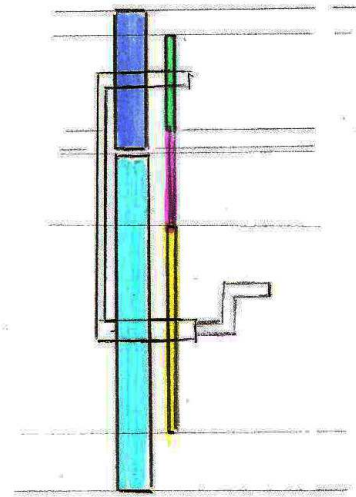
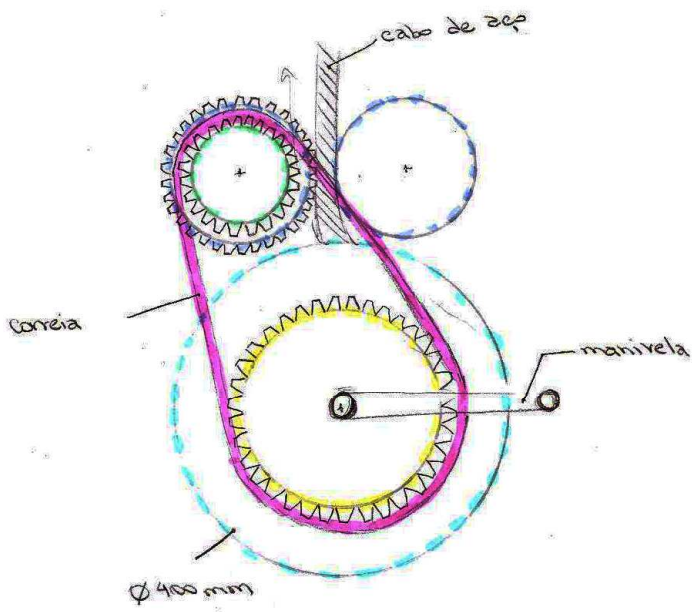
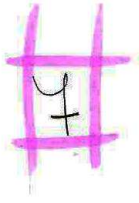


- 1- O sistema de segurança é acionado por uma força centrífuga através de um elemento acoplado no redutor
- 2- Quando a velocidade atinge um valor acima do ajuste, a força centrífuga conecta o a engrenagem com o cone de frenagem;



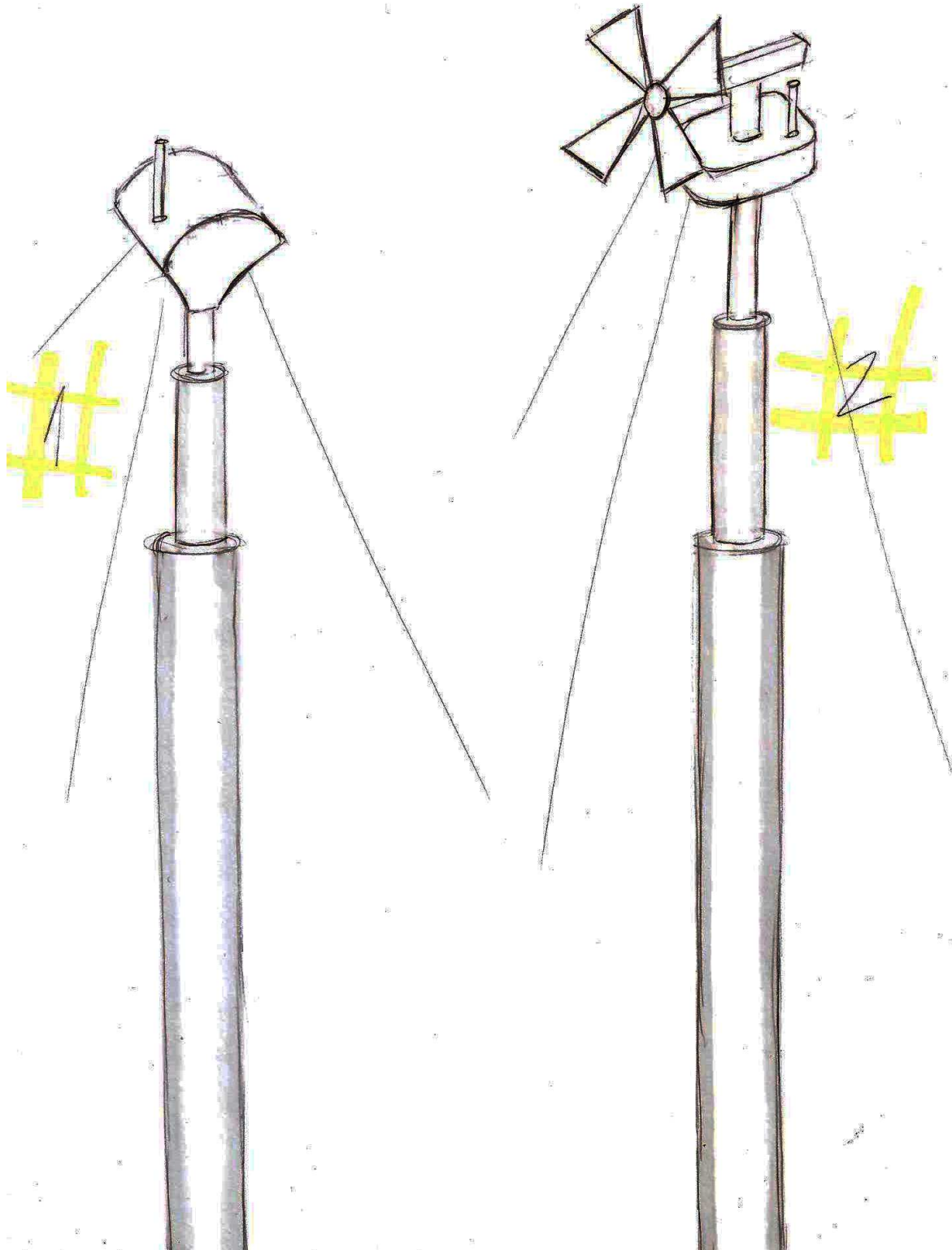
#16

Alternativa de mecanismos 07.

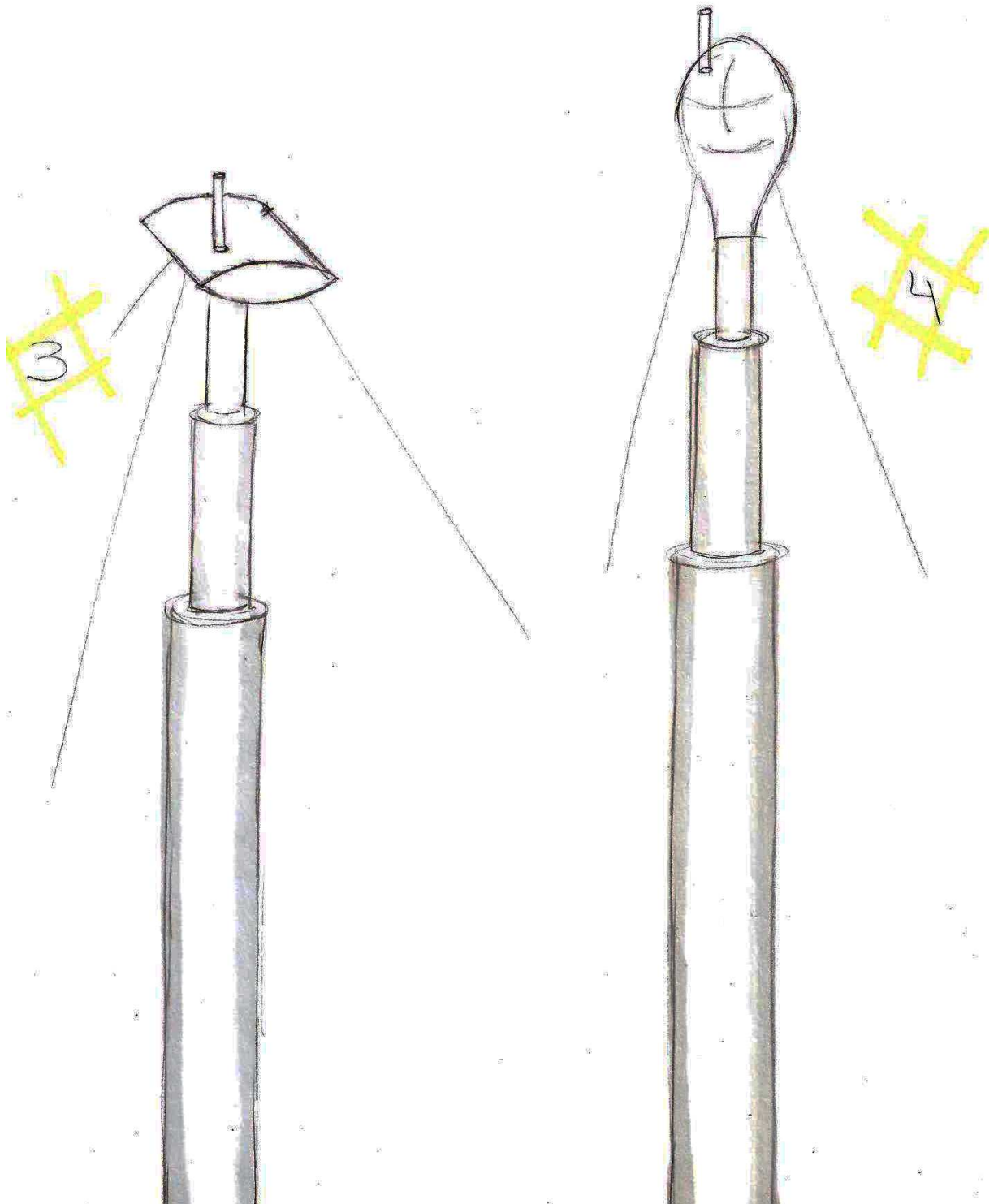


APÊNDICE B – ALTERNATIVAS DE ACESSÓRIOS

Alternativas 01 e 02 de acessórios.

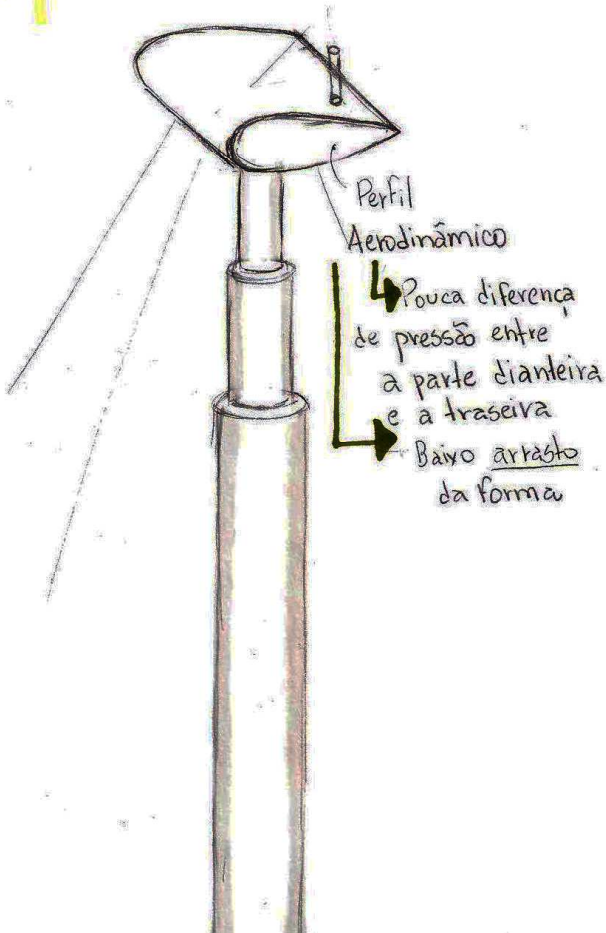


Alternativas 03 e 04 de acessórios.

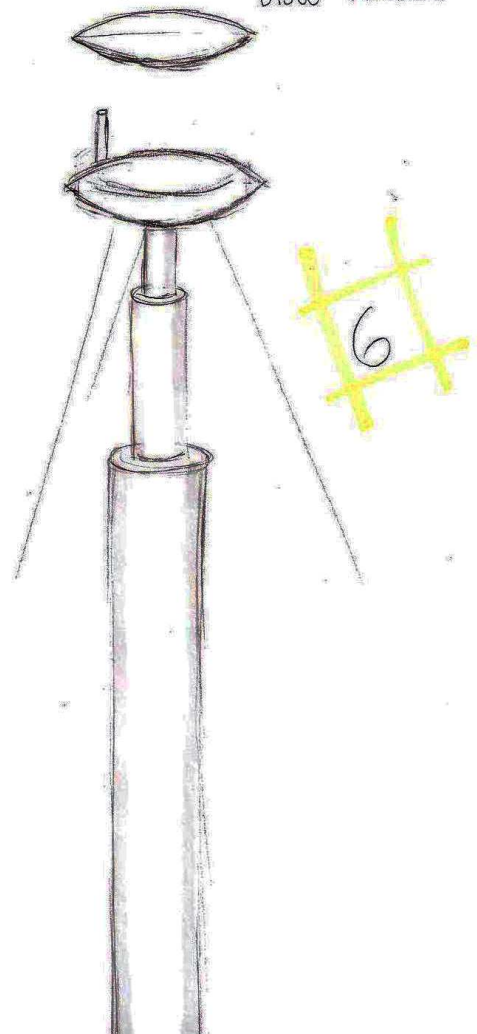


Alternativas 05 e 06 de acessórios.

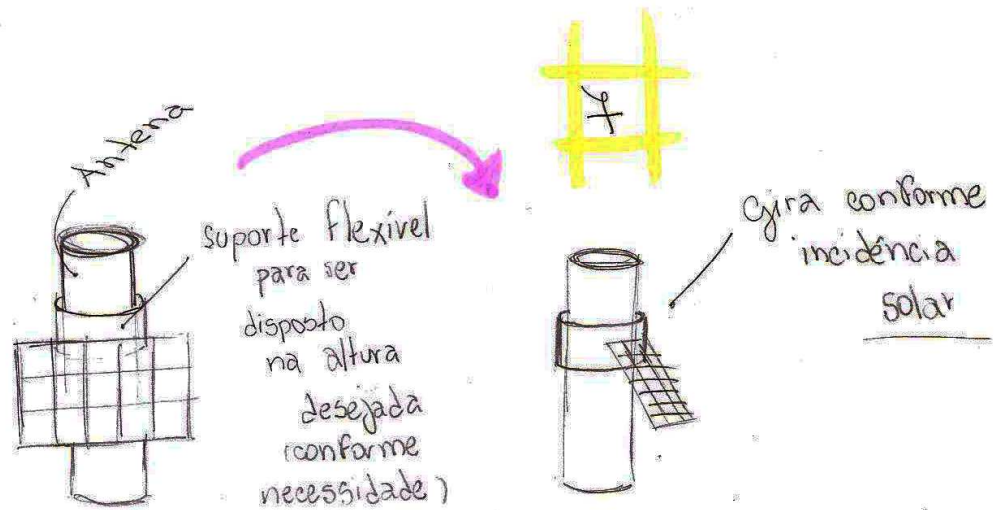
5



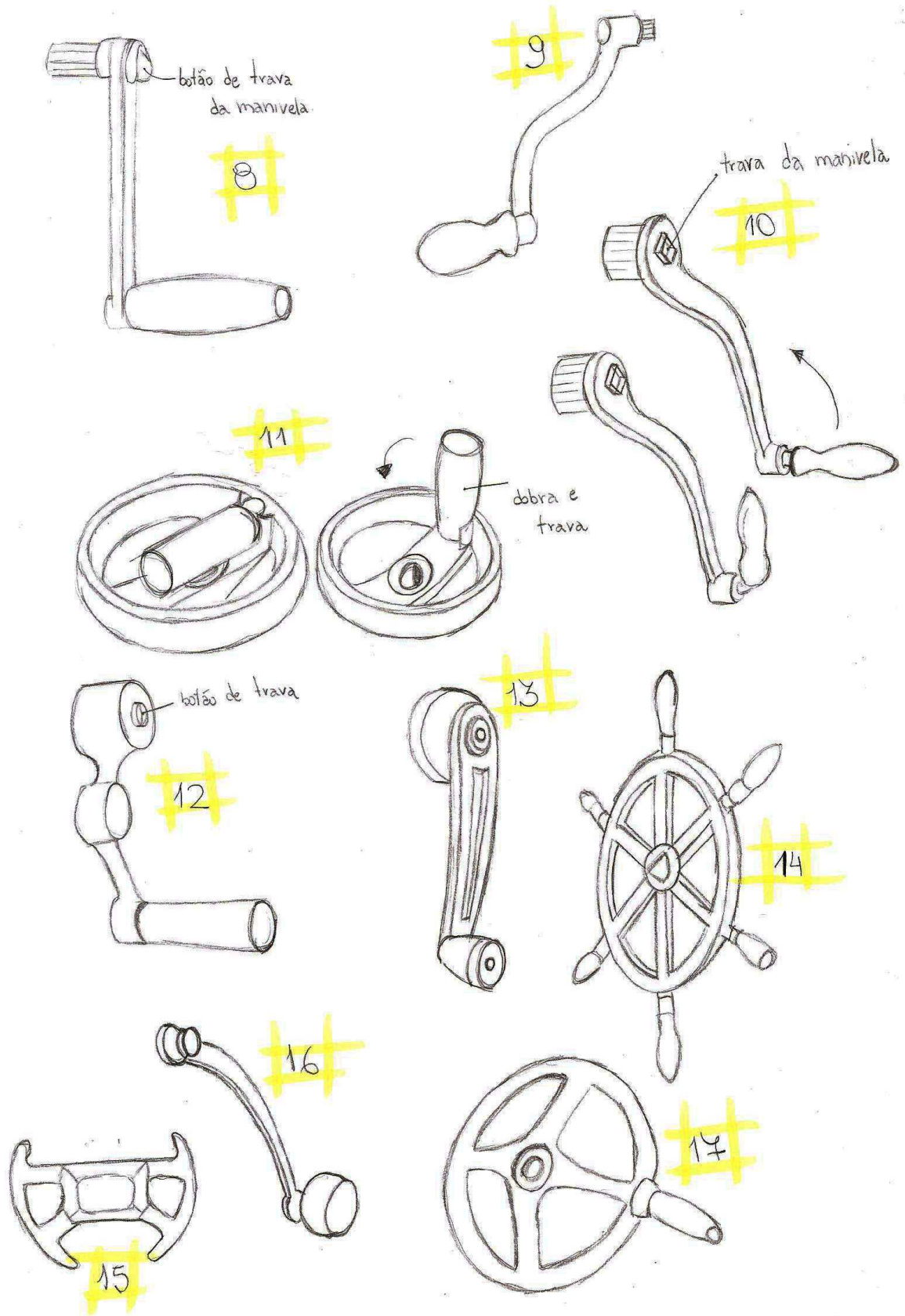
DISCO VOADOR



Alternativa 07 de acessórios.



Alternativas 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 de acessórios.



APÊNDICE C - CRITÉRIOS DAS ALTERNATIVAS CONCEITUAIS

CRITÉRIOS GENERALIZADOS	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	DIMENSÕES DOS CRITÉRIOS	SOL. 01	SOL. 02
Tecnicamente viável	Princípio de solução viável	SIM/NÃO		
	Materiais disponíveis	SIM/NÃO		
	Fabricação e montagem viáveis	SIM/NÃO		
Atendimento à função	Atinge a elevação necessária	SIM/NÃO		
	Resistente a força do vento/tombamento	SIM/NÃO		
Boa aparência	Forma agradável	SIM/NÃO		
	Unidade de composição	SIM/NÃO		
	Material adequado	SIM/NÃO		
Apropriado ao meio	Mínimo consumo de energia	SIM/NÃO		
	Mínimo de contaminação	SIM/NÃO		
Alta inovação	É patenteável	SIM/NÃO		
	Diferenciação tecnológica adequada	SIM/NÃO		
Segurança	Baixo risco de acidentes	SIM/NÃO		
Fácil transporte	Fácil manipulação	SIM/NÃO		
Fácil armazenagem	Altura de empilhamento	SIM/NÃO		
	Dimensões compactas para armazenamento	SIM/NÃO		

APÊNDICE C – CRITÉRIOS DAS ALTERNATIVAS DE MECANISMOS

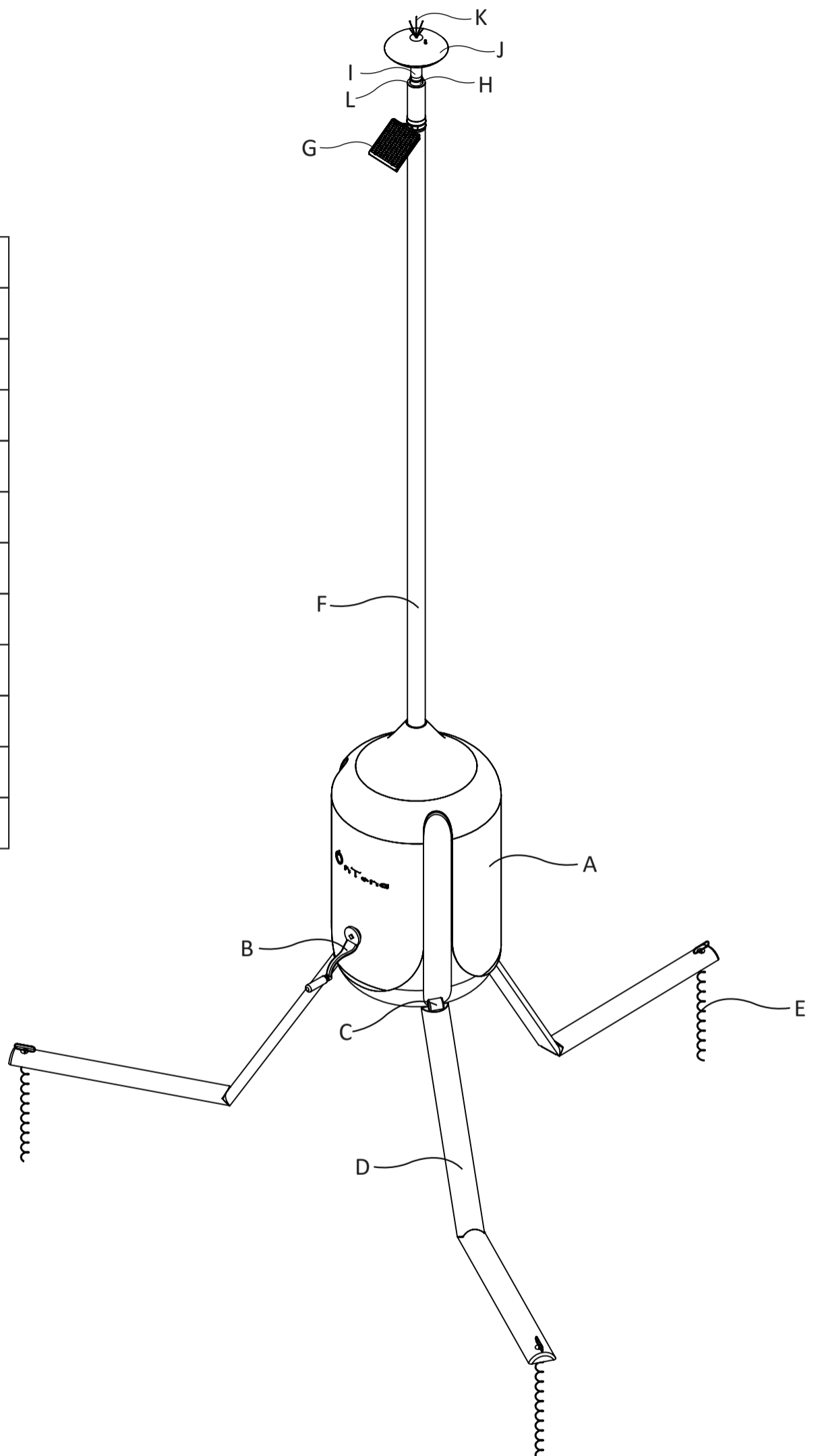
CRITÉRIOS GENERALIZADOS	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	DIMENSÕES DOS CRITÉRIOS	SOL. 01	SOL. 02
Tecnicamente viável	Princípio de solução viável	SIM/NÃO		
	Materiais disponíveis	SIM/NÃO		
	Fabricação e montagem viáveis	SIM/NÃO		
Atendimento à função	Atinge a elevação necessária	SIM/NÃO		
	Resistente a força do vento/tombamento	SIM/NÃO		
	Sistema de travas eficiente	SIM/NÃO		
	Uso adequado de engrenagens	SIM/NÃO		
Apropriado ao meio	Mínimo consumo de energia	SIM/NÃO		
	Mínimo de contaminação	SIM/NÃO		
Alta inovação	É patenteável	SIM/NÃO		
	Diferenciação tecnológica adequada	SIM/NÃO		
Segurança	Baixo risco de acidentes	SIM/NÃO		
	Qual sistema de travamento você considerou mais eficiente?	x		
Fácil uso	Aprendizado de uso fácil	SIM/NÃO		
	Acionamento disposto de maneira clara	SIM/NÃO		
	Engrenagens dispostas de maneira a facilitar o manuseio	SIM/NÃO		

APÊNDICE C- CRITÉRIOS DAS ALTERNATIVAS DE ACESSÓRIOS

CRITÉRIOS GENERALIZADOS	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS	DIMENSÕES DOS CRITÉRIOS	SOL. 01	SOL. 02
Tecnicamente viável	Princípio de solução viável	SIM/NÃO		
	Materiais disponíveis	SIM/NÃO		
	Fabricação e montagem viáveis	SIM/NÃO		
Atendimento à função	Resistente a força do vento	SIM/NÃO		
	Captação de energia solar de maneira adequada	SIM/NÃO		
Apropriado ao meio	Mínimo consumo de energia	SIM/NÃO		
	Mínimo de contaminação	SIM/NÃO		
Alta inovação	É patenteável	SIM/NÃO		
	Diferenciação tecnológica adequada	SIM/NÃO		
Segurança	Baixo risco de acidentes	SIM/NÃO		
	Prejudicial a estabilização da antena	SIM/NÃO		
Boa aparência	Forma agradável	SIM/NÃO		
	Unidade de composição	SIM/NÃO		
	Material adequado	SIM/NÃO		

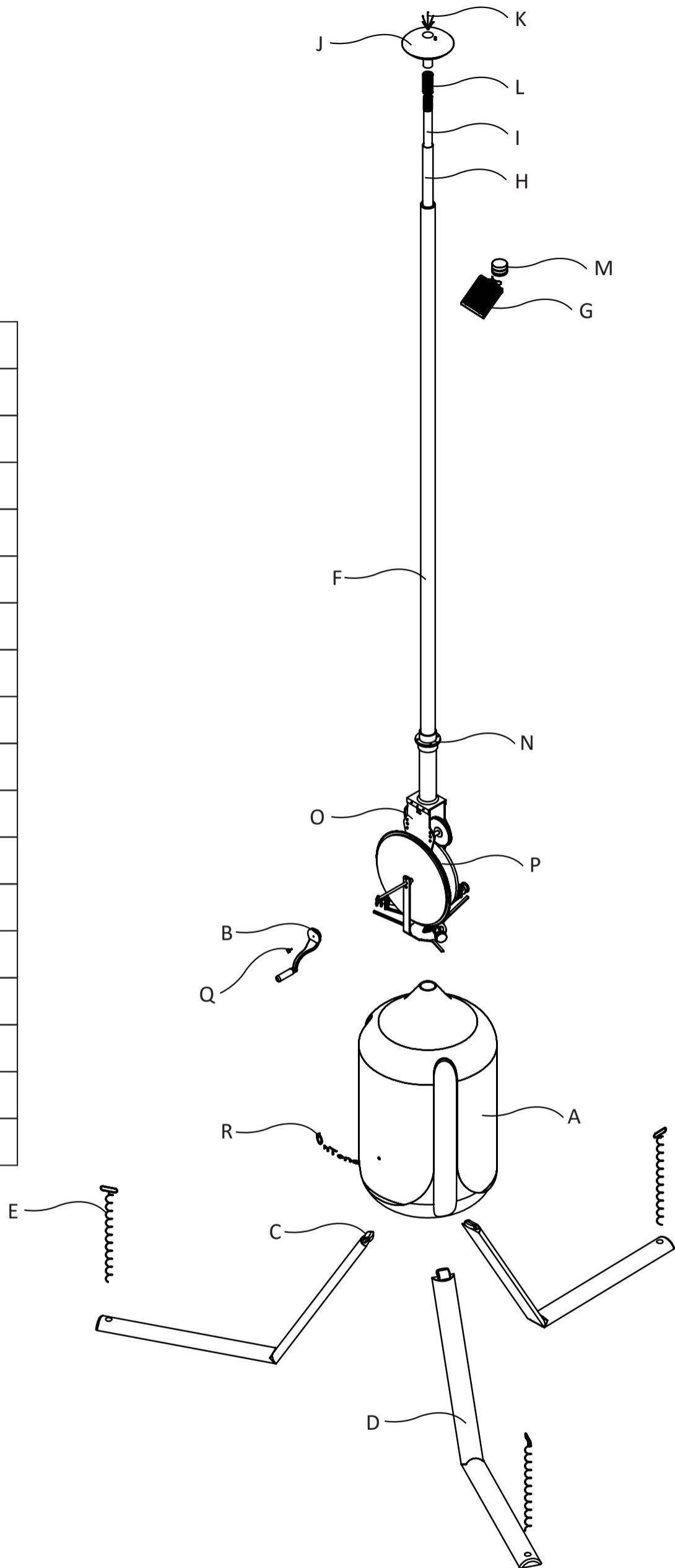
APÊNDICE D – DETALHAMENTO TÉCNICO

A	CARENAGEM
B	MANIVELA
C	DOBRADIÇA
D	PÉS
E	PINO DE FIXAÇÃO
F	SEÇÃO 1 ANTENA
G	PAINEL SOLAR
H	SEÇÃO 2 ANTENA
I	SEÇÃO 3 ANTENA
J	SUPORTE REPETIDOR
K	PARA-RAIOS
L	AFASTADOR

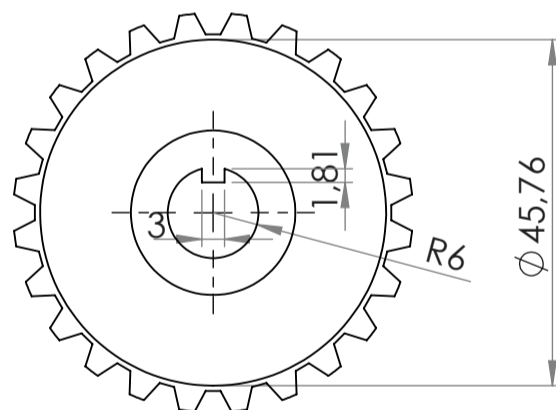
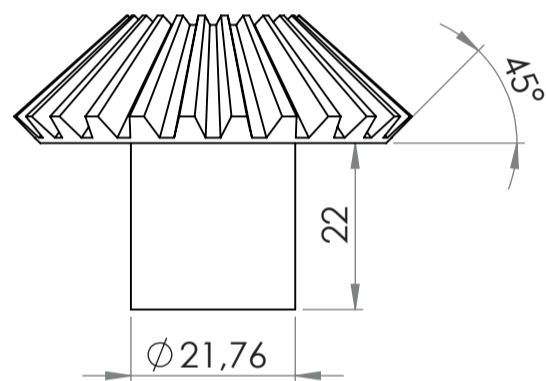
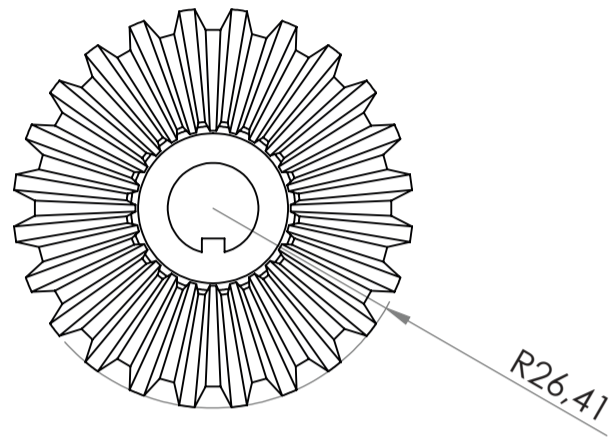


DETALHAMENTO TÉCNICO - PRODUTO E SUBSISTEMAS

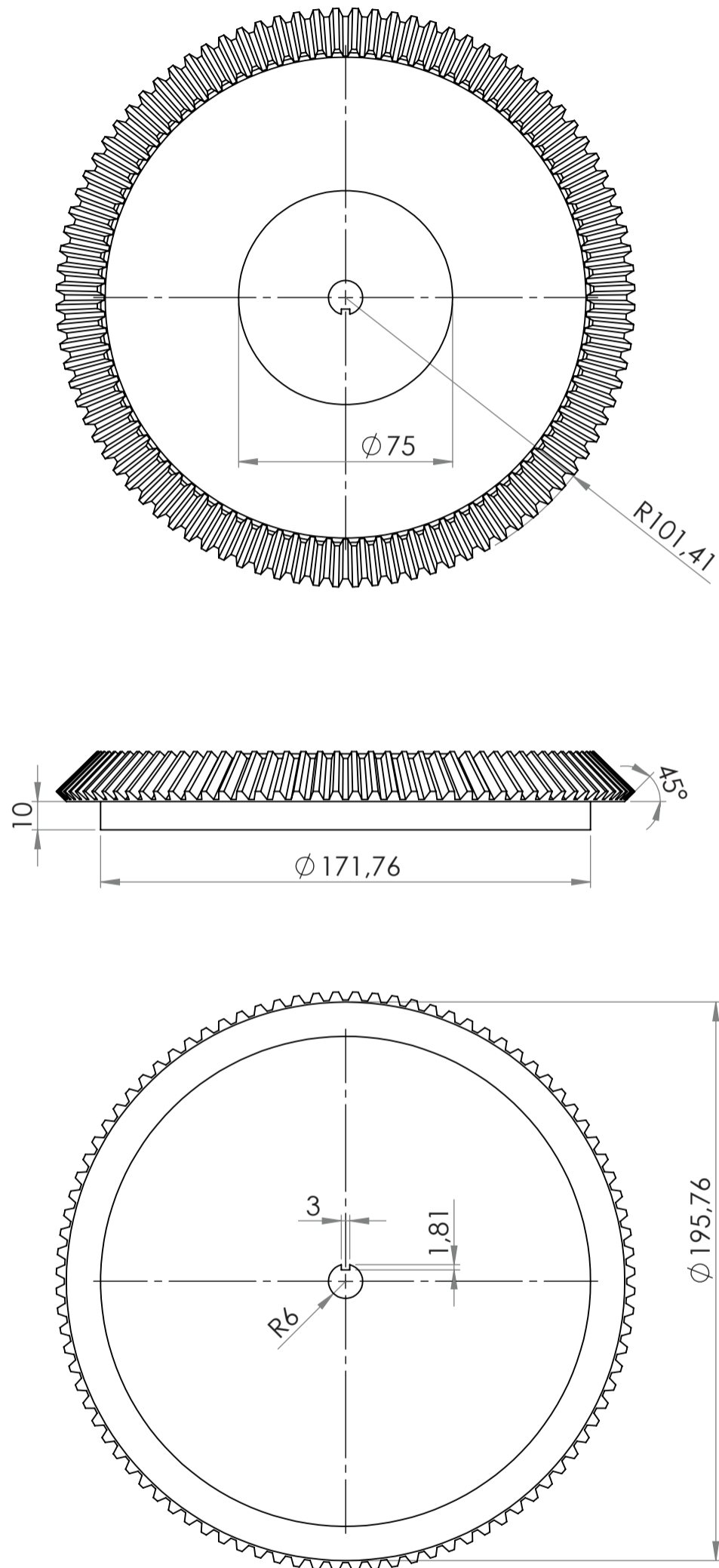
A	CARENAGEM
B	MANIVELA
C	DOBRADIÇA
D	PÉS
E	PINO DE FIXAÇÃO
F	SEÇÃO 1 ANTENA
G	PAINEL SOLAR
H	SEÇÃO 2 ANTENA
I	SEÇÃO 3 ANTENA
J	SUPORTE REPETIDOR
K	PARA-RAIOS
L	AFASTADOR
M	SUPORTE PAINEL
N	FLANGE
O	ESTRUTURA INT 01
P	MECANISMO
Q	PARAFUSO MANIVELA
R	LOGOTIPO



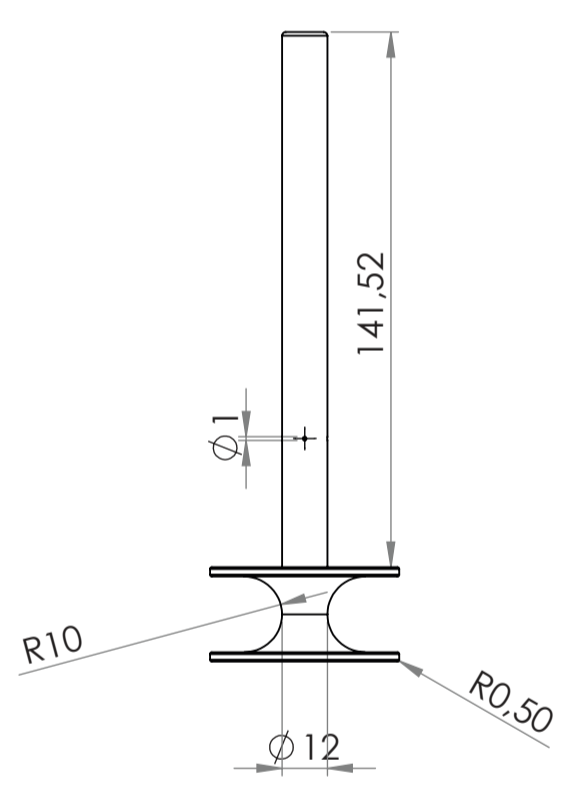
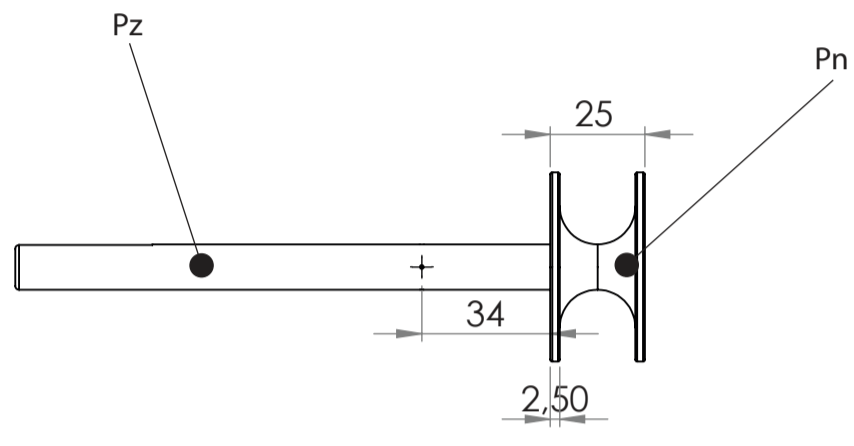
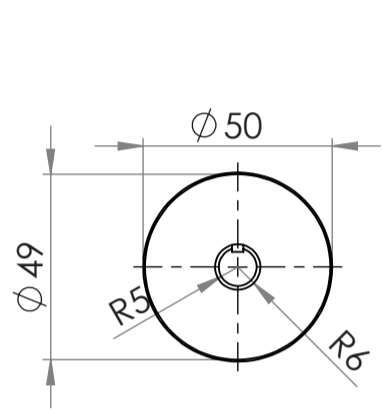
DETALHAMENTO TÉCNICO - PRODUTO E SUBSISTEMAS



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE PI - ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pm - ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES Pn e Pz - ROLDANA e EIXO CABO ESTAIAMENTO



Suzane Miritz

Projeto ONTENA

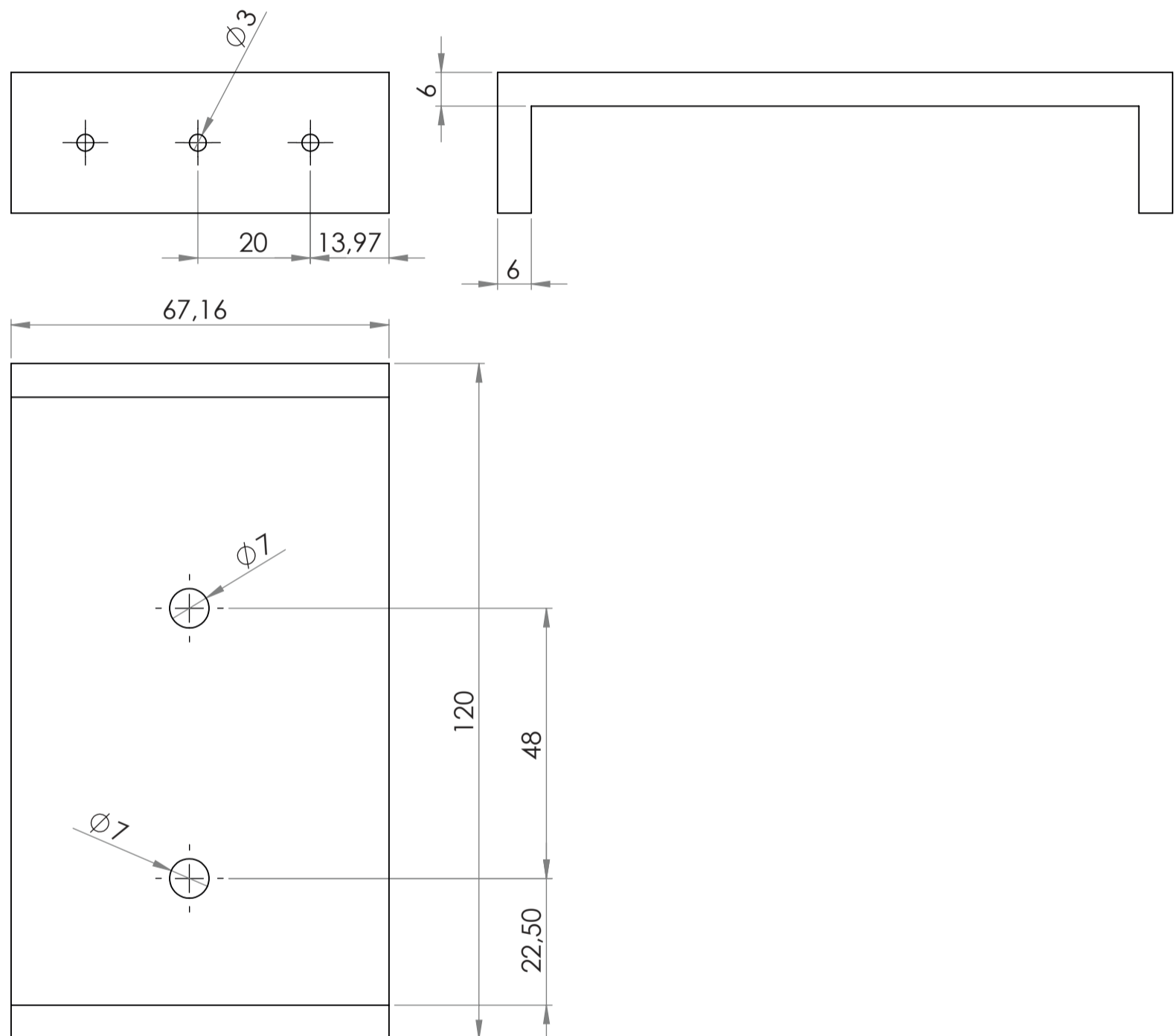
Dimensionamento

ESCALA: 1:2

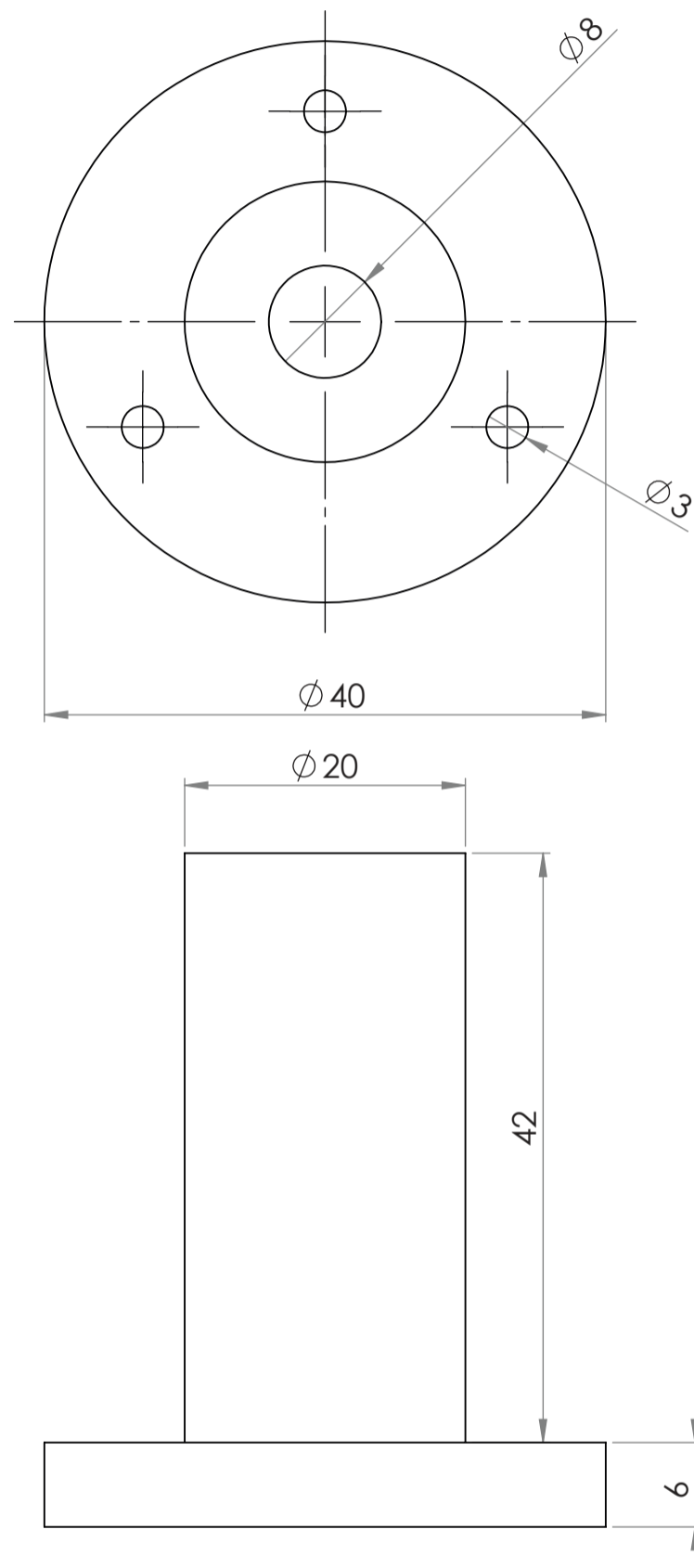
Trabalho de Conclusão de Curso de Design de Produto

2016

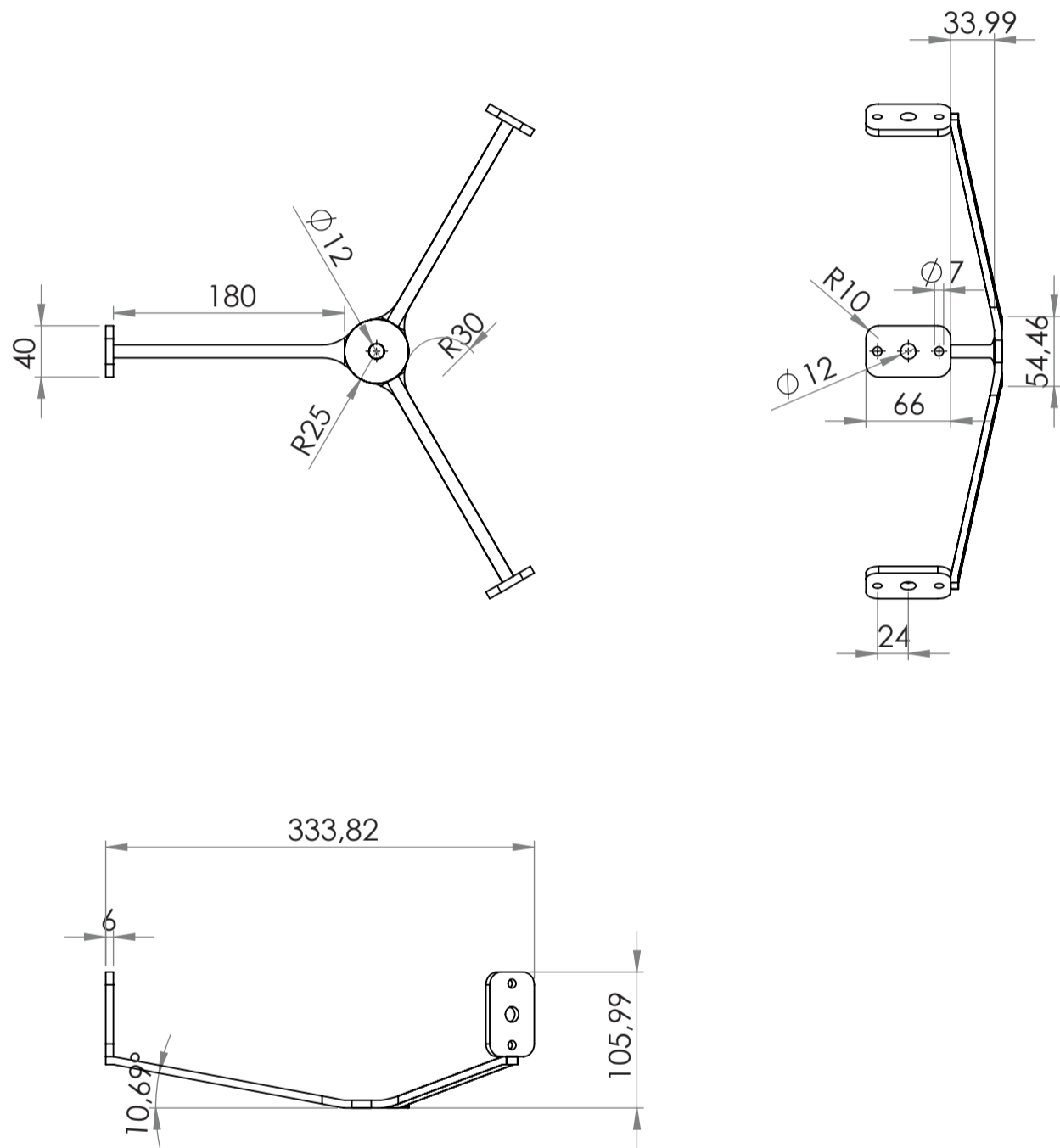
UNIDADE: mm



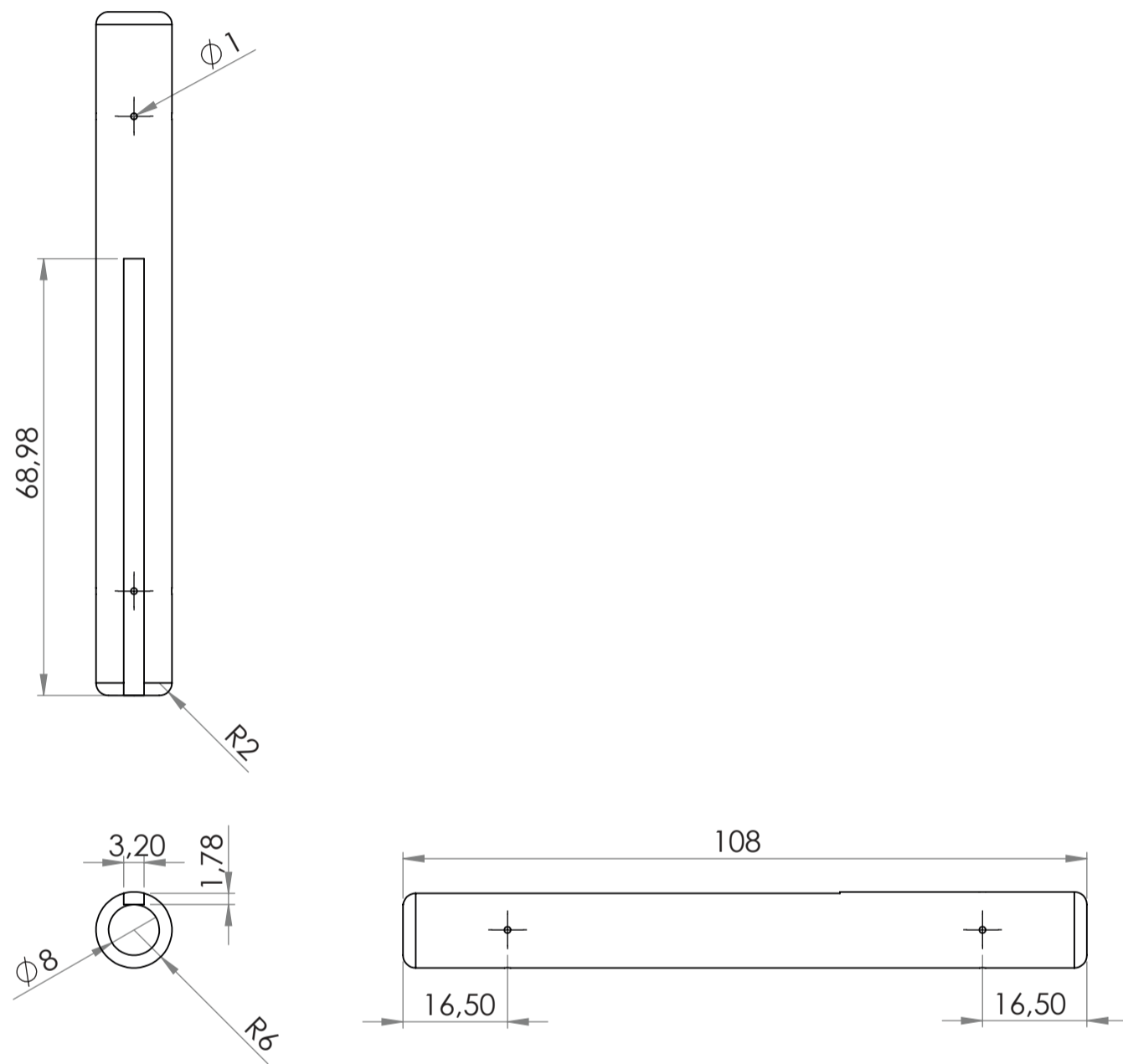
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE P₀ - ESTRUTURA 05



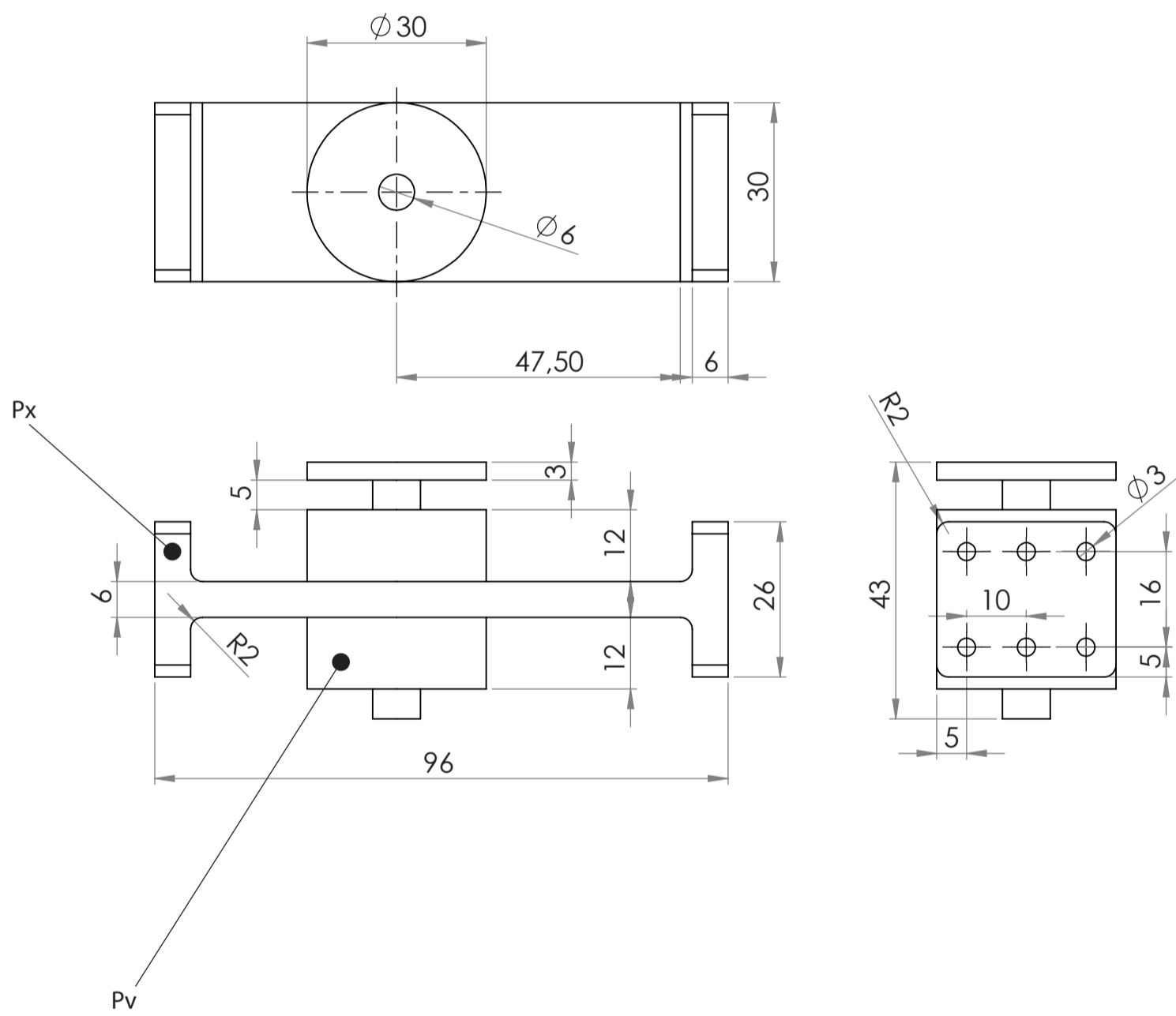
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Ps - SUPORTE COMPARTIMENTO CABO DE AÇO



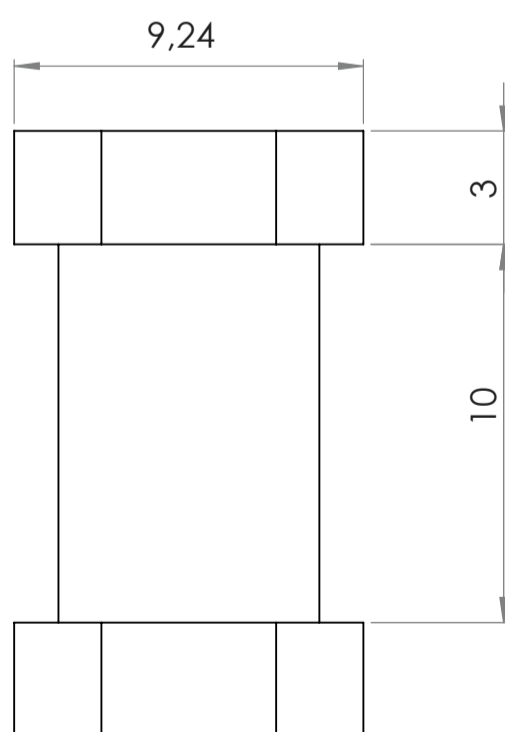
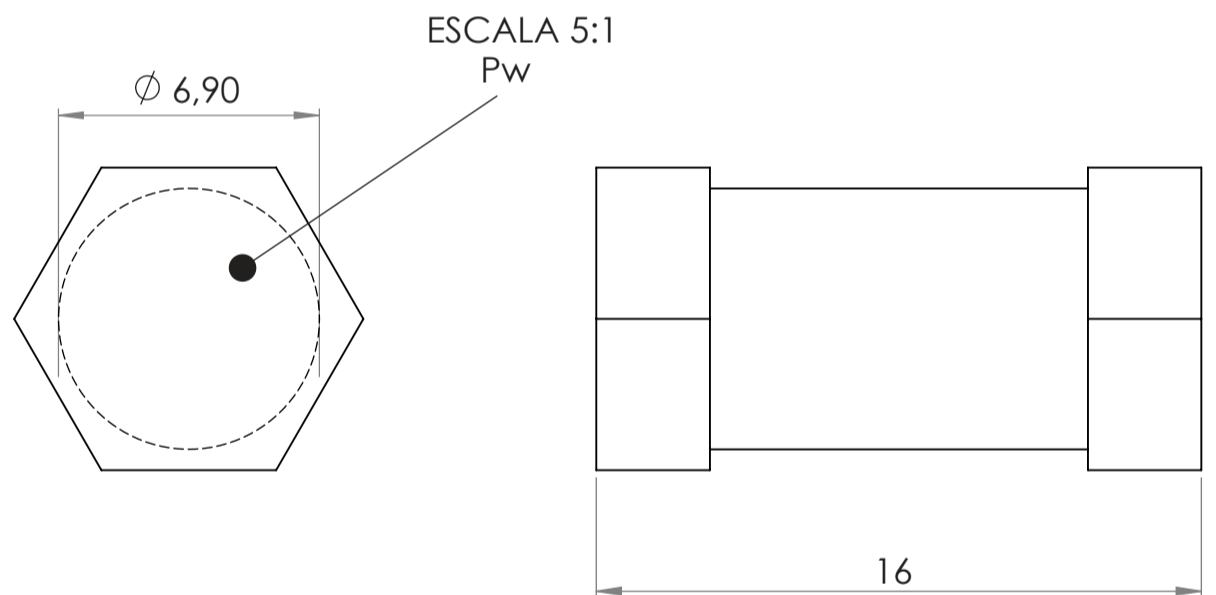
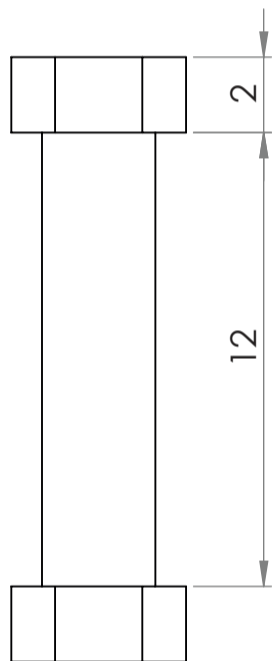
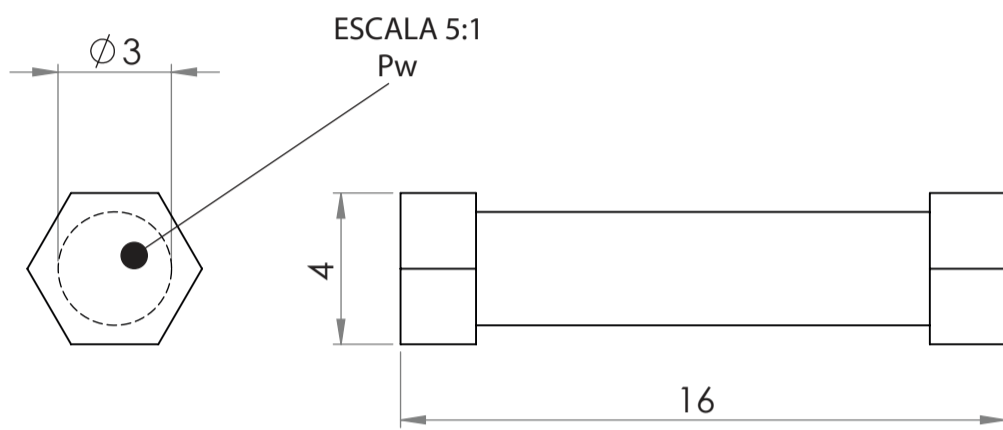
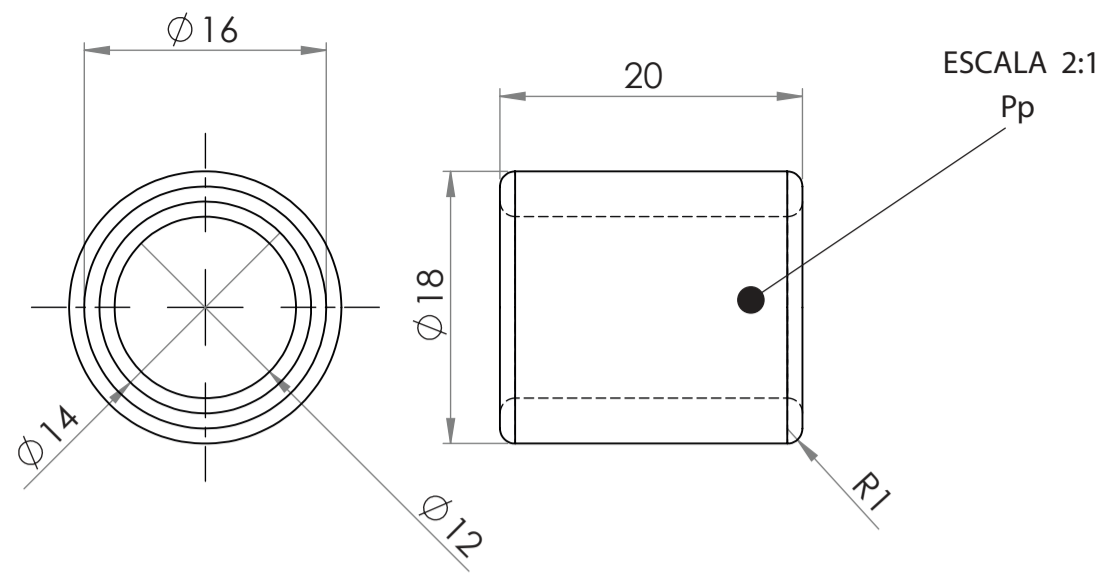
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pt - ESTRUTURA 06



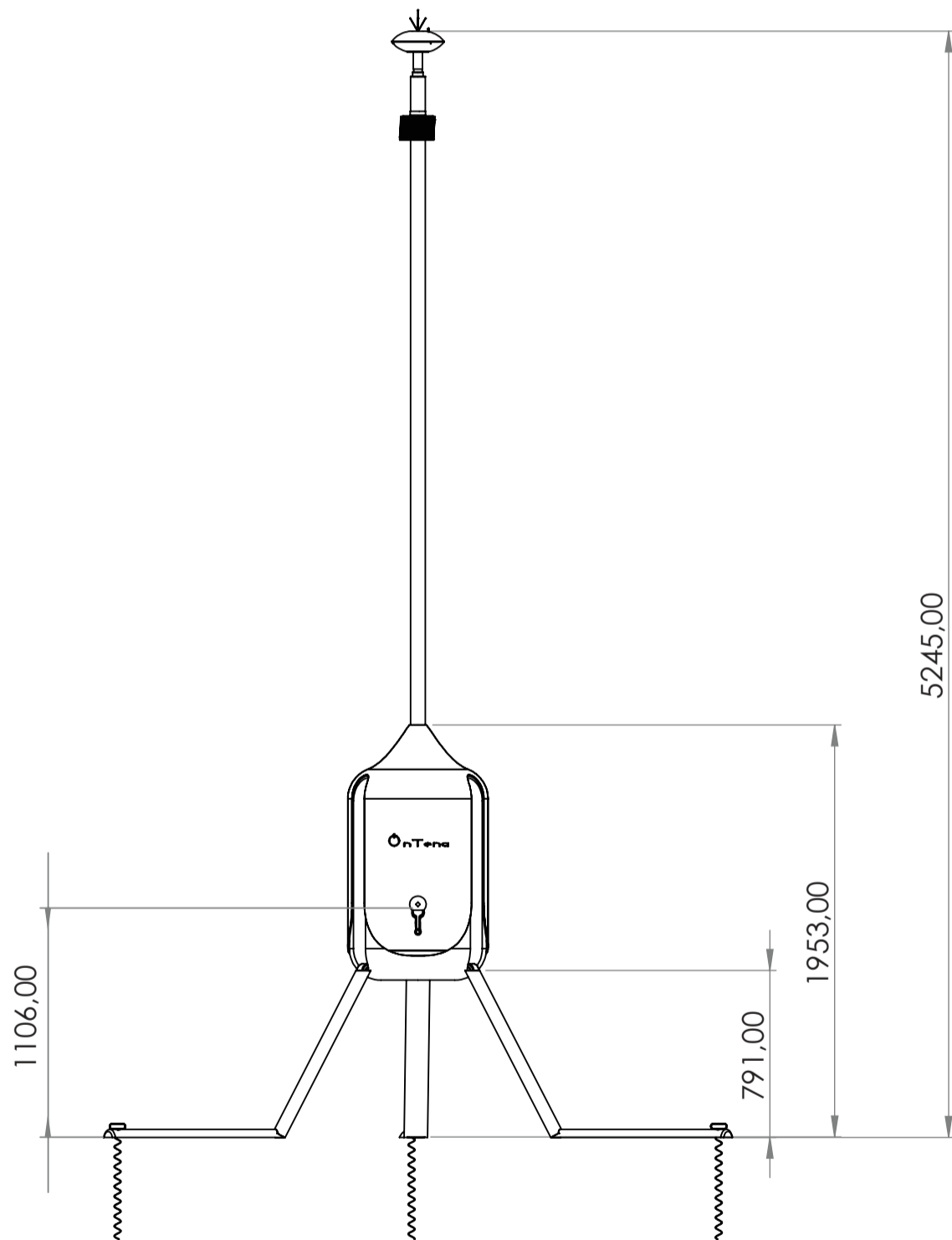
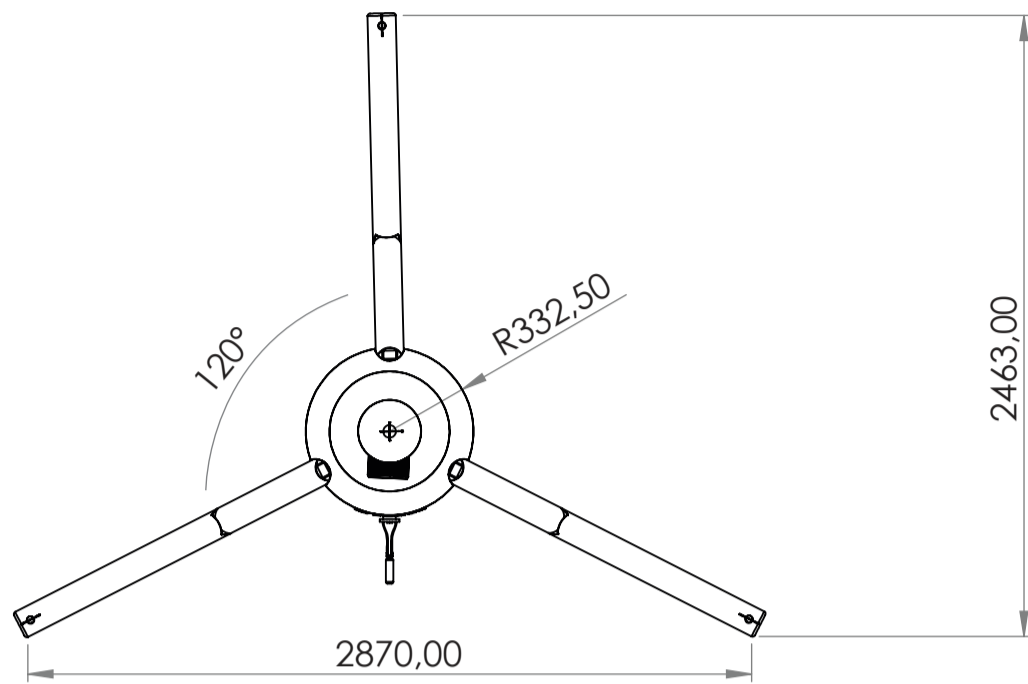
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pu - EIXO POLIAS ESTRIADAS



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES Pv e Px - TRAVA QUEDAS e ESTRUTURA TRAVA QUEDAS



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES Pp, Pw e Py - ANEL e PARAFUSOS



DETALHAMENTO TÉCNICO - PRODUTO E SUBSISTEMAS



Suzane Miritz

Projeto ONTENA

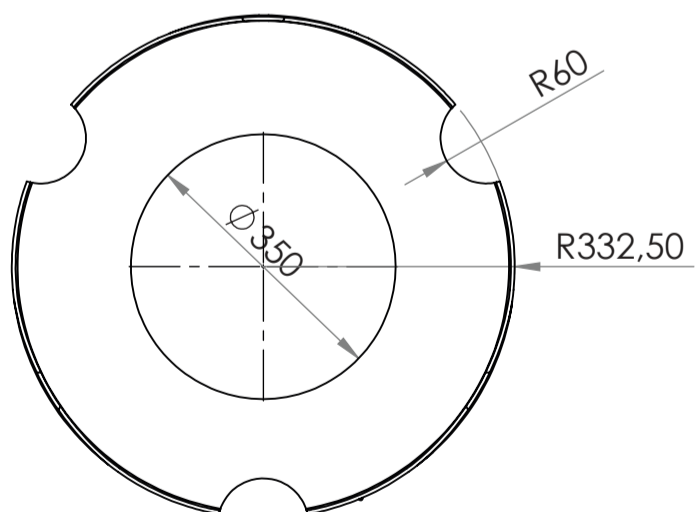
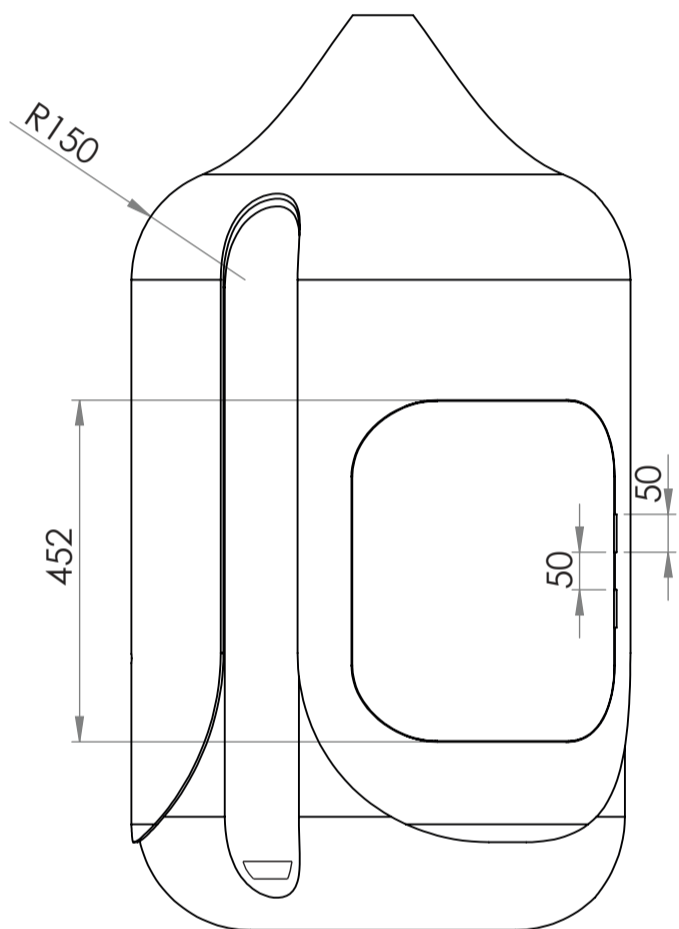
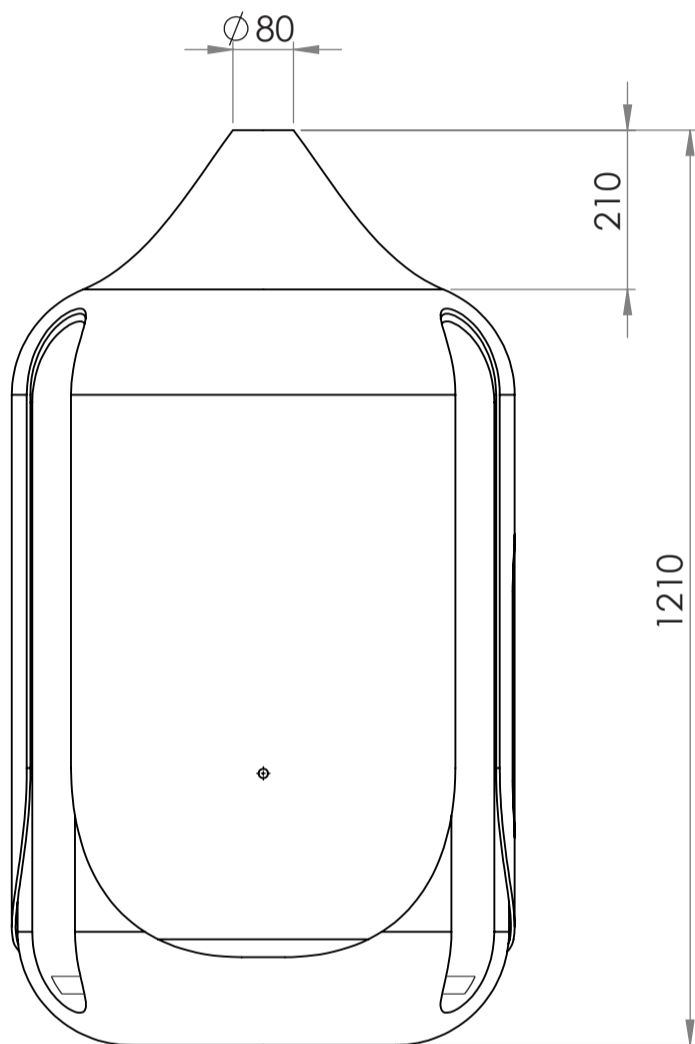
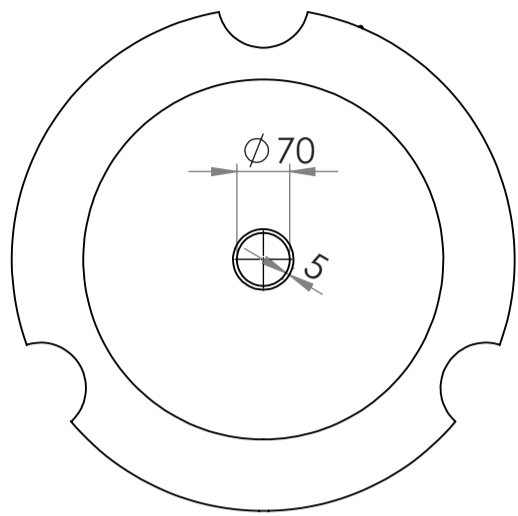
Componentes

ESCALA: 1:30

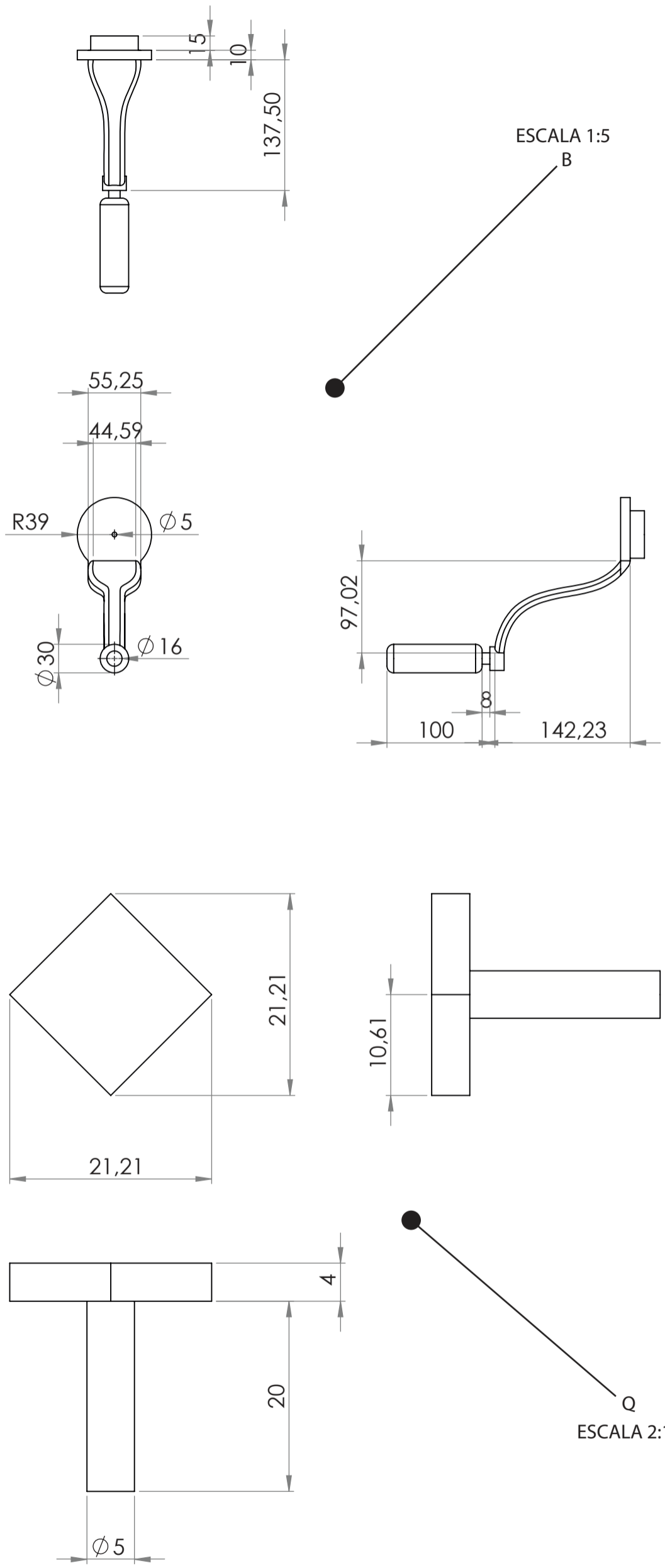
Trabalho de Conclusão de Curso de Design de Produto

2016

UNIDADE: mm



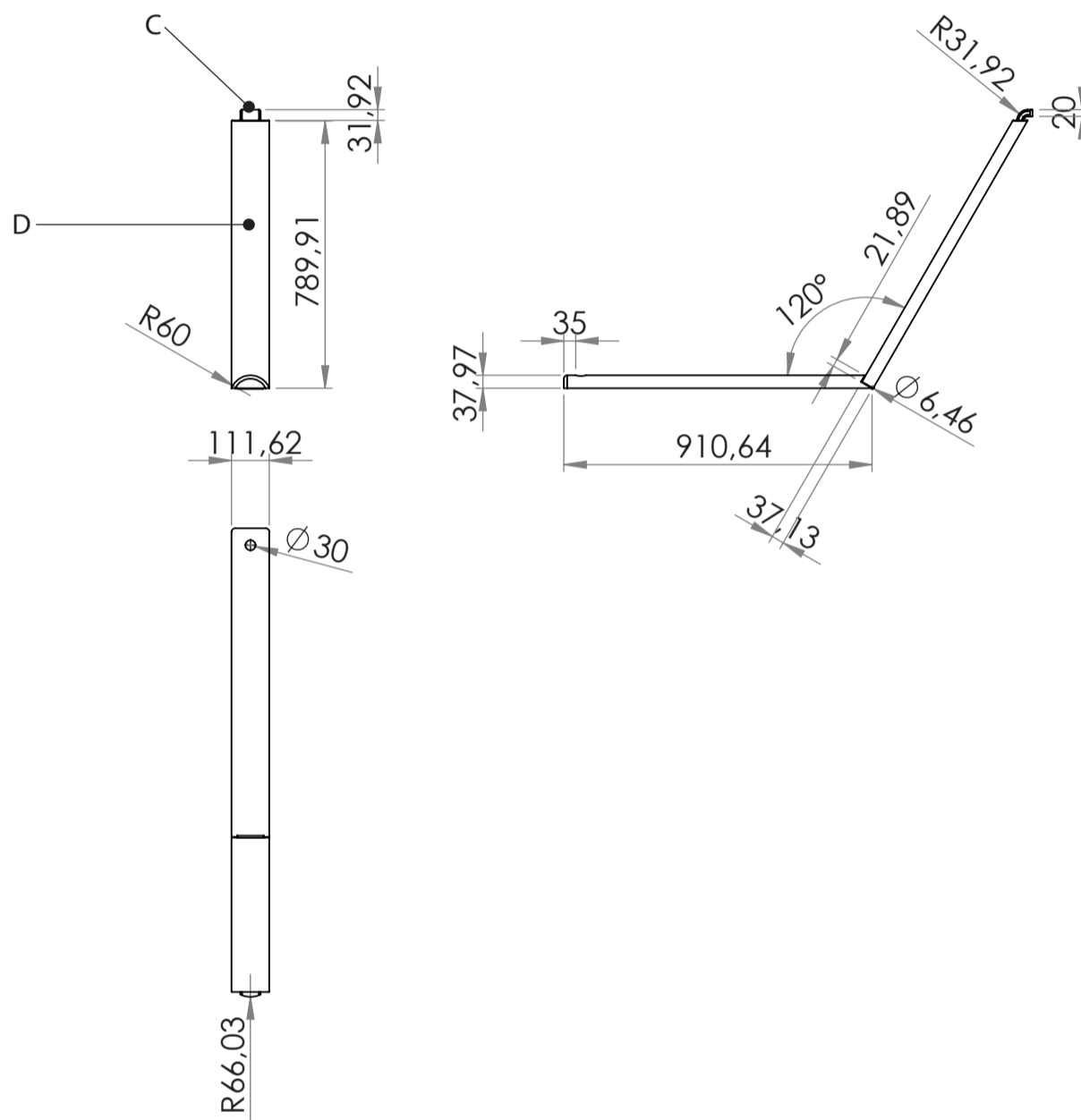
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE A - CARENAGEM



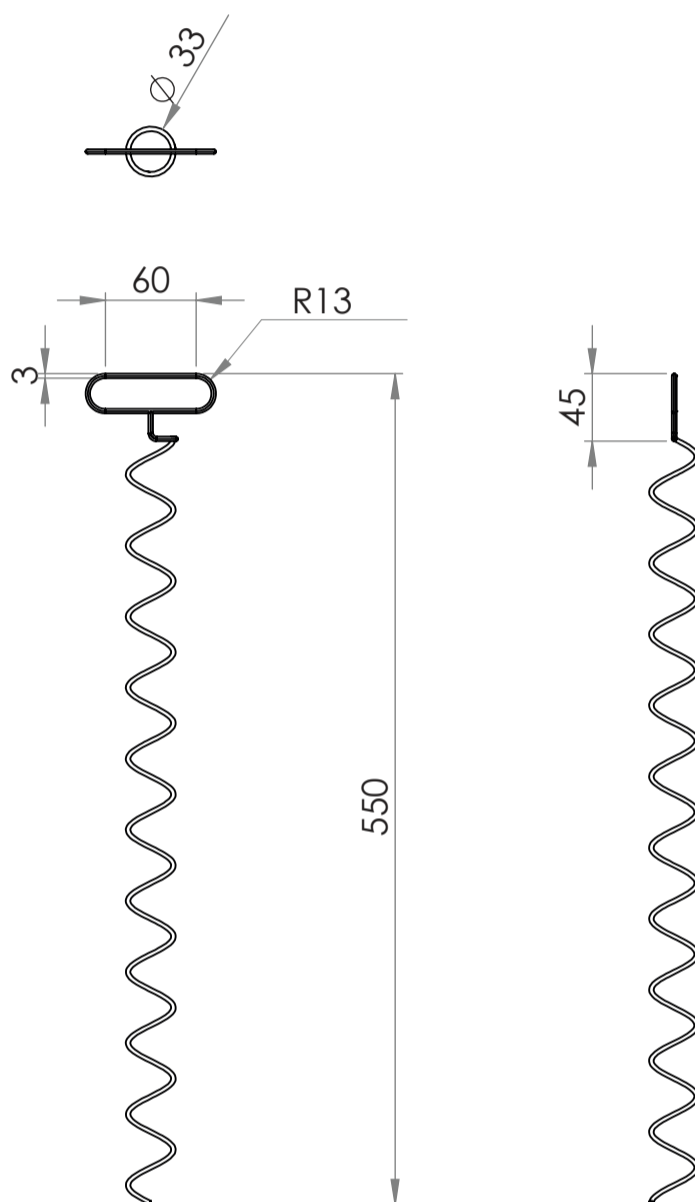
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES B e Q - MANIVELA e PARAFUSO



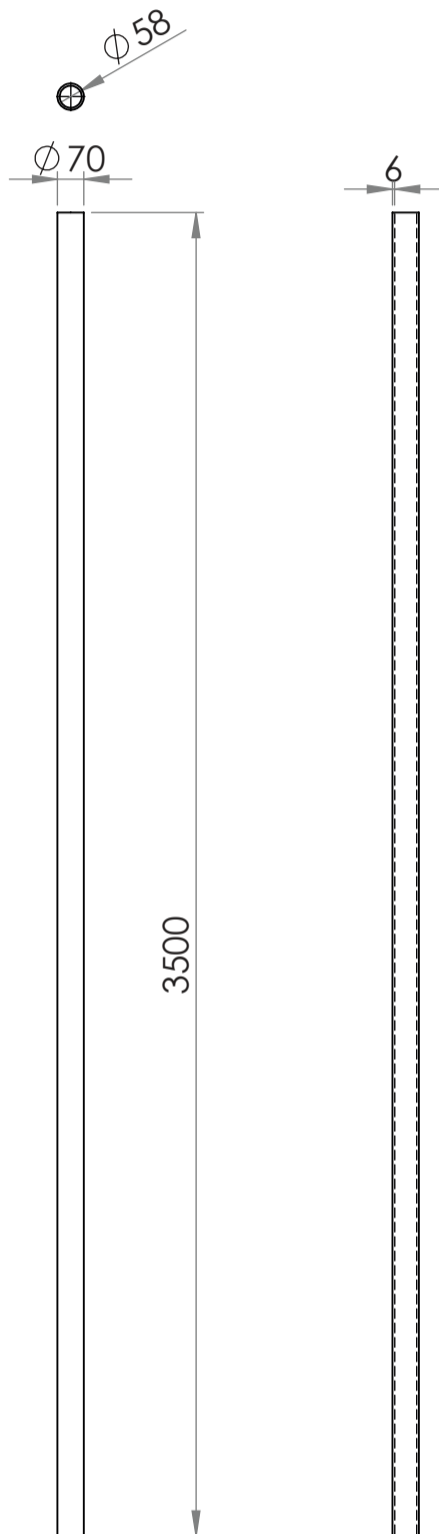
Suzane Miritz	Projeto ONTENA	Dimensionamento	ESCALA: 1:5 e 2:1
Trabalho de Conclusão de Curso de Design de Produto		2016	UNIDADE: mm



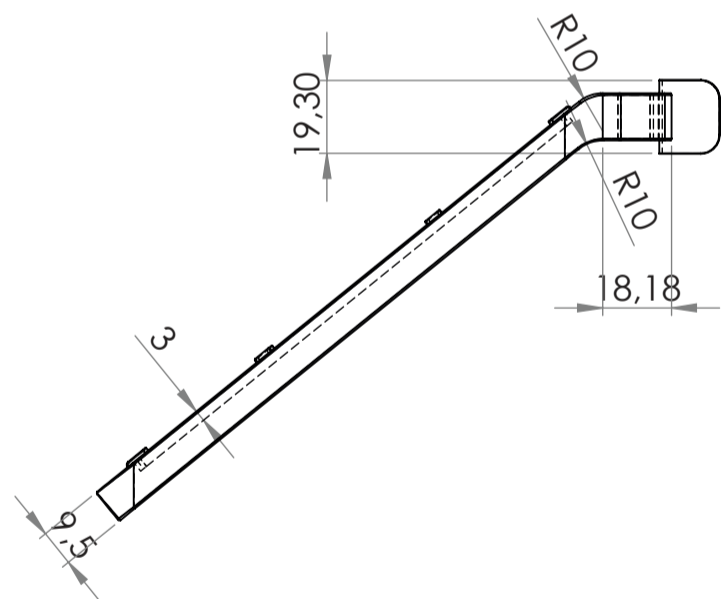
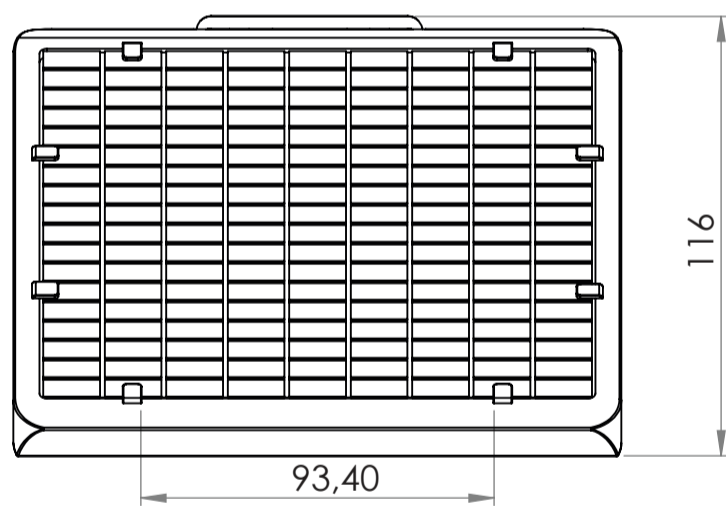
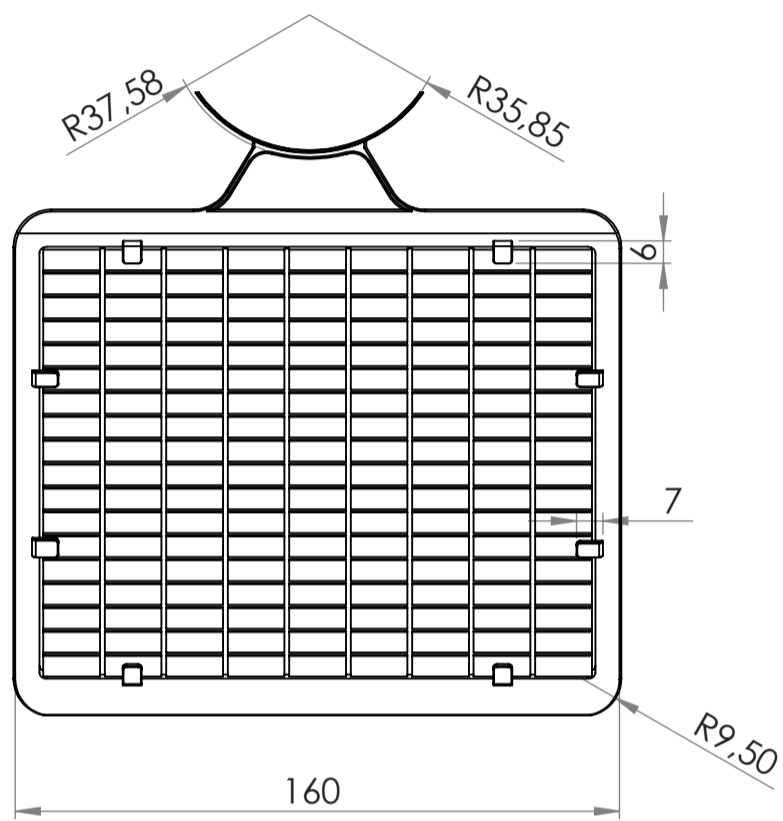
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES C e D - DOBRADIÇA e PÉ



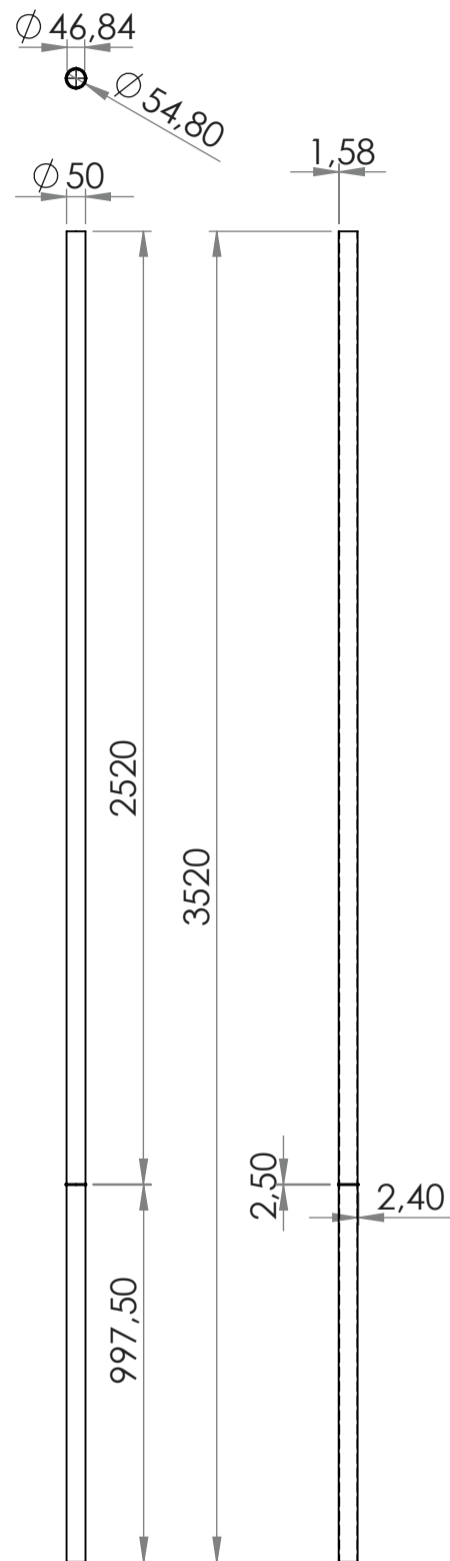
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE E - PINO DE FIXAÇÃO



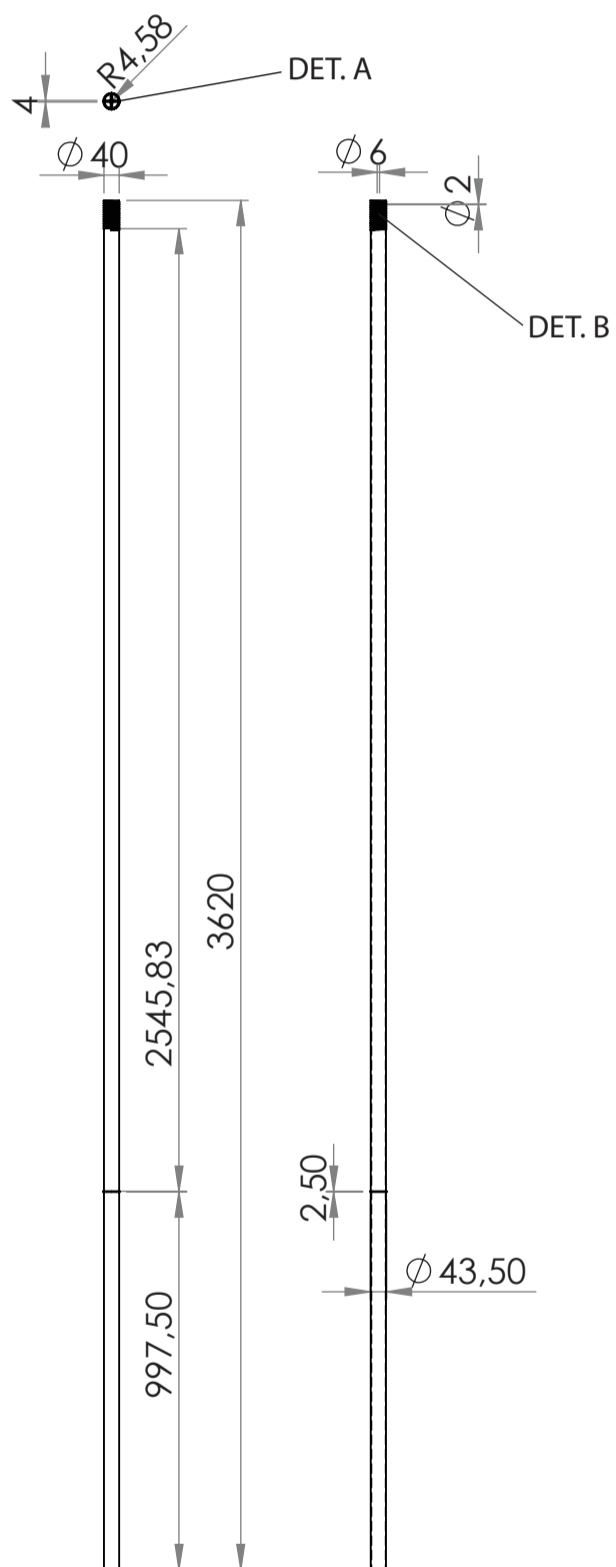
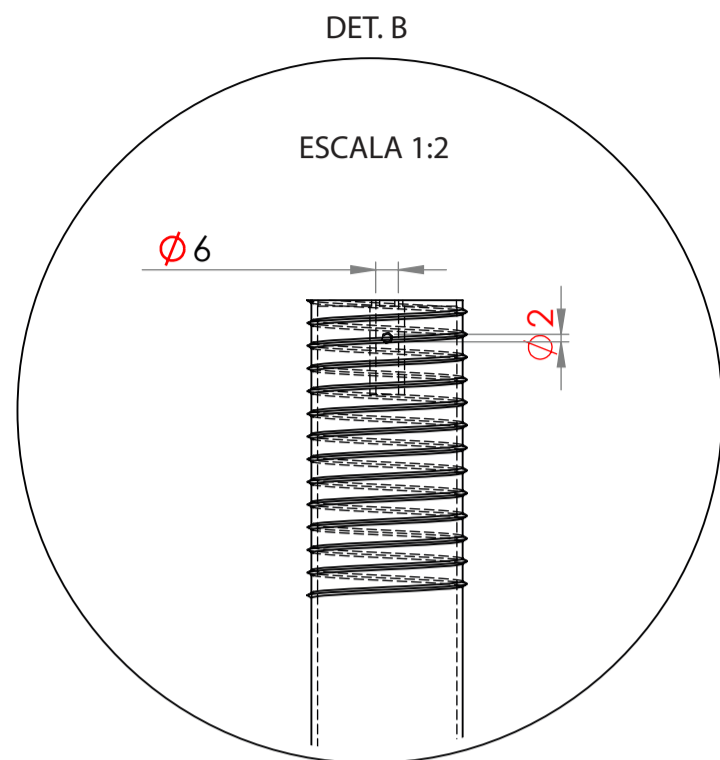
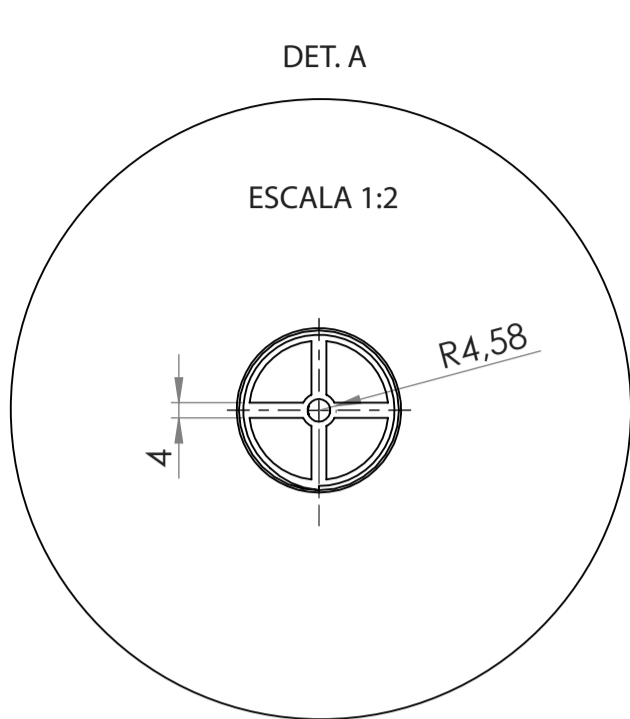
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE F - SEÇÃO 1 ANTENA



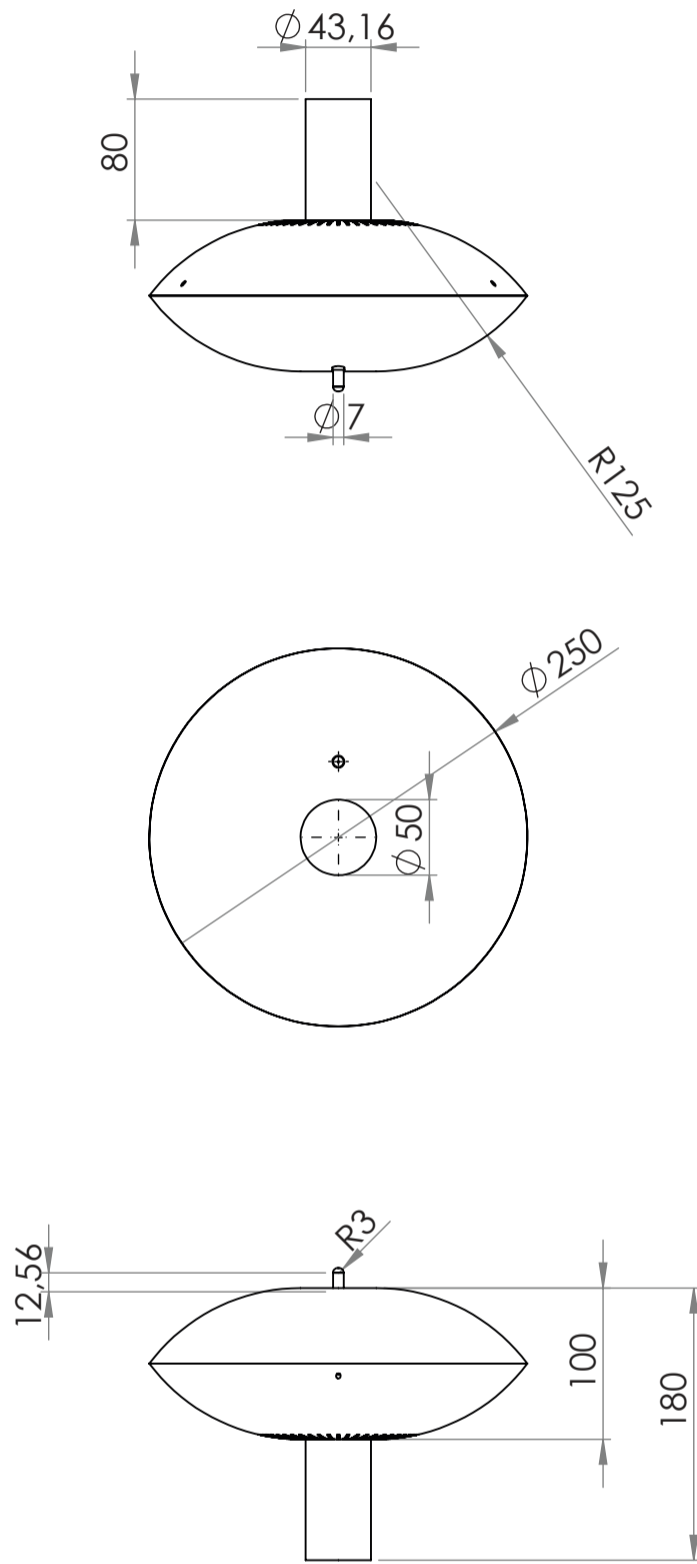
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE G - PAINEL SOLAR



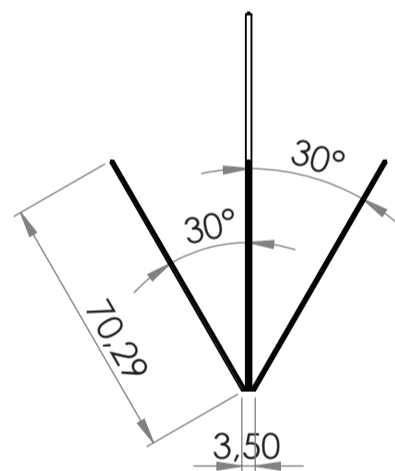
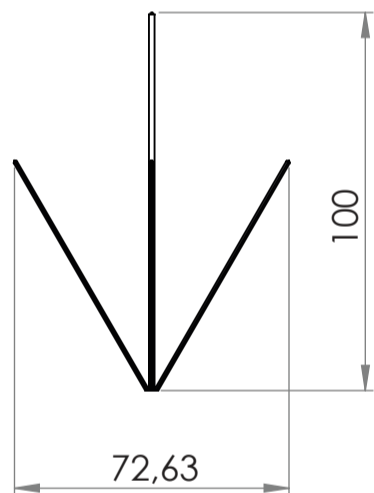
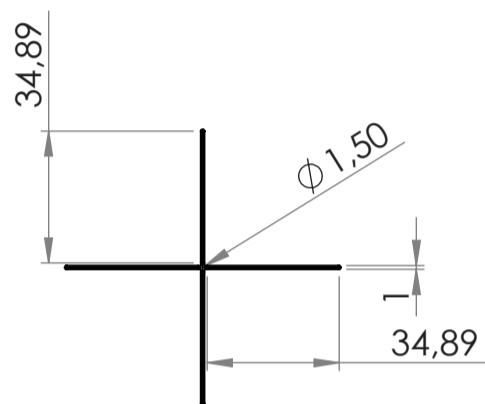
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE H - SEÇÃO 2 ANTENA



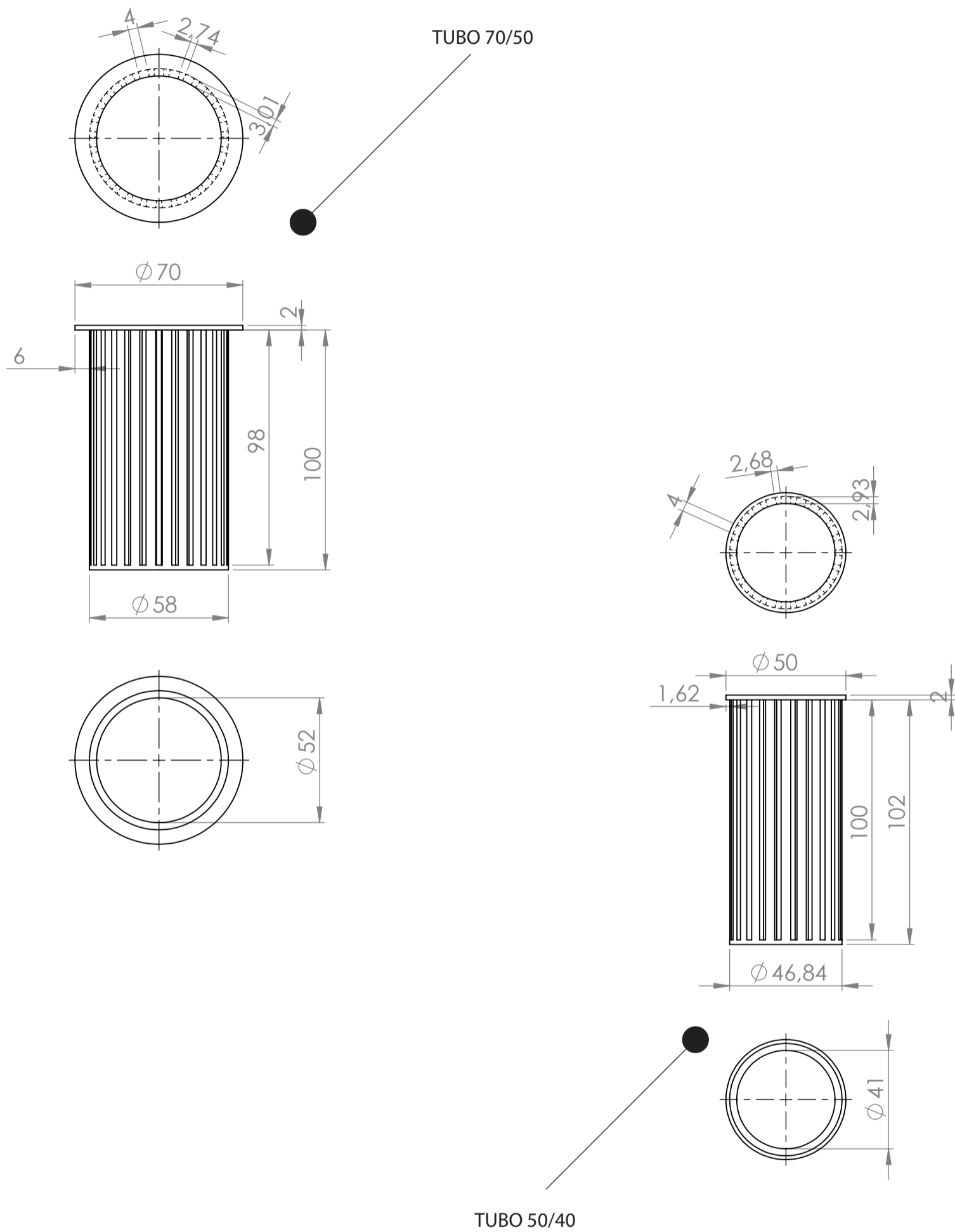
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE I - SEÇÃO 3 ANTENA



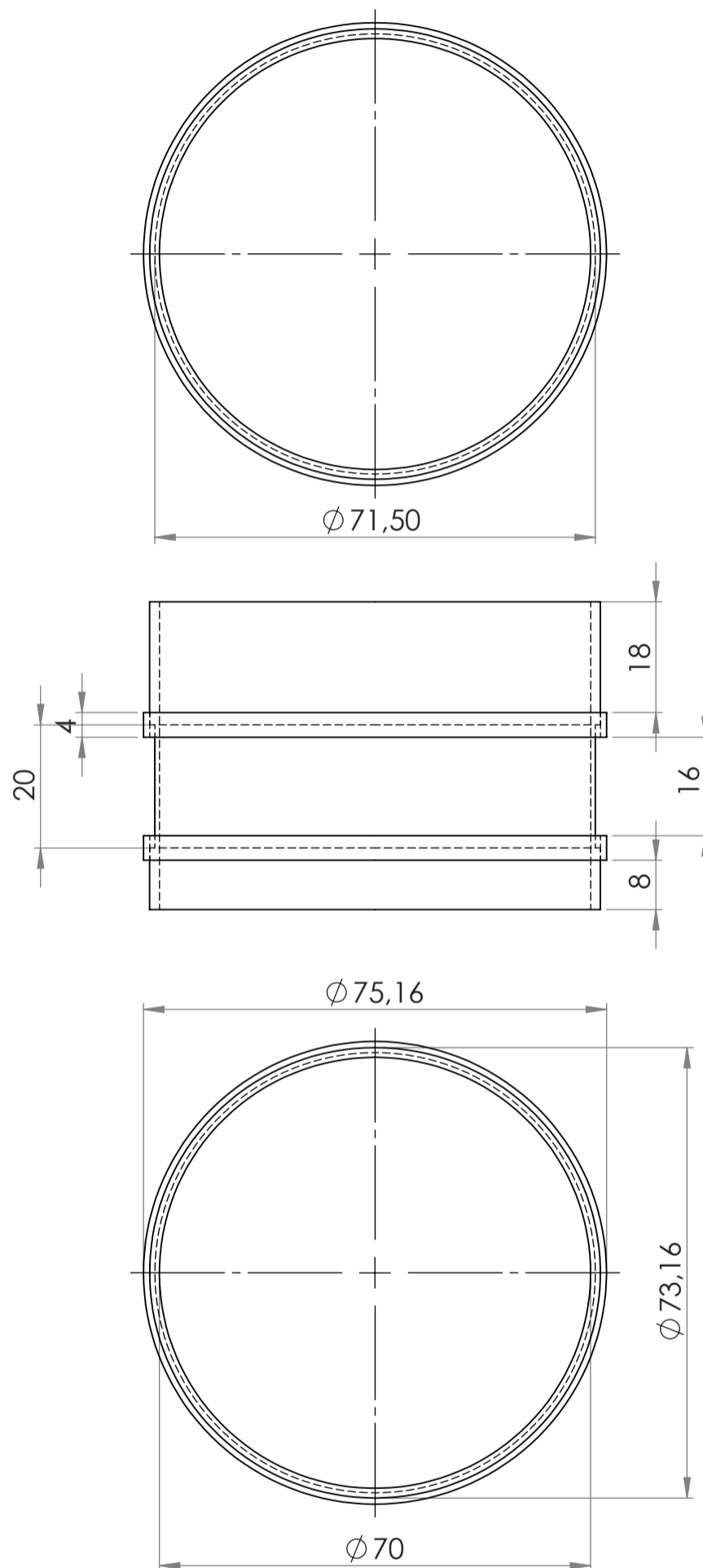
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE J - SUPORTE REPETIDOR



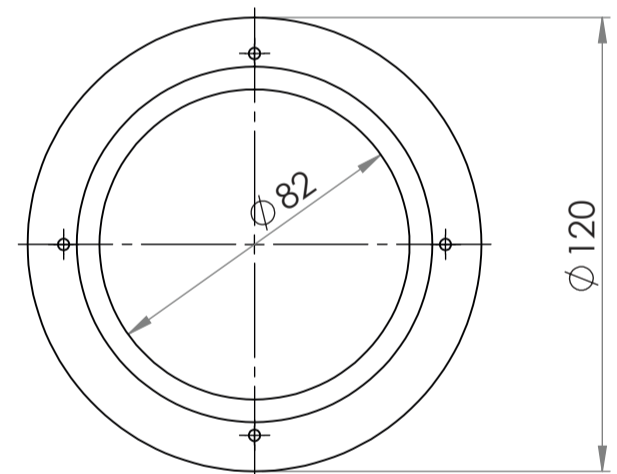
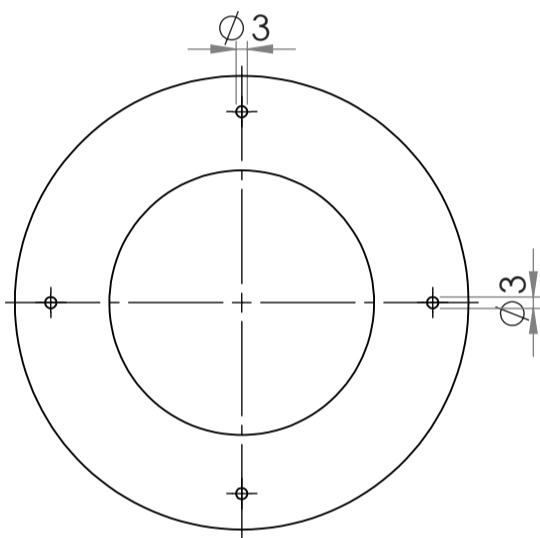
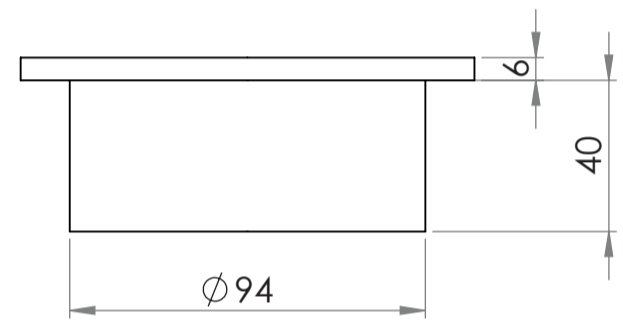
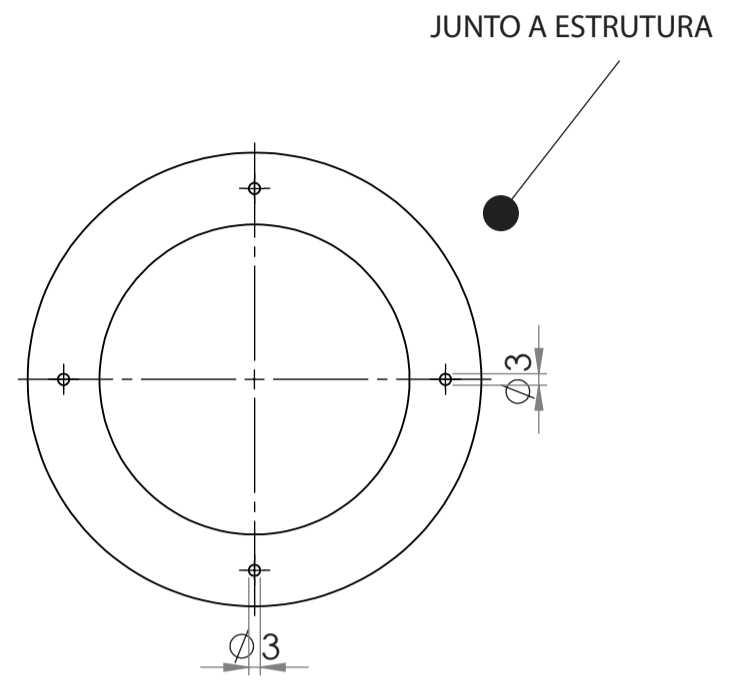
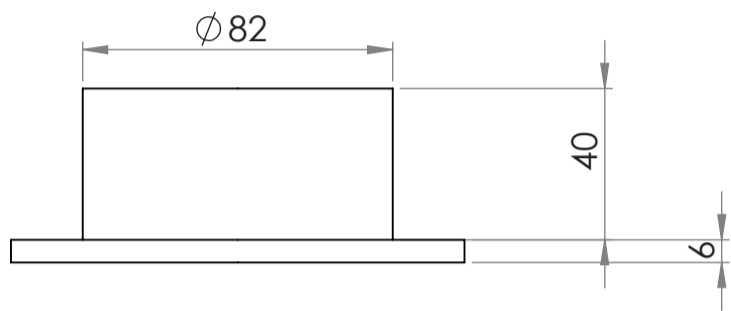
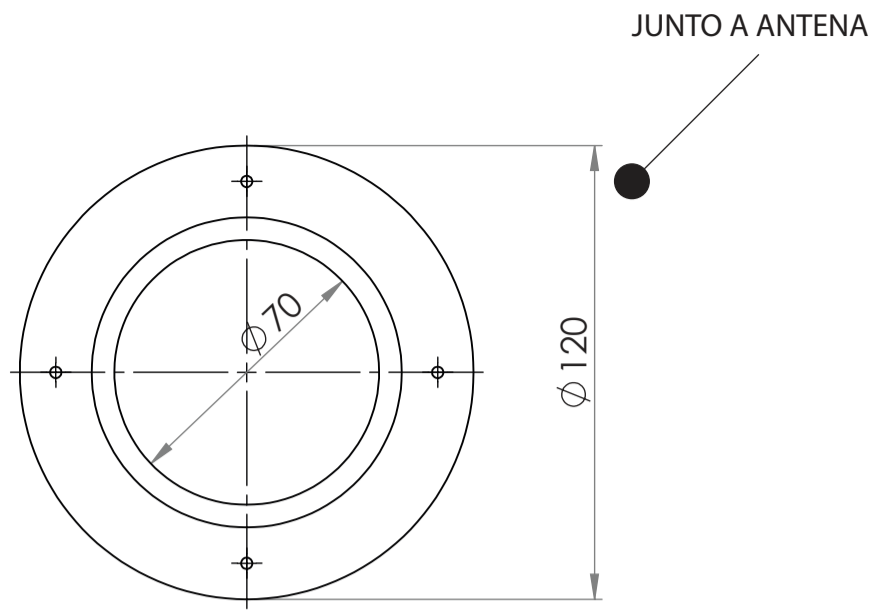
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE K - PARA-RAIOS



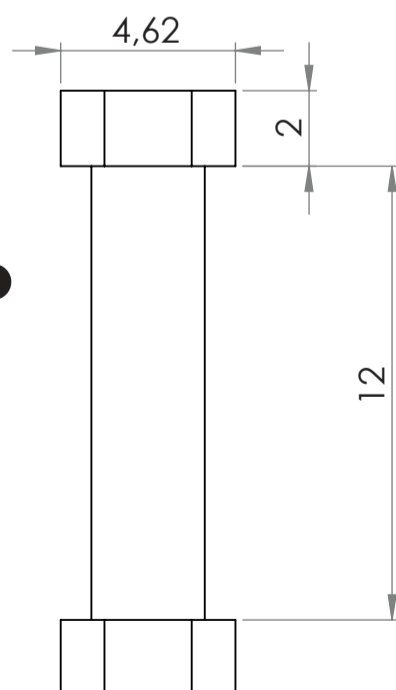
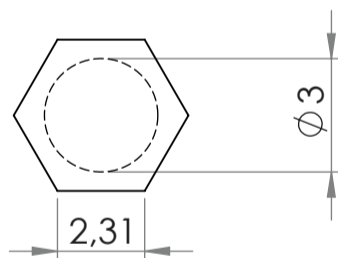
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE L - AFASTADOR



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE M - SUPORTE PAINEL

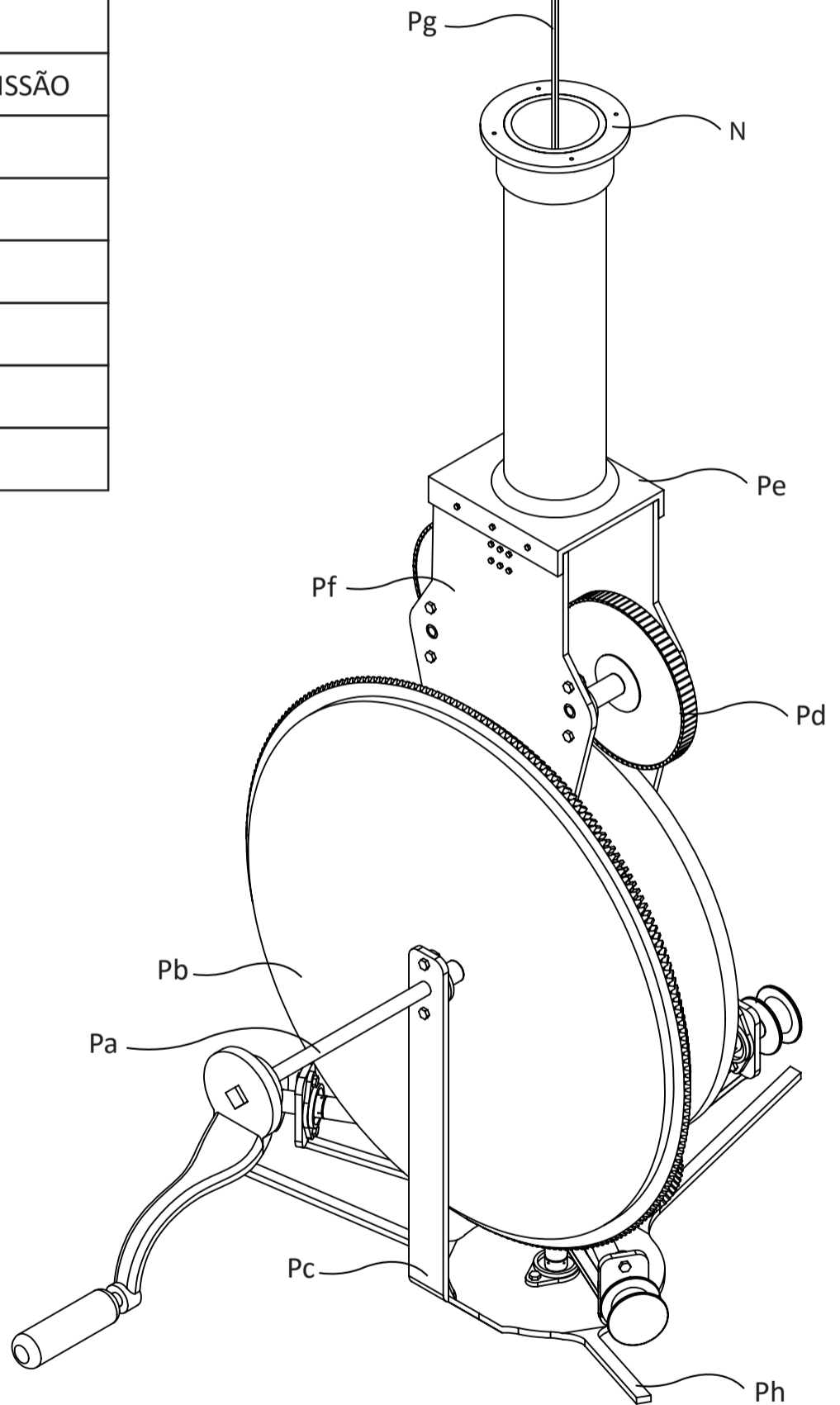


PARAFUSO UNIÃO FLANGES
ESCALA 5:1



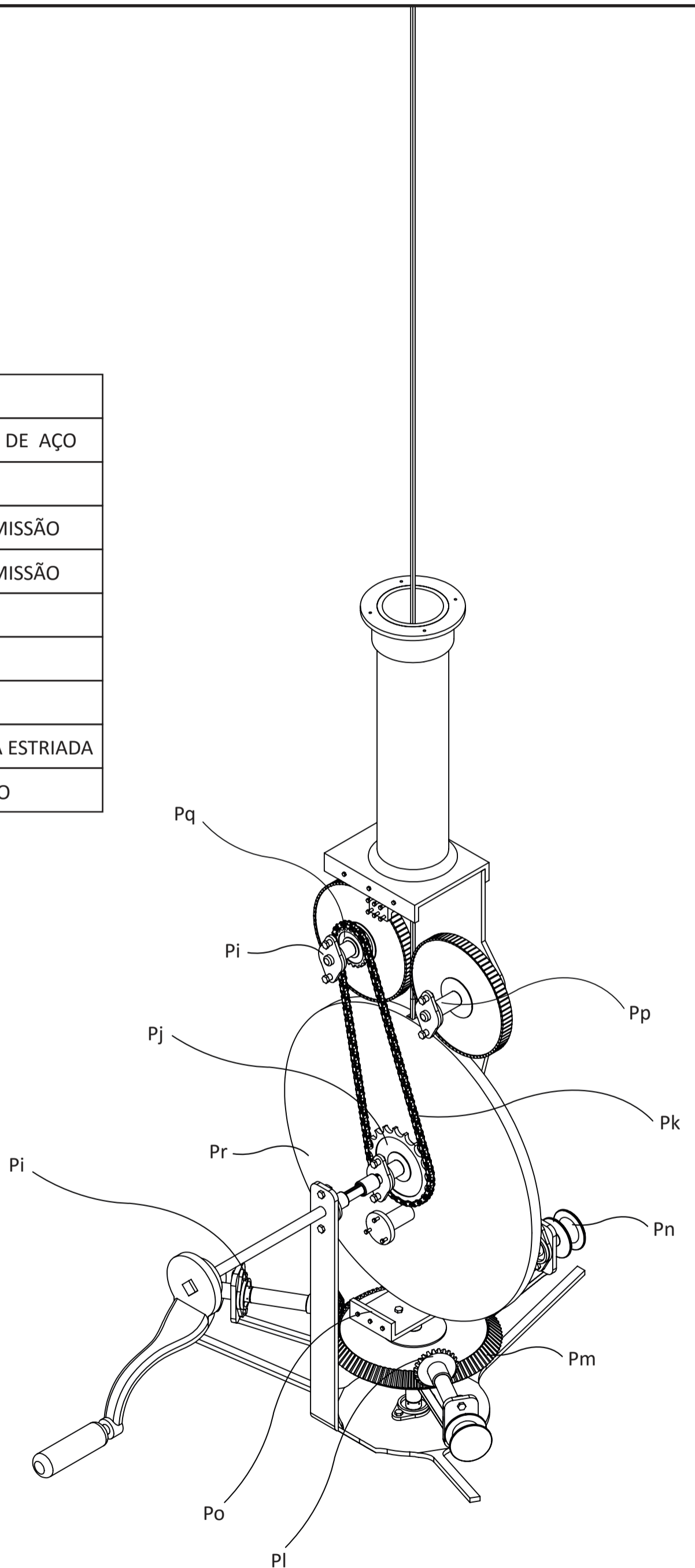
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE N - FLANGE

N	FLANGE
P	MECANISMO
Pa	EIXO
Pb	ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO
Pc	ESTRUTURA 01
Pd	POLIAS ESTRIADAS
Pe	ESTRUTURA 02
Pf	ESTRUTURA 03
Pg	CABO DE AÇO
Ph	ESTRUTURA 04



DETALHAMENTO TÉCNICO - PRODUTO E SUBSISTEMAS

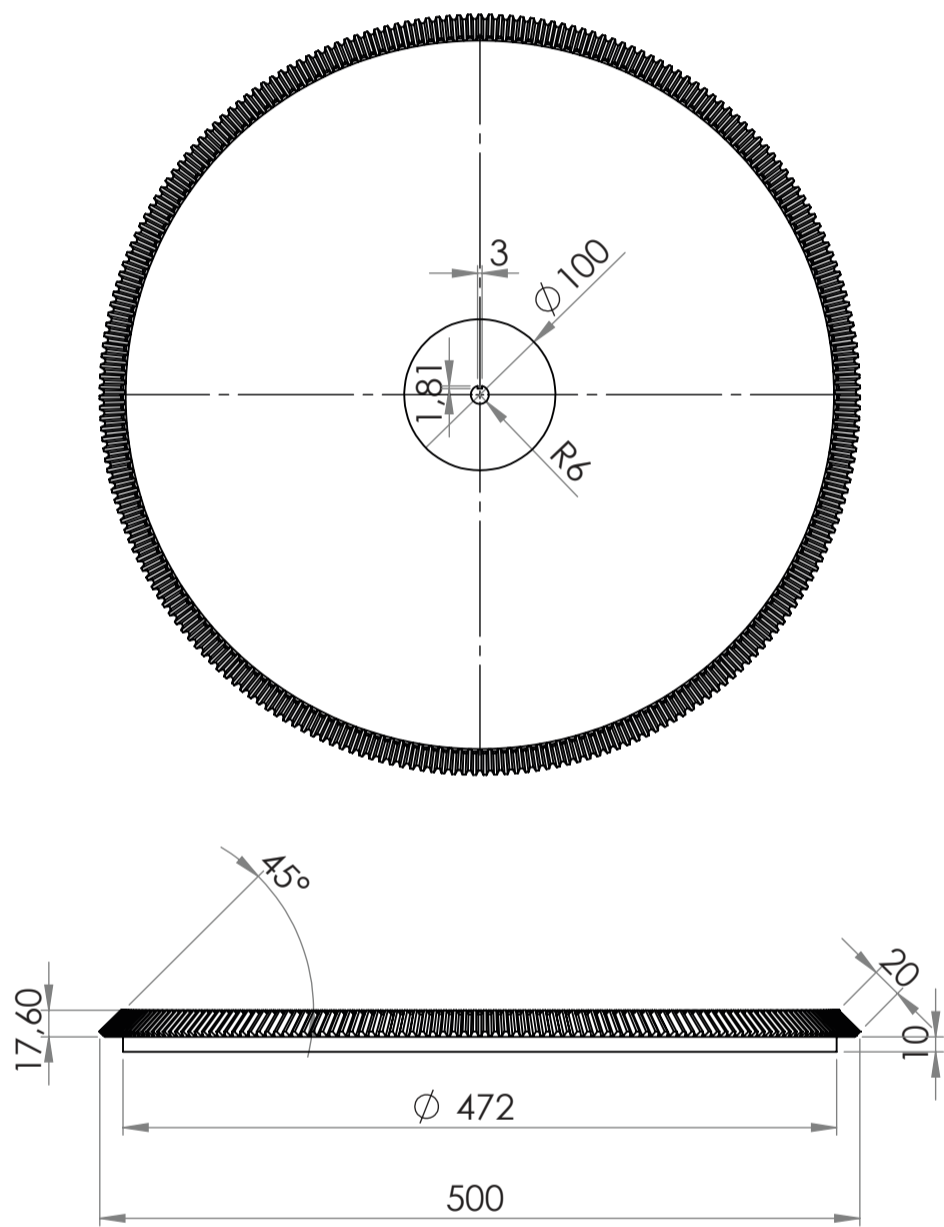
Pi	MANCAL
Pj	ENGRENAGEM DENTADA/CABO DE AÇO
Pk	CORRENTE
Pl	ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO
Pm	ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO
Pn	ROLDANA CABO ESTAIAMENTO
Po	ESTRUTURA 05
Pp	ANEL
Pq	ENGRENAGEM DENTADA/POLIA ESTRIADA
Pr	COMPARTIMENTO CABO DE AÇO



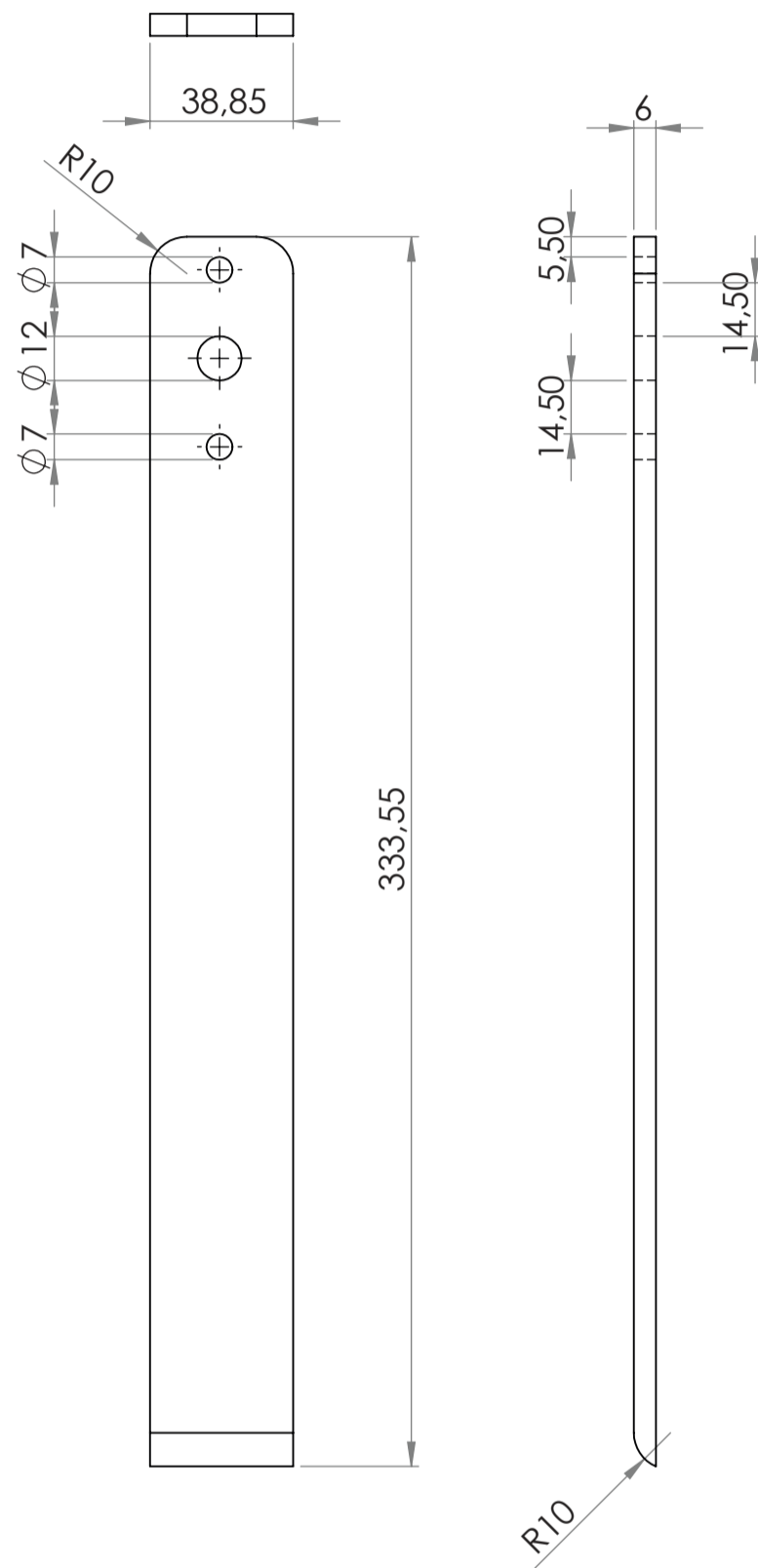
DETALHAMENTO TÉCNICO - PRODUTO E SUBSISTEMAS

N	FLANGE
Pa	EIXO
Pb	ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO
Pc	ESTRUTURA 01
Pd	POLIAS ESTRIADAS
Pe	ESTRUTURA 02
Pf	ESTRUTURA 03
Pg	CABO DE AÇO
Ph	ESTRUTURA 04
Pi	MANCAL
Pj	ENGRENAGEM DENTADA/CABO DE AÇO
Pk	CORRENTE
Pl	ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO
Pm	ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO
Pn	ROLDANA CABO ESTAIAMENTO
Po	ESTRUTURA 05
Pp	ANEL
Pq	ENGRENAGEM DENTADA/POLIA ESTRIADA
Pr	COMPARTIMENTO CABO DE AÇO
Ps	SUPORTE COMPARTIMENTO CABO DE AÇO
Pt	ESTRUTURA 06
Pu	EIXO POLIAS ESTRIADAS
Pv	TRAVA-QUEDAS
Pw	PARAFUSO
Px	ESTRUTURA TRAVA-QUEDAS
Py	PARAFUSO
Pz	EIXO ROLDANA CABO ESTAIADO

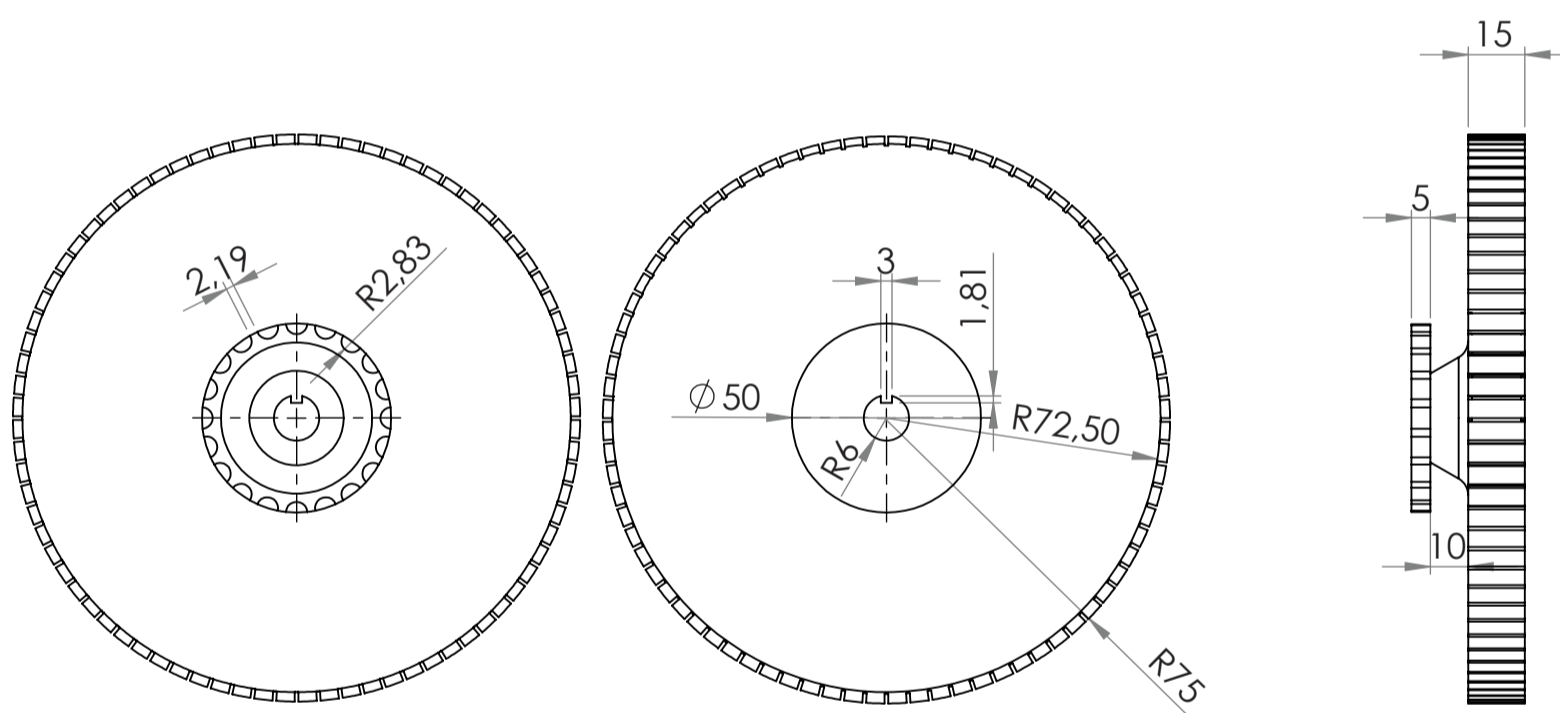
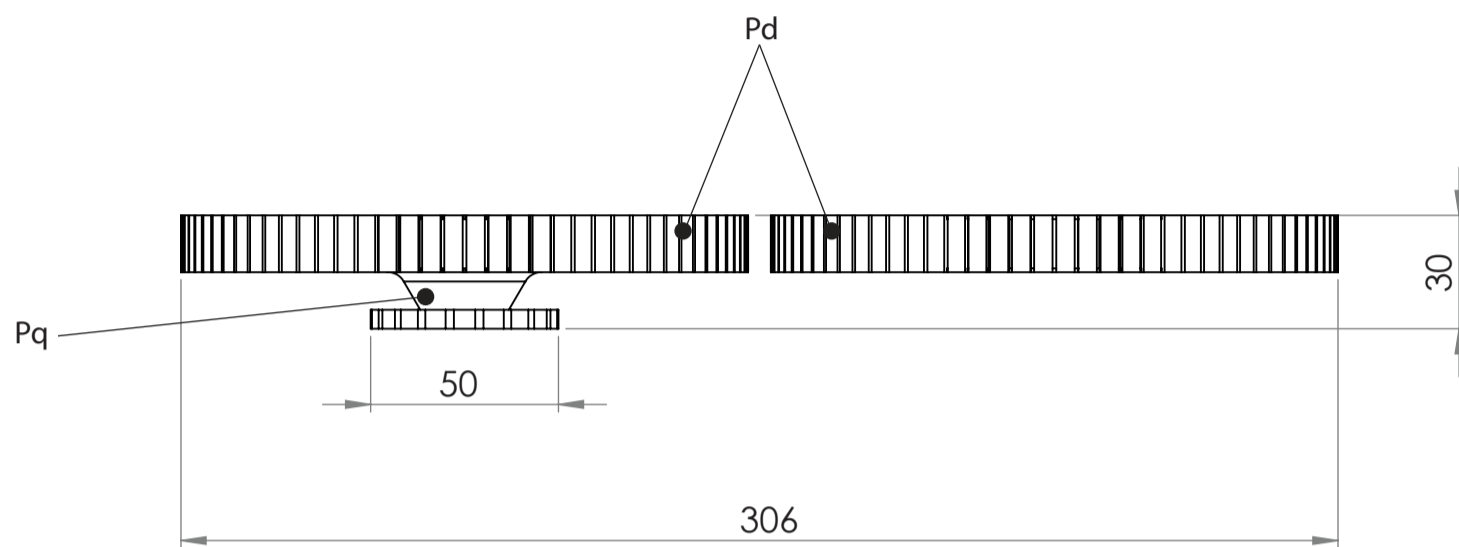
DETALHAMENTO TÉCNICO - PRODUTO E SUBSISTEMAS



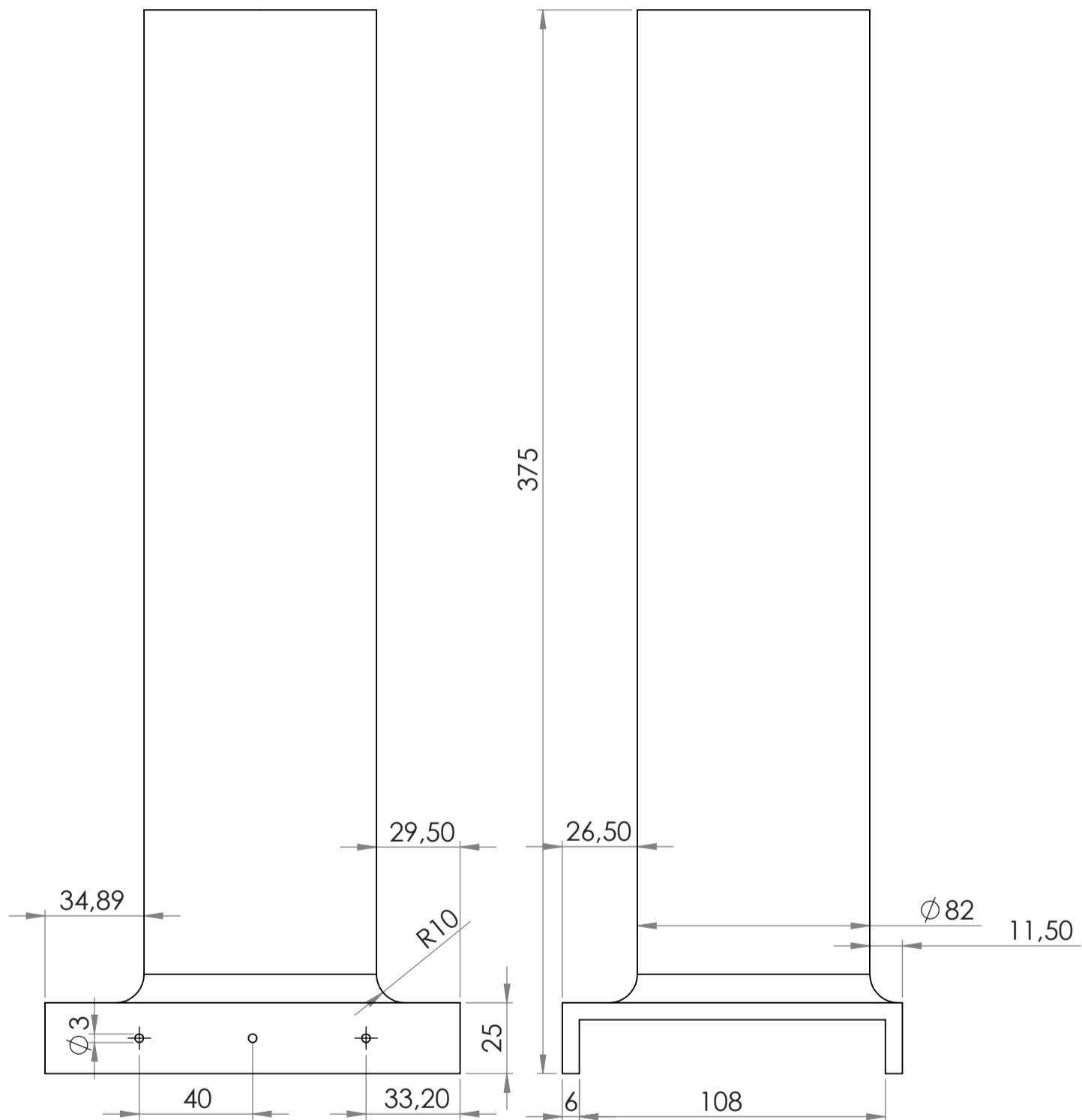
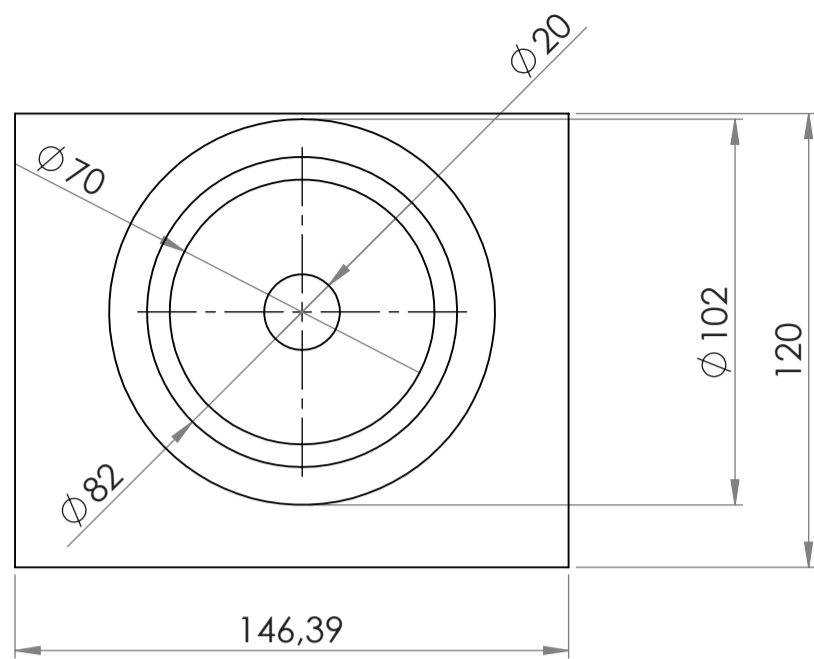
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pb - ENGRENAGEM CÔNICA TRANSMISSÃO



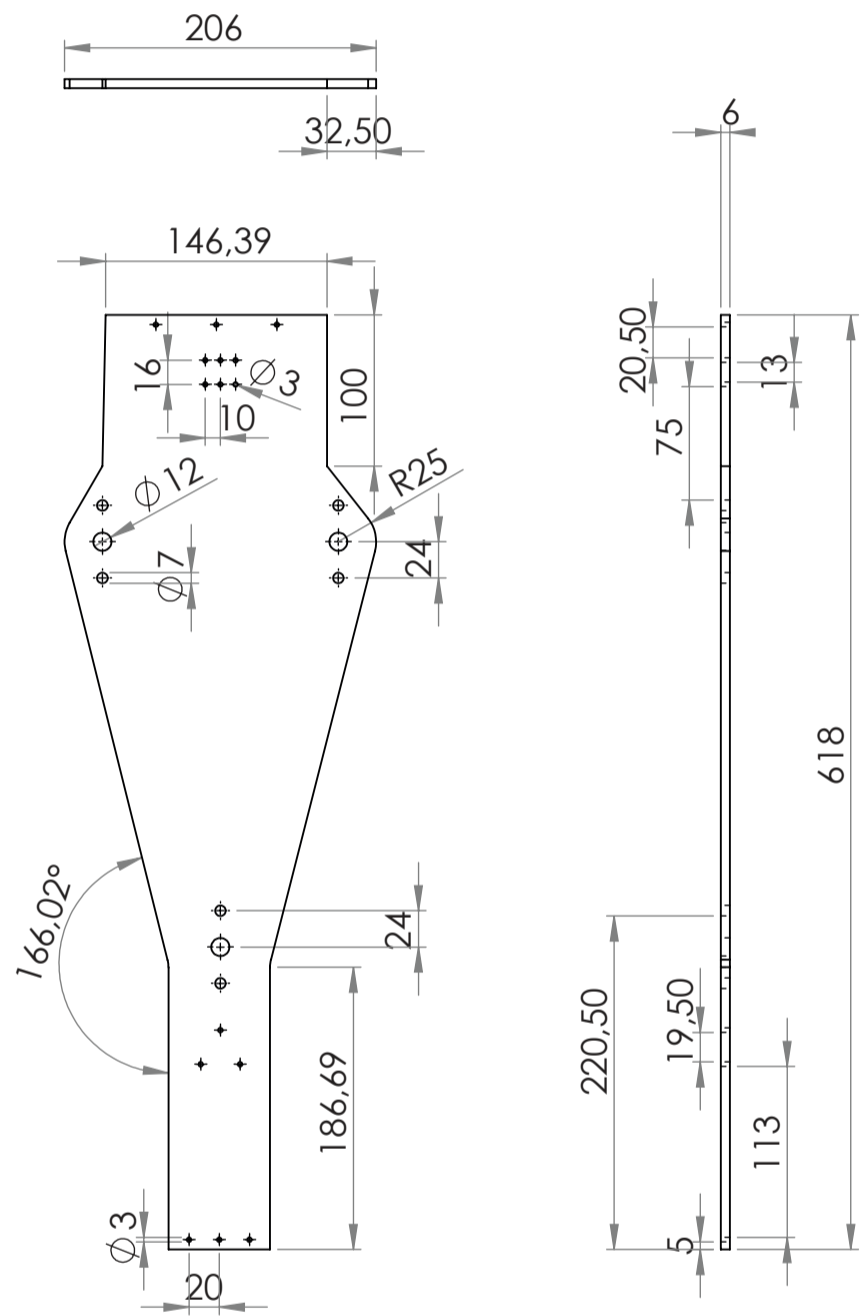
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pc - ESTRUTURA 01



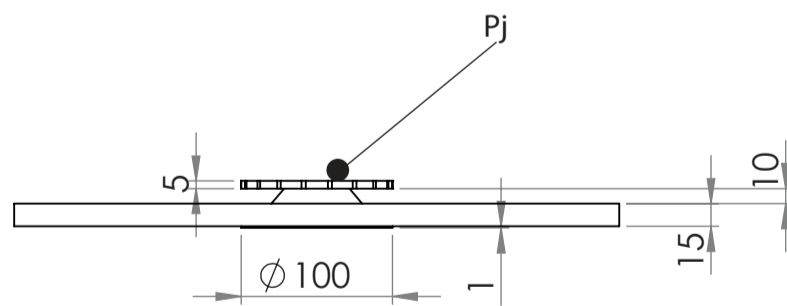
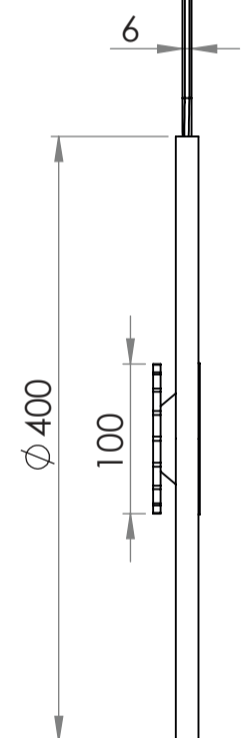
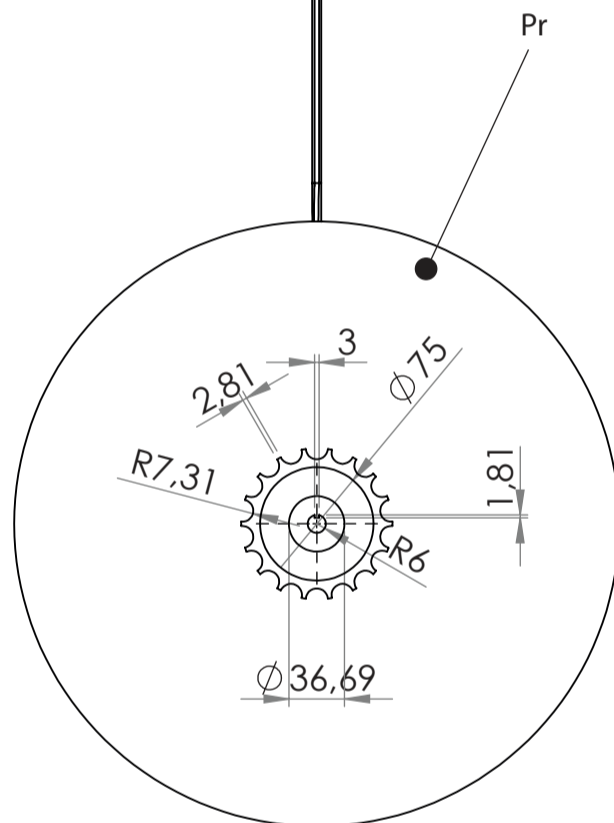
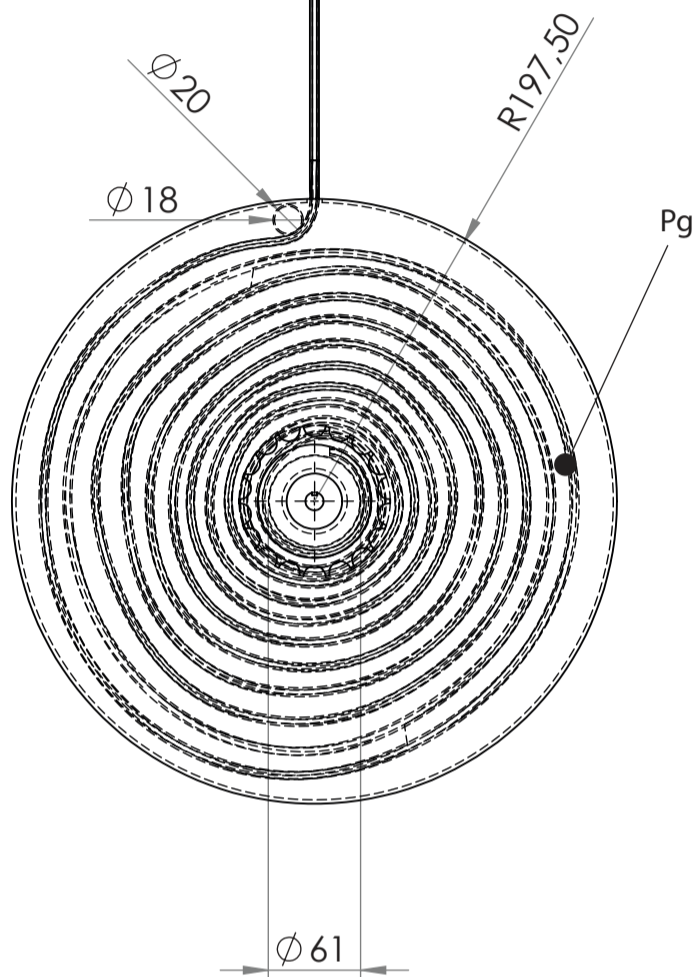
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES Pd e Pq - POLIAS ESTRIADAS e ENGRENAGEM DENTADA



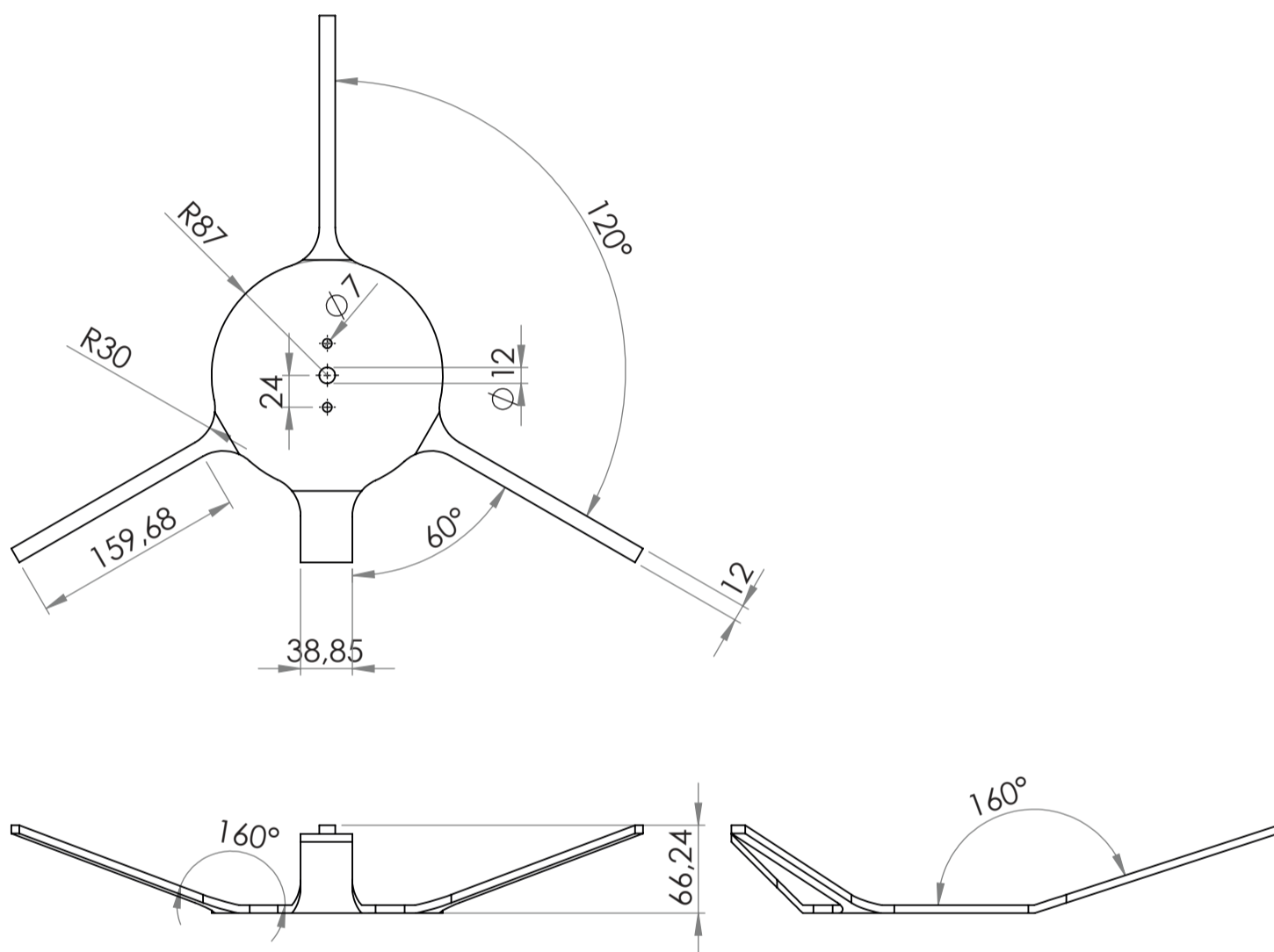
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pe - ESTRUTURA 02



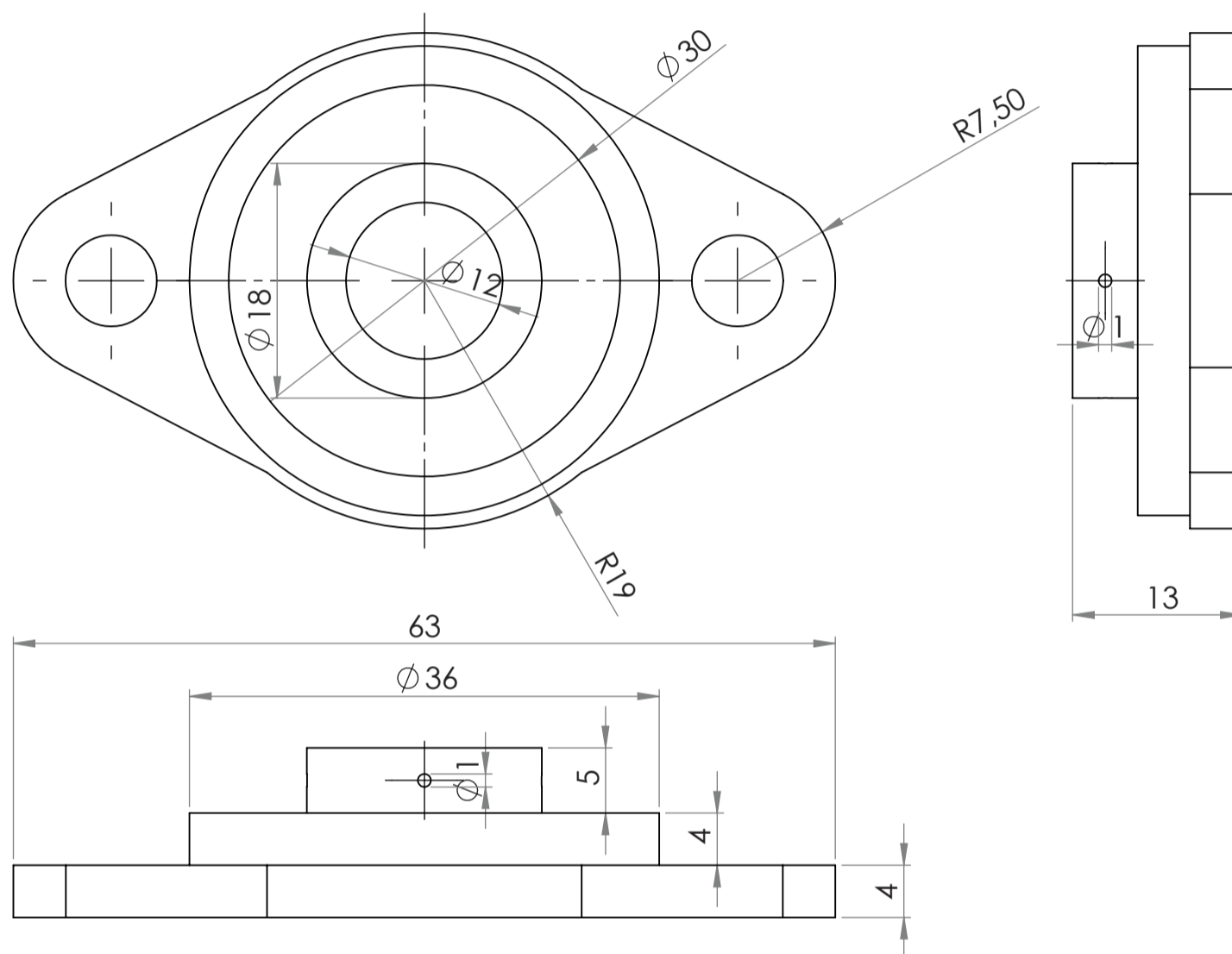
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pf - ESTRUTURA 03



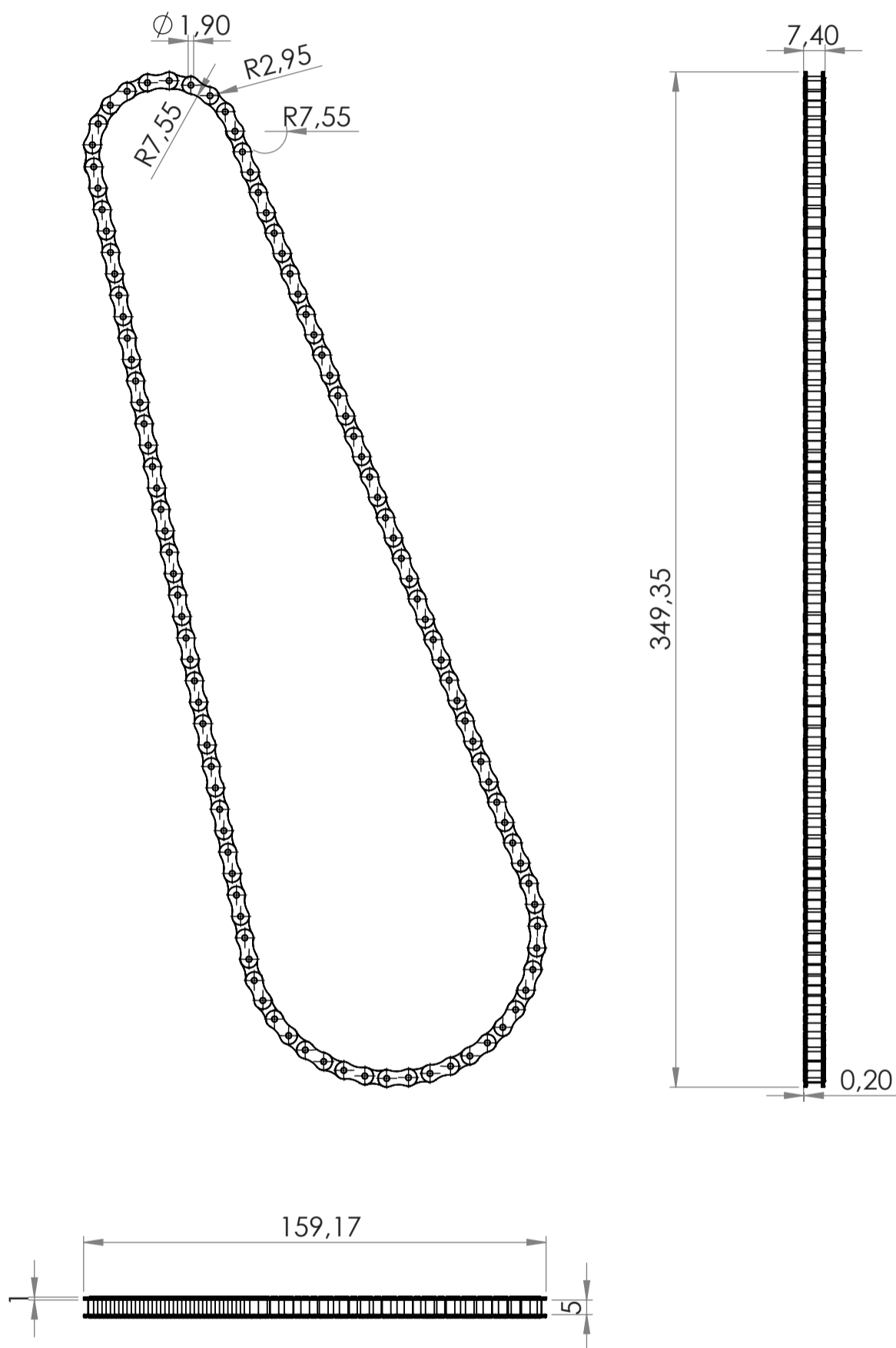
DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTES Pg, Pj e Pr - CABO/ENGRENAGEM/COMPARTIMENTO



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Ph - ESTRUTURA 04



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pi - MANCAL



DETALHAMENTO TÉCNICO - COMPONENTE Pk - CORRENTE

APÊNDICE E – IMAGENS MOCKUP











