

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL-MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM DESIGN DE PRODUTO**

JOÃO GABRIEL KALAF LOPES

**DESENVOLVIMENTO DE UM ALTO-FALANTE DE USO
RESIDENCIAL PARA A EMPRESA WAVEONE**

Florianópolis, 15 de julho de 2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL-MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM DESIGN DE PRODUTO**

JOÃO GABRIEL KALAF LOPES

**DESENVOLVIMENTO DE UM ALTO-FALANTE DE USO
RESIDENCIAL PARA A EMPRESA WAVEONE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Design de Produto.

Orientador: Carlos Eduardo Senna

Florianópolis, 15 de julho de 2025

O ACADÊMICO

João Gabriel Kalaf Lopes

E-mail: joao.kl06@aluno.ifsc.edu.br

A INSTITUIÇÃO

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Campus Florianópolis

Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica

Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950, Centro / Florianópolis, SC - Brasil

CNPJ: 81.531.428/0001-62

A EMPRESA PARCEIRA

WaveOne

CNPJ: 09.380.263/0001-48

Representante: Sandra Coradi

Endereço: R. Jonas Alves Messina, 53 - Santa Mônica, Florianópolis - SC,
88035-010

Site: <https://waveone.com.br/>

Instagram: @waveone.oficial

Lopes, Joao Gabriel Kalaf
DESENVOLVIMENTO DE UM ALTO-FALANTE DE USO RESIDENCIAL PARA A
EMPRESA WAVEONE / Joao Gabriel Kalaf Lopes ; orientador, Carlos
Eduardo Senna, 2025.
108 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Campus Florianópolis, Graduação em Design de
produto, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Design de produto. 2. Design de produto. 3. alto-falante. 4.
caixa de som. I. Senna, Carlos Eduardo. II. Instituto Federal de
Santa Catarina. Graduação em Design de produto. III. Título.

**DESENVOLVIMENTO DE UM ALTO-FALANTE DE USO
RESIDENCIAL PARA A EMPRESA WAVEONE**

JOÃO GABRIEL KALAF LOPES

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Tecnólogo em Design de Produto e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 31 de agosto de 2025.

Banca Examinadora:

Carlos Eduardo Senna, Prof. Msc.

Aldrwin Farias Hamad, Prof. Dr.
IFSC

Aurelio da Costa Sabino Netto, Prof. Dr.
IFSC

RESUMO

Este documento apresenta o desenvolvimento de um alto-falante compacto para uso em ambientes residenciais com espaço reduzido, projeto este feito em parceria com a empresa WaveOne. Tendo como principal problemática a escassez de soluções de áudio profissionais adaptadas a moradias compactas, o objetivo final foi criar um produto de entrada com alta qualidade sonora e estética alinhada à identidade da marca. Para o desenvolvimento do projeto, foi adotado o GODP (Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos), que iniciou-se com a definição de três blocos de referências: produto (monitor de áudio), usuário (profissional ou entusiasta de áudio) e contexto (casas com ambientes reduzidos). O guia é dividido em três momentos principais: inspiração (que consiste em entender as problemáticas e levantar dados), ideação (que envolve a análise e criação de alternativas) e implementação (que contempla o desenvolvimento em CAD e a prototipagem). O processo projetual teve como foco as demandas ergonômicas, acústicas e de integração a setups de *home office* e *home studio*, integrando componentes estratégicos, como o *tweeter* de fita e radiadores passivos. A conceituação estética seguiu os padrões da empresa parceira, aliando uma linguagem visual limpa, geométrica e contemporânea. Como resultado final, obteve-se um produto compacto, funcional, com alto valor percebido e potencial de inserção em um novo nicho de mercado para a WaveOne.

Palavras-chave: alto-falante, caixa de som, design de produto, GODP, projeto de produto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mini System	13
Figura 2 – Soundbar	14
Figura 3 – Monitores de áudio	15
Figura 4 – GODP	18
Figura 5 – GODP	19
Figura 6 – Posicionamento das caixas de som em mesas	27
Figura 7 – Posicionamento das caixas de som na sala	27
Figura 8 – Posicionamento das caixas de som no ambiente	28
Figura 9 – Posicionamento das caixas de som no ambiente	28
Figura 10 – Espaço de radiação	29
Figura 11 – Altura correta dos <i>tweeters</i>	29
Figura 12 – Interior de um sistema de som	30
Figura 13 – Modelo de caixa estéreo da WaveOne	34
Figura 14 – Modelo de caixa estéreo da WaveOne	34
Figura 15 – Modelo de caixa estéreo da WaveOne (<i>baffle frontal</i>)	35
Figura 16 – Modelo de tela de proteção <i>lloud</i>	35
Figura 17 – Análise Gestalt WaveOne	41
Figura 18 – Formas, detalhes e acabamentos	42
Figura 19 – Formas produtos WaveOne	43
Figura 20 – Detalhes produtos WaveOne	43
Figura 21 – Acabamentos produtos WaveOne	44
Figura 22 – Formas, detalhes e acabamentos linha Pro WaveOne	45
Figura 23 – Moodboard do público-alvo	47
Figura 24 – Painel semântico 1	48

Figura 25 – Painel semântico 2	48
Figura 26 – <i>Tweeter</i> de fita	53
Figura 27 – <i>Tweeter</i> desenho técnico	54
Figura 28 – <i>Woofers</i> 3,5”	54
Figura 29 – <i>Woofers</i> 3,5’ desenho técnico	55
Figura 30 – Amplificador ativo com <i>Bluetooth</i>	55
Figura 31 – Amplificador detalhamento	56
Figura 32 – Radiadores passivos de graves 3,5-5 polegadas	56
Figura 33 – Alternativa 1	59
Figura 34 – 3D Alternativa 1	60
Figura 35 – 3D Alternativa 1	60
Figura 36 – Walk, WaveOne	60
Figura 37 – Alternativa 2	61
Figura 38 – 3D Alternativa 2	61
Figura 39 – 3D Alternativa 2	61
Figura 40 – Alternativas geradas com ChatGPT	63
Figura 41 – Alternativas geradas com Midjourney	64
Figura 42 – Pré-seleção de alternativa	65
Figura 43 – Estudo visual de padrões de ondas sonoras	66
Figura 44 – Alternativas de telas de proteção	66
Figura 45 – Criação de alternativas para telas protetoras	67

Figura 46 – Texturas escolhidas para tela protetora	68
Figura 47 – Texturas escolhidas para tela protetor	68
Figura 48 – Geração de alternativas de suporte	68
Figura 49 – Alternativa selecionada	71
Figura 50 – Alternativa final versão branca	72
Figura 51 – Alternativa final versão preta	72
Figura 52 – Modo de uso (inclinado)	73
Figura 53 – Vista posterior modelos braco e preto	73
Figura 54 – Vista explodida com componentes	74
Figura 55 – Ambientação do produto	75
Figura 56 – Esquema de funções dos botões	76
Figura 57 – Detalhamento das conexões	76
Figura 58 – Componentes impressos em 3D	77
Figura 59 – Componentes impressos em 3D	77
Figura 60 – Acabamento com massa niveladora	78
Figura 61 – Cortes a laser	78
Figura 62 – Vistas do protótipo final	79
Figura 63 – Detalhes internos e encaixes	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de curva de resposta de frequência	25
Tabela 2 – Dispersão sonora	26
Tabela 3 – Análise técnica Adam Audio DV3	37
Tabela 4 – Análise técnica GENELEC 8010D	38
Tabela 5 – Análise técnica Iloud Micro Monitor	38
Tabela 6 – Análise de função de equalização	39
Tabela 7 – Análise estética produtos WaveOne	42
Tabela 8 – Requisitos técnicos	50
Tabela 9 – Compilação das perguntas guias	51
Tabela 10 – Matriz de seleção	69
Tabela 11 – Lista de componentes	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos	17
1.3 Metodologia	18
1.4 Planejamento	19
1.4.1 Blocos de Referências	19
1.4.2 Inspiração	19
1.4.3 Ideação	20
1.4.4 Implementação	20
2 INSPIRAÇÃO	21
2.1 Oportunidades	21
2.2 Prospecção	21
2.3 Casas compactas	21
2.3.1 Moradia e trabalho	22
2.4 Home studio	23
2.5 Parâmetros de desempenho para áudio de alta fidelidade	24
2.6 Posicionamento das caixas	26
2.7 Construção de caixas acústicas	30
2.7.1 Componentes de uma caixa de som	30
2.7.2 Amplificador	32
2.7.3 Construção do gabinete	32
3 IDEIAÇÃO	36
3.1 Organização e análise dos dados	36
3.1.1 Análise de mercado	37
3.1.2 Análise de especificações	37
3.1.3 Análise de função de equalização (produtos similares)	39
3.1.4 Análise estrutural	39
3.1.5 Análise de Gestalt WaveOne	41
3.1.6 Análise estética produtos WaveOne	42
3.1.7 Formas, detalhes e acabamentos	42
3.1.8 Análise de dados	45
3.1.9 Público-alvo	46
3.1.10 Painéis semânticos	48
3.1.11 Definir parâmetros do sistema	49
3.1.12 Definir <i>drivers</i> do sistema de som	52
3.2 Requisitos do produto	57
3.2.1 Padrões estético formais	57
3.2.2 Materiais e acabamentos	57

3.2.3 Paleta de cores.....	57
3.2.4 Funcionalidade e ergonomia.....	57
3.2.5 Controles e interface de usuário.....	58
3.2.6 Conectividade.....	58
3.2.7 Branding e identidade visual.....	58
3.2.8 Restrições de projeto.....	59
3.3 Criação.....	59
3.3.1 Geração de alternativas.....	59
3.3.2 Seleção de alternativas.....	69
4 IMPLEMENTAÇÃO.....	70
4.1 Execução.....	70
4.1.1 Descrição conceitual.....	70
4.1.2 Refinamento da alternativa	71
4.1.3 Alternativa final	71
4.1.4 Prototipagem	77
4.2 Materiais e processo de fabricação do gabinete.....	79
4.2.1 Polímero ABS.....	79
4.2.2 Injeção plástica.....	80
4.2.3 Grelha metálica de proteção.....	81
4.2.4 Aplicação de estampas técnicas com serigrafia.....	82
4.2.5 Logotipo em alumínio estampado.....	82
4.2.6 Inserção por fricção.....	82
4.2.7 Usinagem em madeira.....	83
4.3 Lista de componentes.....	84
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
APÊNDICES.....	94
APÊNDICE A – Análise de mercado.....	94
APÊNDICE B – Pesquisa de mercado de componentes.....	98
APÊNDICE C – Desenhos técnicos.....	101

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo detalhar o planejamento de pesquisa e o desenvolvimento de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), feito para o Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto, vinculado ao Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica (DAMM) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

Como parte do TCC, deve-se escolher uma empresa parceira para qual será desenvolvido um produto. Para este projeto, foi selecionada a WaveOne, que oferece equipamentos de áudio para o consumidor final. Fundada em 2011, a WaveOne é subsidiária da Chave Distribuidora, uma companhia com mais de 30 anos de experiência e com foco no mercado de luxo.

A WaveOne é uma empresa de Santa Catarina. Sua sede e centro de distribuição ficam na cidade de Florianópolis, contando, também, com uma filial localizada em São Paulo. Ao todo, são 23 funcionários, dos quais três são designers de produto e atuam junto a equipe de marketing. A empresa possui três segmentos distintos, sendo eles: linha consumo (que inclui caixas de som portáteis, fones de ouvidos e *headphones*), linha automação (direcionada para ambientes residenciais) e a linha profissional (que abrange *soundbars*, caixas de embutir, *subwoofers*, som externo, amplificadores, *receivers* e cabos).

Em relação ao processo produtivo, é importante dizer que parte dos produtos da WaveOne são manufaturados por indústrias chinesas, por meio de dois modelos conhecidos como: *Original Equipment Manufacturer* (OEM) e *Original Design Manufacturer* (ODM). No modelo de OEM, uma indústria terceirizada fabrica as peças que compõem o produto final com um design já bem definido e que podem sofrer pequenas customizações. Antes da finalização, as peças passam por ajustes internos, feitos pelos designers para garantir os padrões estéticos da marca. Além disso, um técnico faz as avaliações necessárias para estabelecer uma melhor qualidade sonora. E no modelo ODM a própria WaveOne desenvolve seus projetos e repassa para a indústria produzir na China. Neste processo de desenvolvimento, o designer de produto trabalha em conjunto com as indústrias selecionadas.

No futuro, a WaveOne vislumbra continuar desenvolvendo seus próprios produtos, criando designs mais autorais para conseguir atender o mercado

brasileiro. Atualmente, já existem produtos desenvolvidos totalmente pela empresa, principalmente produtos das linhas profissional e automação.

Este projeto nasce após uma série de reuniões com o coordenador técnico e com o CEO da WaveOne. Com a necessidade de sanar um problema observado pela própria empresa e, visando expandir seu portfólio de soluções de áudio residencial para um mercado direcionado à apreciadores de áudio de renda média-alta, selecionou-se como proposta **uma caixa de som tipo *Bookshelf***, um alto-falante compacto, projetado para ser posicionado em estantes ou prateleiras, apresenta qualidade sonora e é indicada para ambientes de pequenas e médias dimensões. Por ser um produto multiuso que oferece qualidade sonora para filmes, séries, músicas e atividades profissionais. Com o desenvolvimento do projeto entendeu-se que o produto mais condizente com as necessidades propostas seria uma variação da *Bookshelf*, os **monitores de áudio**.

Para caracterizar o objeto proposto, é necessário, primeiro, falar das possibilidades de uso que o mercado brasileiro pode fazer desta categoria de produto, compreendendo a realidade do público-alvo.

Esses motivos também justificam a escolha deste produto, caixas de som do tipo monitores de áudio podem ser compactas, focadas em cômodos de tamanhos reduzidos. Normalmente, são colocadas em uma superfície elevada, por exemplo, uma mesa, estante, rack ou até um pedestal. É um produto que possui versatilidade, podendo ser conectado a um computador, notebook, televisão, celular e até incorporado a um *home-theater*, tendo a possibilidade de ser usado junto com um *subwoofer* (alto-falantes dedicados às frequências graves).

O projeto deixou determinado que o foco do produto em desenvolvimento será o de uso profissional e semiprofissional (aqui, considera-se semiprofissional, entusiastas do áudio que não exercem atividade remunerada relacionada, ou seja, apenas usufruem do objeto por *hobby*), voltado para produtores de música, trabalhadores do audiovisual, pessoas que trabalham de casa ou que possuem *home studios*. Este foco surgiu ao analisarmos que dentro do uso de alto-falantes em residências, há uma parcela de pessoas que fazem, paralelamente, um uso com finalidade profissional.

Apesar do tamanho reduzido, esses dispositivos podem ser de alta fidelidade, reproduzindo o som da forma mais idêntica àquilo que foi gravado. Isso faz com que

a pessoa tenha uma percepção muito mais profunda do som, permitindo ouvir camadas que destacam cada instrumento e elemento sonoro.

Os monitores de áudio costumam ser divididos em dois *drivers* de alto-falantes: *woofers*, que reproduzem frequências graves e médias, e os *tweeters*, responsáveis pelas frequências mais altas. Ambos são fixados em um gabinete, que dá estrutura ao aparelho.

No mercado, existem diferentes opções de áudio para uso em ambiente residencial. Nos próximos parágrafos, é feita a exposição dos modelos mais comuns.

a. Mini System

Primeiramente, é importante citar os minis system, que eram muito populares nos lares brasileiros enquanto as principais formas de mídia eram os CDs e o rádio. O mini system, evidenciado na figura 1, apresenta três principais componentes: dois alto-falantes e uma central, que funciona como amplificador, CD player, rádio, entrada USB e controlador de volume. O sistema necessita estar sempre conectado à tomada e depende de três módulos para seu funcionamento.

Figura 1 – Mini System



Fonte: Dias (2024)

b. Soundbar

Um aparelho que vem ganhando popularidade são as *soundbars* (figura 2), uma barra com alto-falantes médios e agudos, que podem acompanhar um *subwoofer* e caixas *surround* (posicionadas atrás nas laterais e dão a sensação do som vir de todas as direções). Esse produto surgiu como uma solução para ampliar e melhorar o áudio de televisores, aprofundando a experiência do telespectador. Elas possuem tamanhos parecidos em largura com as TVs e ficam localizadas logo abaixo delas. Ao passo que a qualidade de imagem das televisões vem melhorando com o 4k, 8k e tecnologias de pontos quânticos, desenvolve-se também, um produto dedicado a enriquecer a experiência sonora. As *soundbars* geralmente possuem muitas opções de conectividade voltadas aos televisores: HDMI, cabo óptico, USB e RCA, além da entrada auxiliar e as conexões *wireless*. As barras mais simples vêm com um *driver* central e um *driver* em cada ponta, na direita e na esquerda, o que forma um sistema estéreo. Este produto tem duas limitações: não existe a distância ideal entre os alto-falantes direitos e esquerdos e, devido ao seu tamanho reduzido, para que não interrompa a imagem da TV, os *drivers* não podem ter o tamanho necessário para gerar uma qualidade de som melhor.

Figura 2 – Soundbar



Fonte: WaveOne (2024)

c. Monitores de estúdio

Os monitores de estúdio, apresentados na figura 3, são também chamados de monitores de referência sonora. Servem para reproduzir as frequências de forma mais equilibrada, sendo assim a referência do que está bem equalizado. A equalização *flat* evidencia imprecisões da mixagem e garante que o som esteja masterizado corretamente. Uma música bem masterizada, por sua vez, vai soar bem em qualquer outro dispositivo sonoro independente dos seus parâmetros. Por essas razões, são principalmente encontrados em estúdios de música profissionais ou *home studios*.

Figura 3 – Monitores de áudio



Fonte: Áudio Vídeo e Cia (2016)

Apesar de não haver consenso entre os entusiastas de áudio, muitos consideram que *bookshelves* e monitores de áudios são equivalentes em definições de qualidade de áudio. O que as diferenciam é o direcionamento que ganham no mercado, uma é voltada ao uso profissional e a outra para áudio residencial.

1.1 Justificativa

A WaveOne enxerga uma oportunidade no mercado brasileiro, e reconhece a ausência de um produto voltado para pessoas que têm uma relação profissional com o áudio em seu catálogo. Um monitor de áudio é um equipamento que, justamente por ser compacto, se torna a escolha assertiva para esse público-alvo e o contexto em que serão inseridos: suas casas.

Nas últimas décadas, observou-se uma tendência no aumento de moradias de tamanho reduzido, como apartamentos, lofts, estúdios e unidades habitacionais compactas no Brasil. De acordo com a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), o tamanho médio das casas financiadas no Brasil é de 66 m². Os dados do Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação ou Administração de Imóveis Residenciais (Secovi-SP) a respeito da cidade de São Paulo afirmam que, em 2022, 75% dos imóveis lançados na capital tinham até 45 m².

Em uma matéria do UOL que aborda o streaming no Brasil, cita-se dados da Sherlock Communications que afirma que no país, aproximadamente 80% das pessoas ouvem música diariamente, 49% consome entre duas e quatro horas de conteúdo todos os dias, sendo eles principalmente séries e filmes.

Outro fenômeno importante de pontuar: a adoção expressiva do trabalho remoto a partir da pandemia do COVID-19. Segundo o IBGE, há 9,5 milhões de pessoas que exercem seu trabalho remotamente, e estudos indicam que aproximadamente 20,5 milhões de brasileiros com ensino superior poderiam desempenhar suas atividades remotamente (SILVA et al., 2023). O mercado de vendas de produtos e equipamentos para *home office* no país, conseqüentemente está em crescimento, podendo atingir uma receita prevista de 754 milhões de dólares em 2025, além da previsão de que terá um crescimento anual de 4,7% até 2029. É possível notar também que o trabalho remoto gera desafios, como os espaços reduzidos dos lares brasileiros, questões de ergonomia e tecnologia (RBMT, 2023), reforçando a necessidade de uma solução compacta.

Atualmente, outro mercado que está em crescimento é o de audiovisual e produção de conteúdo. De 2017 a 2020, o setor criativo brasileiro registrou um crescimento de 11,7 % no número de empregos, sendo 37,5 % concentrados na área de tecnologia e 9,1 % em mídia (AGÊNCIA BRASIL, 2022). Outro dado relevante para este projeto diz respeito ao crescimento do mercado de equipamentos para

home studios. Segundo a consultoria Future Market Insights (2023), esse segmento deverá ultrapassar a marca de 12 bilhões de dólares em faturamento global até 2032, impulsionado pela popularização da produção musical independente, podcasts, *streaming* e criação de conteúdo digital em ambientes domésticos. Esse contexto evidencia um mercado enorme em ascensão que pode se beneficiar com monitores de áudio compactos, com qualidade técnica apropriada ao uso profissional e design adaptado a espaços limitados.

Por fim, é essencial desenvolver um alto-falante compacto, com qualidade profissional, que atenda às demandas ergonômicas e acústicas de ambientes residenciais pequenos e setups de *home office/home studio*, o projeto visa responder a uma necessidade contemporânea, aliando qualidade sonora, adequação a espaços reduzidos e identidade de marca.

1.2 Objetivos

Perante a justificativa apresentada delineou-se os objetivos gerais e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um alto-falante voltado ao uso residencial direcionado para o mercado de profissionais.

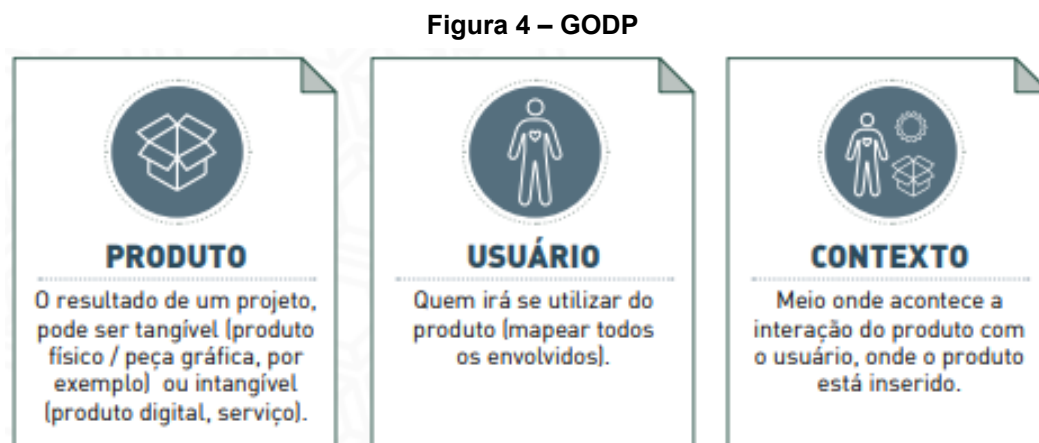
1.2.2 Objetivos específicos

- Conhecer as tecnologias de alta fidelidade para adaptar o produto a uma versão mais econômica;
- Estudar os parâmetros necessários para a construção de um sistema de som de alta fidelidade;
- Desenvolver um gabinete para os alto-falantes;
- Entender as condições de uso para definir as funções de equalização;
- Determinar a escolha de *tweeters* e *woofers* mais compatíveis com o sistema.

1.3 Metodologia

O percurso metodológico escolhido para o desenvolvimento desse projeto foi o Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP), um método de design centrado no usuário. Este guia é uma junção de diversos outros métodos que foram rearranjados. A GODP trabalha com fases bem definidas, com a ajuda de muitos auxílios e representações visuais e as etapas são bem descritas em português.

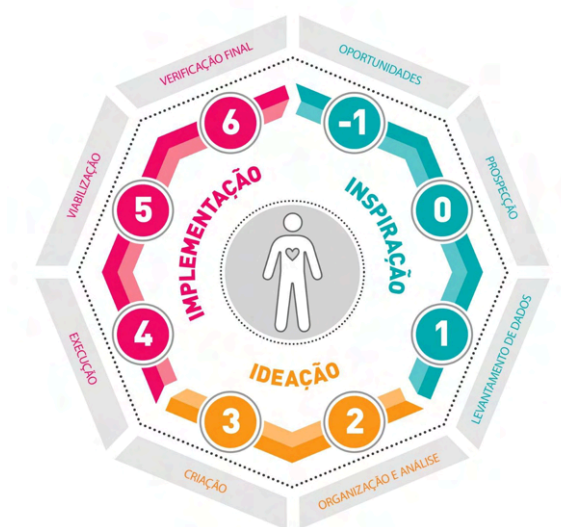
O guia inicia-se com os blocos de referências (figura 4), sendo eles: produto, usuário e contexto. O produto é o resultado de todo o esforço do projeto, podendo ser material como uma peça gráfica ou um objeto que vai ser fabricado na indústria, e também pode ser um serviço ou um material digital. Usuário é aquele que vai utilizar e adquirir o produto, neste caso, todos os envolvidos devem ser localizados. Por último, o contexto: onde ocorre interação entre os dois últimos, o meio em que o produto está posto.



Fonte: Merino (2016)

Após a definição dos blocos, chega-se o momento de começar a desenvolver o projeto. O guia é um método caracterizado por oito etapas separadas em três momentos que estão expressos na figura 5: inspiração, ideação e implementação.

Figura 5 – GDP



Fonte: Merino (2016)

1.4 Planejamento

1.4.1 Blocos de Referências

Os seguintes blocos de referências foram estipulados para esse projeto:

- Produto: alto-falante tipo monitor de áudio multimídia;
- Usuário: profissional ou entusiasta de áudio;
- Contexto: casas com ambientes reduzidos.

1.4.2 Inspiração

O guia estipula três etapas para a inspiração: -1 oportunidade, que são as oportunidades de mercado, 0 prospecção para reconhecer demandas ou as problemáticas norteadoras do projeto e, por último, a etapa 1: levantamento de dados, que é fundamental para avaliar o produto, definir um tema e coletar informações importantes. que é referente a produzir um estudo aprofundado do tema e coletar dados relevantes de fontes diversas. Para esta etapa, o guia faz algumas sugestões do que fazer: visitas a campo, levantar material bibliográfico, estudo e escolha de técnicas analíticas, identificar normas e procedimentos da organização e dos demais envolvidos, estudos de mercado, levantamento antropométrico.

1.4.3 Ideação

O segundo momento é a ideação, que possui duas etapas. Na segunda etapa do GODP, os dados anteriormente coletados são organizados e analisados, para definir as estratégias do projeto, selecionando informações mais relevantes, aplicando técnicas e ferramentas (análise funcional, estrutural, semântica etc.), definição de requisitos e revisão do planejamento. Na terceira etapa, ainda dentro do momento de ideação, dá-se vida às alternativas e protótipos iniciais, tendo definido os conceitos gerais do projeto. Para essa etapa também é interessante o uso de ferramentas que ajudam a determinar as alternativas que estão mais de acordo com as especificações do projeto. Conforme o que Merino (2016) evidencia no guia, nesta etapa deve ser feito: definição de conceito, geração de ideias, criação de alternativas e protótipos, seleção de propostas, refinamento e a apresentação da proposta.

1.4.4 Implementação

Este é o momento final do projeto, período necessário para voltar ao concreto e analisar as condições materiais do projeto. A implementação tem também três etapas: na 4ª etapa, de execução, são realizados os protótipos volumétricos ou modelos matemáticos, para que, na etapa seguinte, sejam desenvolvidos os protótipos funcionais, que serão submetidos a testes de usabilidade. Na etapa cinco, os protótipos são testados em usuários e em contextos reais, podem ser feitas pesquisas com potenciais consumidores. Nessa etapa também pode ser vantajoso fazer o uso de ferramentas de avaliação ergonômica, de usabilidade e qualidade. A verificação constitui a 6ª e última etapa: é o momento de ajustar todos os pontos e conferir se o projeto está de acordo com os princípios do bom design, considerando o ciclo de vida, os impactos ambientais, sociais e econômicos, além de determinar valores referentes à pós-produção.

2 INSPIRAÇÃO

2.1 Oportunidades

A principal oportunidade deste projeto reside na possibilidade de preencher uma lacuna estratégica no portfólio da empresa parceira, a WaveOne, que até então não contava com monitores de áudio em sua linha de produtos. O crescimento de ambientes residenciais compactos, como mostra o levantamento do Secovi-SP (2022), em que 75% dos imóveis lançados em São Paulo possuíam até 45 m², evidencia a mudança nos padrões de moradia e, conseqüentemente, nas demandas por equipamentos eletrônicos mais eficientes e com menor ocupação de espaço. Nesse cenário, surge uma oportunidade relevante para a criação de um monitor de áudio compacto com desempenho profissional, atendendo tanto os entusiastas, profissionais da música, do audiovisual como trabalhadores *home office*. Além disso, ao desenvolver um produto de entrada com alto valor percebido, a WaveOne amplia seu público-alvo e fortalece seu posicionamento como marca de referência em áudio de qualidade, contribuindo para a diversificação da linha e fidelização de novos consumidores.

2.2 Prospecção

Nesta etapa, a pesquisa realizada, baseada nas leituras que formaram o referencial teórico, foi crucial. A partir dessas investigações, foi possível identificar a principal questão a ser abordada no projeto, a qual, por sua vez, orientará a definição dos objetivos gerais e específicos.

Nesta etapa são descritos alguns tópicos importantes estudados que servem de embasamento para o projeto.

2.3 Casas compactas

Como mencionado anteriormente, mais da metade dos brasileiros vivem em casas de até 66 m². Os dados a seguir, sobre a cidade de São Paulo expressam esse fenômeno. De acordo com o Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação ou Administração de Imóveis Residenciais (Secovi-SP), em 2022, 75% dos imóveis lançados na capital tinham até 45 m². Renan Marra, em uma matéria da Folha indica que em 10 anos, de 2009 a 2019, os apartamentos de um quarto tiveram uma redução de 40% em seu tamanho. Fatores econômicos e socioculturais

são as principais razões da diminuição das moradias. Se por um lado houve uma supervalorização dos imóveis próximos às vias de transporte público (metrô e terminais de ônibus), por outro, as famílias têm também diminuído tendo menos integrantes, o Censo 2020 indica que houve uma diminuição de quase 16% no número de moradores por domicílio, entre 2010 e 2022.

Os dados citados acima sobre redução do tamanho das moradias representam um fenômeno que afeta diretamente a concepção e desenvolvimento de produtos residenciais e eletrodomésticos.

O mundo, atualmente, transforma-se rapidamente, como são exemplo o conceito de família e as relações humanas, as mudanças de casa e os espaços nas cidades cada vez mais reduzidos. A versatilidade é um conceito fundamental no envolvimento doméstico de hoje em dia. [...] Desde objectos que pelo seu desenho permitem executar mais do que uma função sem sofrer nenhuma transformação (multifuncionais), passando por peças que podem mudar de forma e organização conforme as necessidades (mutáveis), ou aqueles que pela correspondência de geometria permitem várias disposições (modulares), ou ainda os que permitem o transporte fácil nas deslocações (móveis). (VASCONCELOS, M. 2009, p. 6)

Casas menores apresentam menos espaços para ter equipamentos, portanto, deve-se considerar também o tamanho, a usabilidade e o contexto de inserção dos aparelhos sonoros.

2.3.1 Moradia e trabalho

Dados obtidos na pesquisa do Instituto Brasileiro de Estatística e Economia (IBGE) de 2022 apontam que 9,5 milhões é o número de trabalhadores que atuam remotamente, e destes, 78% realizam seus trabalhos através de equipamentos de tecnologia da informática e comunicação (TIC). De toda forma, quando se pensa em áudio residencial deve-se incluir esse grupo de pessoas que, para além do entretenimento, trazem suas vidas profissionais para dentro de casa.

Em muitos casos, caixas de som podem ser utilizadas no âmbito profissional para além de serviços relacionados ao audiovisual, como: produção de música, *sound designing*, edição de vídeos e entre outros. De acordo com a reportagem “Como aumentar sua produtividade ouvindo música no trabalho” da Revista Galilleu

de 2016, a música pode contribuir positivamente para que trabalhadores de todas as áreas possam ter mais criatividade, concentração e superar tarefas repetitivas e monótonas de forma mais ágil.

2.4 Home studio

O conceito de *home studio* tem ganhado cada vez mais relevância nas últimas décadas, impulsionado tanto pela democratização dos equipamentos de áudio quanto pela popularização do trabalho remoto em áreas criativas. Um *home studio* é um espaço adaptado dentro de uma residência, geralmente com fins de produção musical, gravação de voz, mixagem, edição de vídeo ou criação de conteúdo multimídia (WHITE, 2010). Com a ampliação do acesso a tecnologias acessíveis, como interfaces de áudio compactas, microfones condensadores de baixo custo e softwares de produção digital (*DAWs*), muitos profissionais e entusiastas passaram a investir em ambientes próprios para suas atividades criativas.

Equipamentos básicos de um *home studio* costumam incluir: uma interface de áudio, um ou mais monitores de referência, fones de ouvido, microfones, um computador com *software* adequado (como Reaper, Ableton, Pro Tools ou FL Studio), além de suportes, cabos e superfícies de trabalho adequadas (HUBER; RUNSTEIN, 2017). Em setups mais completos, pode haver controladores MIDI, pré-amplificadores externos, racks e condicionadores de energia.

O crescimento do mercado de *home studios* é notável. De acordo com a revista americana *Rolling Stone* (2020), houve um aumento expressivo na busca por equipamentos de áudio domésticos nos anos pós-pandemia, com fabricantes como Focusrite e PreSonus relatando crescimento de vendas acima de 50% nesse segmento. No Brasil, dados da *ProShows* e de revendas especializadas indicam que o consumo de monitores de referência e interfaces de áudio mais que dobrou entre 2019 e 2022.

Além da escolha dos equipamentos, é importante notar a qualidade acústica do ambiente. Ambientes residenciais, geralmente compactos, quadrados e com superfícies rígidas, tendem a gerar reflexões, reverberações e cancelamentos de fase que interferem negativamente na monitoração sonora (EVEREST; POHLMANN, 2009). Por isso, o tratamento acústico, mesmo que em pequena escala, como com o

uso de painéis absorventes de espuma ou lã de rocha, melhora muito a compreensão do áudio.

O tratamento acústico é diferente do isolamento acústico. Enquanto o primeiro busca melhorar a resposta sonora interna do ambiente, o segundo tem como objetivo impedir a passagem de som para fora ou para dentro do cômodo, o que exige soluções construtivas mais complexas (como paredes duplas, mantas, portas vedadas e janelas acústicas).

Os *home studios* representam uma interseção entre acessibilidade tecnológica e adaptação espacial. Eles vêm se consolidando como uma solução prática e eficiente para profissionais do áudio, criadores de conteúdo e músicos independentes que precisam de autonomia e qualidade técnica sem depender de estúdios comerciais.

2.5 Parâmetros de desempenho para áudio de alta fidelidade

No contexto de aplicações profissionais, como em *home studios*, mixagem e masterização, a reprodução sonora deve atender a requisitos técnicos para assegurar precisão, confiabilidade e fidelidade ao conteúdo original. Para esse fim, o sistema de áudio precisa apresentar características expressas e mensuráveis, que vão desde parâmetros sensoriais até especificações técnicas objetivas.

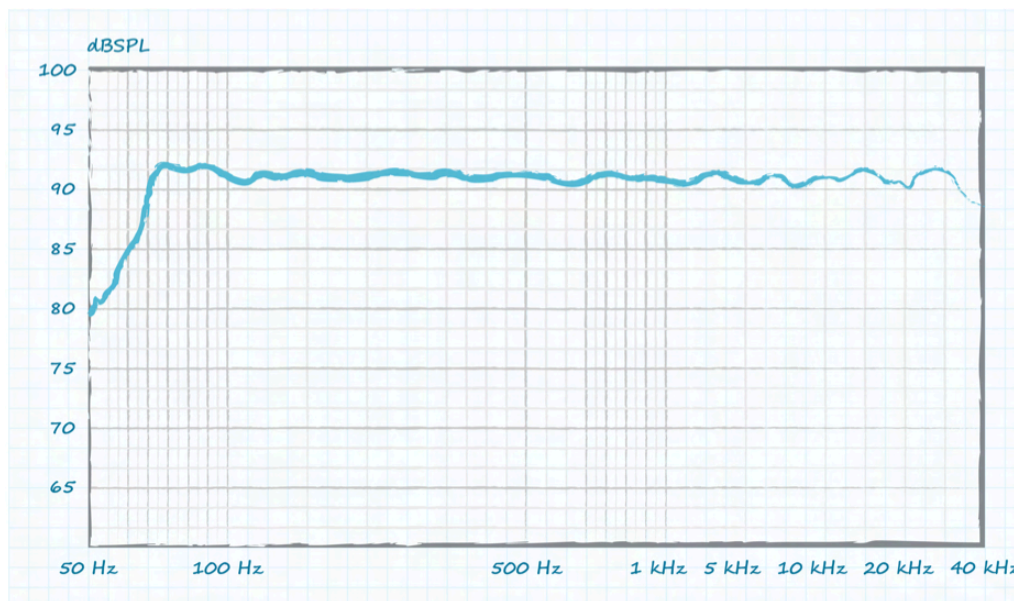
No campo sensorial, destaca-se a importância de ruídos e distorções reduzidos ao mínimo, além de um palco sonoro coeso, com espacialidade adequada, separação precisa entre instrumentos e reprodução equilibrada de graves, médios e agudos. Entre esses aspectos, a equalização *flat* é considerada fundamental para assegurar uma resposta de frequência neutra, evitando colorações indesejadas no som reproduzido.

Tecnicamente, a equalização *flat* é avaliada por meio da medição da resposta de frequência do sistema em ambiente controlado, utilizando microfones de referência e analisadores em tempo real. A meta é que as variações na resposta se mantenham dentro de ± 3 dB em toda a faixa audível (20 Hz a 20 kHz). Na tabela 1, é apresentado um gráfico com um exemplo ideal do que seria uma reprodução *flat*, garantindo reprodução fiel ao sinal original.

Além disso, parâmetros como faixa de resposta de frequência (20 Hz – 20 kHz), nível de pressão sonora (SPL), ampla faixa dinâmica, distorção harmônica

total (THD) reduzida e sensibilidade compatível com a potência disponível são igualmente essenciais para garantir desempenho consistente e alinhado aos princípios da alta fidelidade.

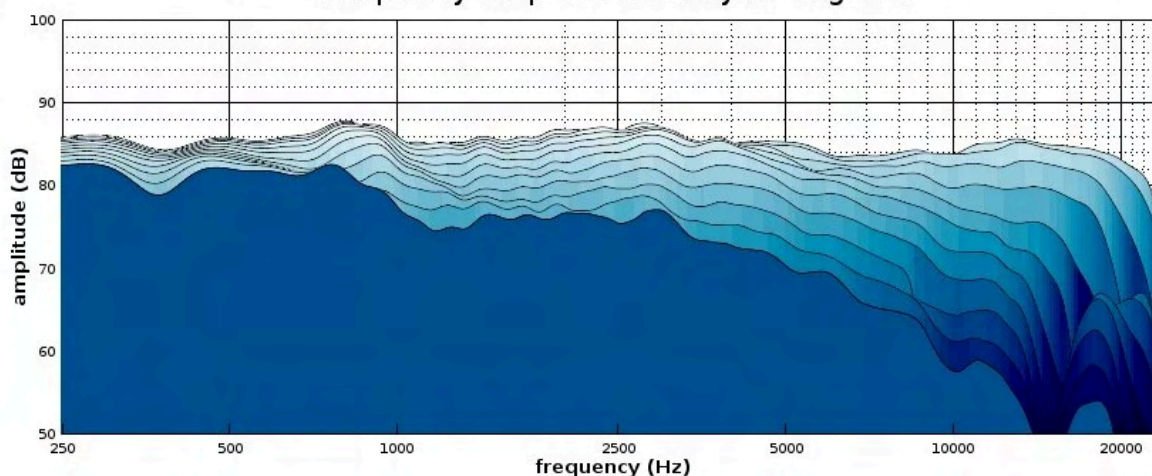
Tabela 1 – Exemplo de curva de resposta de frequência



Fonte: Smoot (2025)

Outro fator determinante é o ângulo de dispersão, que descreve a amplitude com que o som é propagado horizontal e verticalmente. Esse parâmetro é obtido por medições polares, representando o nível de pressão sonora (SPL) em diferentes ângulos a partir do eixo central do transdutor. Uma dispersão bem projetada assegura cobertura uniforme da área de escuta, minimizando zonas de sombra acústica e mantendo a coerência tonal mesmo fora do eixo. As frequências altas (10.000 a 20.000 Hz) são as mais impactadas pela dispersão. É de suma importância considerar esse fenômeno no desenvolvimento de um alto-falante principalmente no que diz respeito aos *tweeters*, e que também nos guia ao próximo tópico: posicionamento das caixas. A tabela 2 mostra como o ângulo de posição do ouvinte em relação à caixa altera a percepção sonora. Cada faixa do gráfico representa uma medição de som gravada a cada 10 graus de desvio do alto-falante.

Tabela 2 – Dispersão sonora
Frequency Response at Every 10-degrees



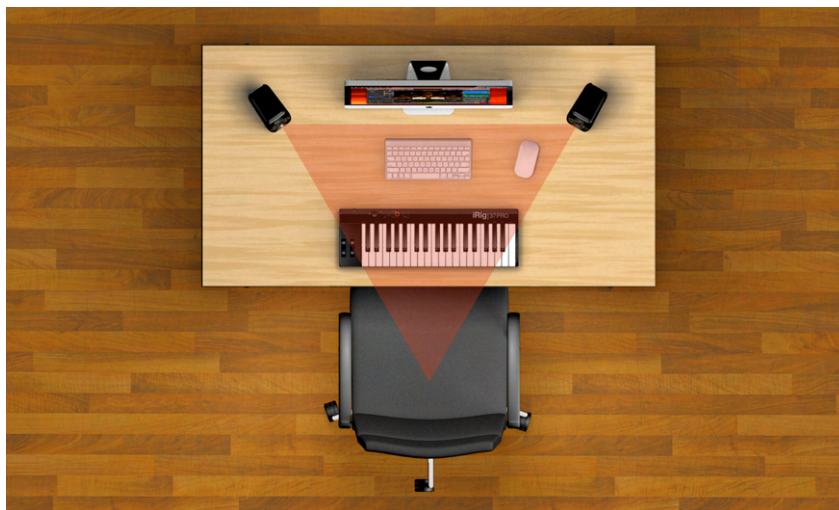
Fonte: Larson (2019)

2.6 Posicionamento das caixas

Para obter a melhor experiência de áudio com um sistema estéreo é indispensável que o par de caixas de som seja posicionado corretamente. Como este projeto visa o desenvolvimento de alto-falantes próprios para ambientes reduzidos haverá funções de equalização do som para compensar determinadas circunstâncias.

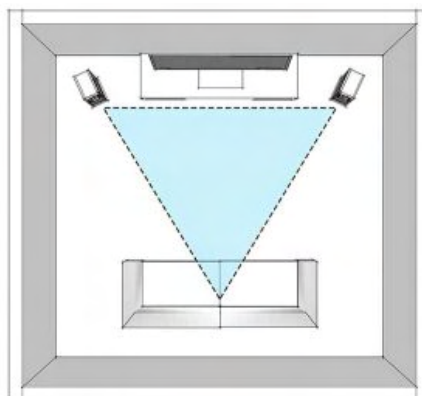
Segundo o Blog TopProdutor, que fez uma matéria sobre como melhorar a acústica do seu *home studio*, é importante que se forme um triângulo equilátero entre a posição de audição e os alto-falantes, figura 6 e 7, pois é o local onde há maior balanço tonal e equilíbrio de frequências. Este ponto ideal é comumente referido como “*Sweet Spot*”. É muito importante que os alto-falantes não estejam paralelos entre si, precisam estar posicionados com uma inclinação para o centro, como se estivessem apontados para os ouvidos.

Figura 6 – Posicionamento das caixas de som em mesas



Fonte: Juliato (2017)

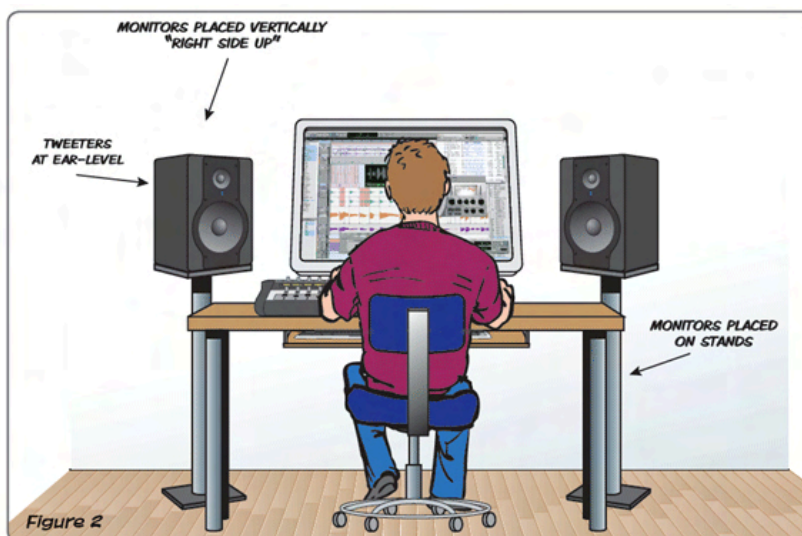
Figura 7– Posicionamento das caixas de som na sala



Fonte: Revista HomeTheater e Casa Digital, 2024

É pertinente que o sistema de som se encontre no centro entre as paredes laterais, direita e esquerda, sendo necessário um afastamento de aproximadamente 30 centímetros da parede de fundo, uma distância mínima para que não ocorra o reforço de frequências graves, como mostrado nas figuras 8 e 9.

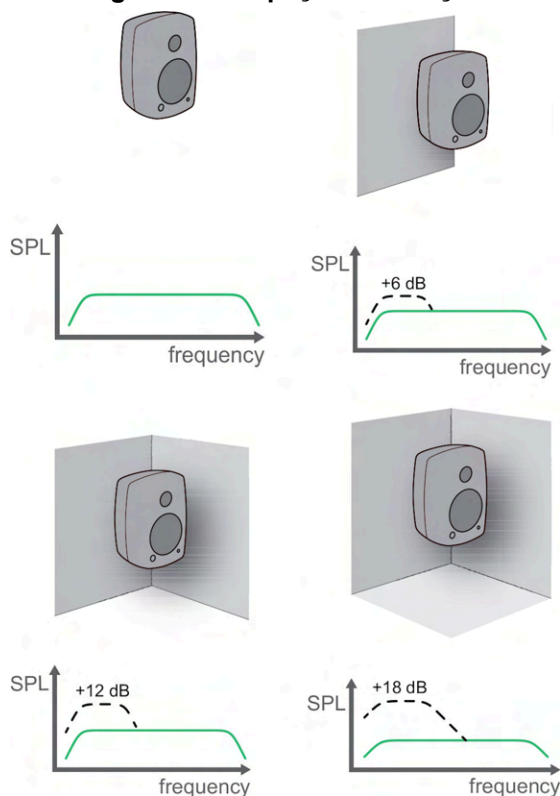
Figura 8 e 9 – Posicionamento das caixas de som no ambiente



Fonte: Juliato (2017)

Na figura 10, é mostrado, em quatro situações, como a reflexão das ondas sonoras graves afeta a equalização do som, isso ocorre quando o alto-falante está próximo a paredes, cantos ou quinas, quanto mais números de paredes tem para refletir o som, a tendência é que as frequências graves sejam reforçadas.

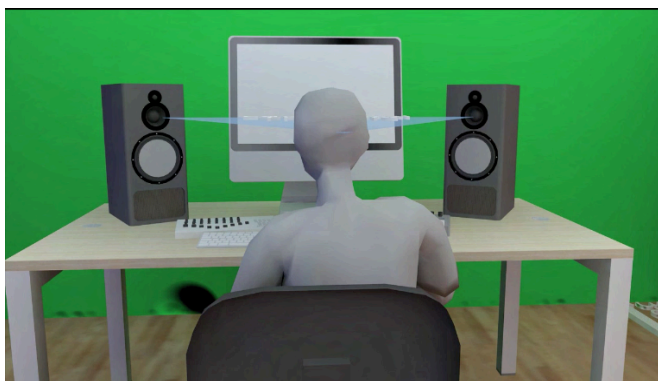
Figura 10 – Espaço de radiação



Fonte: Genelec (2025)

A altura dos *tweeters* deve ser nivelada em relação aos ouvidos, de acordo com a figura 11, e a fabricante de alto-falantes Genelec adverte: “Para o uso convencional de reprodução estéreo e multicanal, não posicione os monitores tão alto que seja necessário mais do que 15 graus de angulação vertical”, Genelec (2025).

Figura 11 – Altura correta dos tweeters



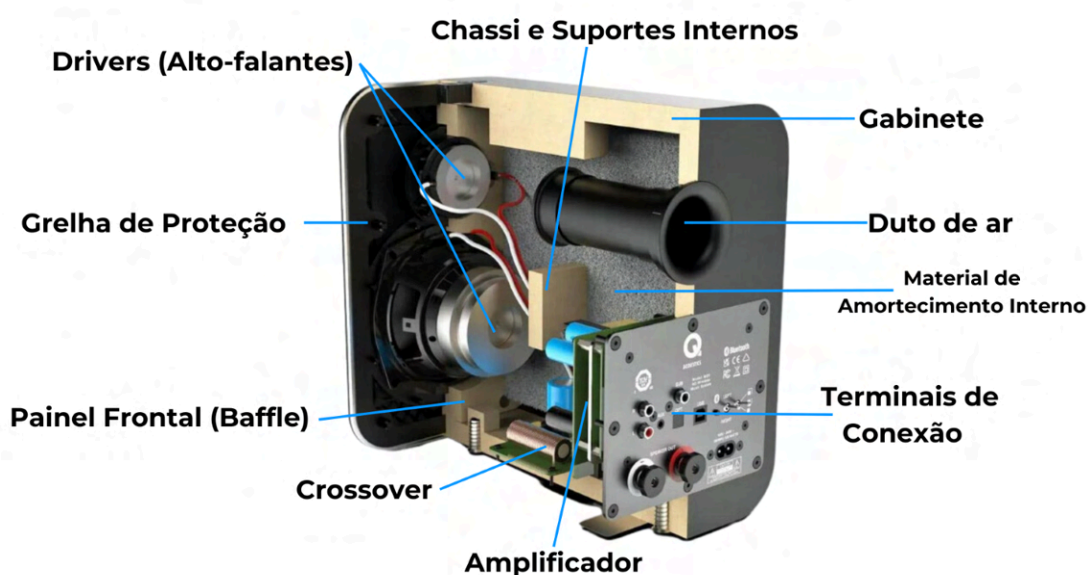
Fonte: Juliato (2017)

2.7 Construção de caixas acústicas

Esse tópico é de grande importância para o desenvolvimento do projeto, pois, a partir dele, obteve-se o conhecimento necessário para produzir um alto-falante. As informações foram adquiridas através de principalmente dois livros: “*Loudspeaker Modeling and Design: A Practical Introduction*” de Geof Hill, e “*Loudspeaker Design Cookbook*”, sétima edição de Vance Dickason. São livros feitos para estudantes, técnicos, engenheiros e entusiastas, contribuindo para se ter uma visão mais aprofundada do tema. Os tópicos do livro mais relevantes para o projeto são os que apresentam um guia prático para construção de alto-falantes: escolha dos *drivers*, desenvolvimento de gabinetes e a definição das especificações técnicas.

2.7.1 Componentes de uma caixa de som

Figura 12 – Interior de um sistema de som



Fonte: AUDIO TEAM (2021)

- Gabinete é a estrutura física que abriga todos os componentes internos. Sua construção tem uma importância significativa na acústica do sistema. Os principais tipos de gabinetes são: fechado (ou selado), *bass reflex* (com duto), ou selado com auxílio de radiadores passivos entre outros.

- *Drivers* (alto-falantes), em um sistema de duas vias são divididos entre: *woofers* responsáveis por frequências médias graves e o *tweeter* que reproduz as altas frequências, em sistemas mais complexos, por exemplo, de três ou quatro vias pode-se contar com a presença de um *mid-range* (frequências médias) e/ou um *subwoofer*, falante dedicado a frequências graves.
- *Crossover* recebe o sinal de áudio pré-amplificador do amplificador e divide o circuito em faixas de frequência adequadas para cada *driver*, ele determina qual faixa de frequência que o *tweeter* e o *woofer* vão reproduzir.
- Amplificador é um componente que em alguns casos pode ser localizado fora do alto-falante, sendo um sistema completamente independente, nesse caso são chamados de sistemas passivos, no caso desse projeto será feito um sistema ativo, onde um amplificador de Classe D é integrado junto ao sistema. A função desse componente é aumentar o sinal de áudio para que ele possa mover os *drivers*. A potência do amplificador determina a capacidade de volume (dB) e a clareza em volumes altos.
- Chassi e suportes internos é a estrutura interna do gabinete, serve tanto para o suporte dos *drivers*, *crossover* e outros componentes como para reduzir vibrações indesejadas evitando ressonâncias que afetam o som.
- O material de amortecimento interno é composto por espuma acústica: fibra de poliéster e lã de vidro. Esse material ajuda a evitar ressonância dentro do gabinete e ondas estacionárias. Melhora a resposta dos graves ajuda o sistema a reproduzir um som mais limpo.
- Terminais de conexão: é onde se conecta o aparelho a uma fonte de áudio externa, existem diferentes tipos de conexões e cada uma vai servir para uma utilidade.

- Painel frontal (*Baffle*) é a superfície do gabinete onde serão montados os *drivers*, o formato do *baffle* e a disposição dos *drivers* afetam a dispersão do som, principalmente o *tweeter*.
- Grelha de proteção (*Grade*) serve para proteger os *drivers* de impactos e poeira, seu Design pode ser acústico para minimizar qualquer impacto na qualidade do som.
- Material de amortecimento interno: isola as ondas sonoras do interior do equipamento e evita que ondas sejam refletidas nas paredes do gabinete.

2.7.2 Amplificador

Segundo o artigo Class D Audio Amplifier, do autor Eric Gaalaas, o objetivo dos amplificadores é reproduzir sinais de áudio de entrada em elementos de saída que produzem som, com o volume e níveis de potência desejados de forma fiel. Em sistemas analógicos o sinal é amplificado ao se colocar transistores em paralelo, que amplificam o sinal e fazem uma cópia aumentada, já nos Amplificadores Classe D o sinal analógico é convertido em digital com a técnica de modulação onde o sinal de áudio é convertido em uma série de pulsos rápidos, com valores altos e baixos que correspondem aos valores do sinal original. Esse sistema digital é uma opção muito eficiente e a escolha desse tipo de tecnologia permite um sistema mais compacto e com custos mais baixos. Esses amplificadores podem incluir processadores de sinal digital (DSP), que permite a criação de funções de equalização.

2.7.3 Construção do gabinete

Para além da função primária do gabinete de armazenar e suportar todos os outros componentes, ele também faz o controle de ressonância e otimização do som emitido pelos *drivers*. Formatos diferentes aos retangulares tradicionais, podem causar ondas estacionárias que criam variações de amplitudes na reprodução do áudio dos *drivers*. Entretanto no livro Loudspeaker Design Cookbook de Vance Dickason ele traz um contraponto importante:

The response with the enclosure filled with sound absorbing material has substantially less amplitude deviation than the empty enclosure. Because the 5.42 SEALED T. LINE VENTED UNBAFFLED inclusion of this type of material is so effective in damping standing-wave modes, any other considerations such as box shape and dimension ratios tend to be secondary. This applies especially to closed box designs which often use 100% fill with damping material. Vented boxes seldom have any greater than 50% fill so are somewhat more affected by box modes. (Dickason, 2006, p. 113).

Dickason (2006) reforça que o uso de materiais de amortecimento interno é tão eficiente que outros fatores como tamanho do gabinete e formatos se tornam secundários, isso principalmente para gabinetes selados.

Outra observação importante proposta por Dickason é que muitas vezes as companhias que criam e produzem as caixas de som esquecem que estão projetando uma mobília que vai residir na casa de alguém. Para além de todas as decisões técnicas que devem ser tomadas para o desenvolvimento dos aparelhos de som, também devem ser acertadas as decisões estéticas, volumétricas, algo que corresponda a moradia do público alvo.

Existem diversos tipos de gabinetes acústicos e suas características definem a finalidade de cada tipo. Gabinetes selados são recomendados para ambientes menores, suas respostas de graves são controladas e geram menos distorções. Os gabinetes *bass reflex* (gabinete com porta ou duto) são projetados para terem um reforço nas frequências graves, apesar de serem bons para lugares fechados, como espaços domésticos, não são recomendados para ambientes tão pequenos pois a saída do duto deve ser mantida a uma distância ideal das paredes laterais. Há uma forma de gabinete que junta as propriedades dos dois modelos citados, os gabinetes com radiadores passivos: esses possuem características do tipo selado, ou seja, tendo menos distorções e graves controlados, ainda que também possuem o benefício do reforço dos graves, esse tipo de gabinete aceita ser posicionado em cômodos mais reduzidos, próximos a paredes e permite que sistema de sons menores sejam beneficiados com uma resposta de frequência mais ampla nas frequências baixas.

Os materiais mais comuns para se fazer os gabinetes de caixas acústicas são principalmente o MDF, polímero e metal, cada um desses materiais tem suas vantagens e desvantagens. O MDF com certeza é o material escolhido para a

maioria dos alto-falantes mais elaborados, em sistemas maiores o material tem um impacto positivo na ressonância. A maioria das caixas de som mais populares são feitas em polímeros por ser um material que facilita a produção em larga escala, a depender da espessura do gabinete pode haver problemas de ressonância, mas se o modelo tiver uma espessura adequada, o polímero pode sim gerar sistemas de boa qualidade. Os gabinetes de metais são utilizados em caixas de som com designs mais modernos e pode ser usado como forma de aumentar a percepção de valor sobre o produto, se bem desenvolvido, não terá problemas com a acústica, ainda mais em sistemas compactos.

É muito importante que internamente todo o gabinete seja forrado com algum material que absorva o som, principalmente em gabinetes selados, eles evitam a formação de ondas estacionárias, que poderiam causar reverberações ou variações no desempenho dos *drivers*, eles funcionam como um amortecedor para ondas sonoras.

O modelo disponibilizado pela WaveOne possui uma construção semelhante a um monitor de áudio mais simples, representado nas figuras 13 e 14.

Figuras 13 e 14 – Modelo de caixa estéreo da WaveOne



Fonte: Elaboração própria (2024)

É possível observar neste modelo a estrutura dividida em 2 moldes separados, o fundo e a parte frontal, figura 15. A fixação deles é feita com parafusos, há a possibilidade de a fixação frontal ser feita por *snap fit*, um tipo de encaixe integrado diretamente no molde de plástico, ou por encaixe, como no exemplo seguinte na figura 16. Esses processos evitam que os parafusos fiquem aparentes na frente.

Figura 15 – Modelo de caixa estéreo da WaveOne (*baffle* frontal)



Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 16 – Modelo de tela de proteção Iloud



Fonte: IP Audio (2025)

3 IDEIAÇÃO

3.1 Organização e análise dos dados

Nesta fase do projeto, foi realizada a organização e análise dos dados coletados durante as etapas anteriores, com o objetivo de embasar a definição das estratégias projetuais. Foi realizada uma análise paramétrica de diversos produtos. Em seguida, foi feita uma análise mais detalhada de quatro produtos que mais se assemelham ao produto proposto, a fim de compreender melhor as especificações técnicas.

A fim de selecionar e hierarquizar as informações mais relevantes sobre a WaveOne, foram utilizadas ferramentas de análise estética da marca, que permitiram identificar características, oportunidades e necessidades dos padrões estéticos.

Para fundamentar a definição das diretrizes e requisitos de funcionalidade, foram aplicadas uma análise funcional e as perguntas guias que auxiliam nas definições do sistema.

Como resultado desta etapa, foi elaborada uma lista de requisitos de projeto contendo diretrizes funcionais, ergonômicas, formais, materiais e produtivas, que guiaram as etapas seguintes do desenvolvimento.

3.1.1 Análise de mercado

A análise de mercado consiste na investigação estruturada de produtos e soluções já disponíveis, com o objetivo de compreender o cenário competitivo, identificar tendências e reconhecer possíveis oportunidades de inovação. Para este estudo, a pesquisa foi realizada a partir de levantamentos em catálogos especializados, sites de fabricantes e revendedores, abrangendo tanto modelos disponíveis no mercado nacional quanto opções internacionais.

As informações completas obtidas nesta etapa encontram-se no Apêndice A. Durante o levantamento, foi possível identificar características recorrentes e aspectos que se destacam em determinados modelos, apontando possíveis direcionamentos para o desenvolvimento do projeto. A análise detalhada dessas observações e tendências será apresentada na seção específica dedicada ao estudo dos dados coletados, no capítulo 3.1.8.

Com base nesses resultados, a etapa seguinte consistiu na análise de parâmetros de produtos com características mais próximas ao escopo do projeto, permitindo uma comparação técnica mais precisa e fundamentada.

3.1.2 Análise de especificações

Para a análise das especificações foram escolhidos três modelos que estão mais relacionados ao objetivo final do produto: alto-falantes com tamanhos compactos e preços aproximados ao valor esperado para o produto. Nas tabelas 3, 4 e 5 estão representadas essas pesquisas:

Tabela 3 – Análise técnica Adam Audio DV3



	Especificações	Descrição	Unidade de medida	Valor
	• Resposta de frequência	• Espectro de frequência que o sistema reproduz	• Hz	• (± 3 dB) 48 – 22,6 kHz
	• Sensibilidade	• Mede a eficiência que energia elétrica se converte em acústica	• dB/W/m	• ----
	• Impedância	• Resistência elétrica de uma caixa de som	• Ohms (Ω)	• 47 kOhm
	• Máximo de SPL	• Nível máximo de pressão sonora a um metro de distância	• dB SPL	• 98 dB SPL
	• Potência	• Máxima potência contínua	• Watts (W)	• 60 W MAX
	• Distorsão (THD)	• Total de distorção harmônica	• %	• ----
	• Frequência do crossover	• Frequência onde a atuação dos Drivers é separada	• Hz	• 4,0 kHz
	• Ângulo de dispersão	• Cobertura do ângulo da projeção do som	• Graus/Hz	• ----
	• Conexões	• Tipos de entradas e conexões entre os pares	• ----	• USB-C, TRS
	• Tipo de gabinete	• ----	• ----	• Selado com radiador passivo

Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 4 – Análise técnica GENELEC 8010D



	Especificações	Descrição	Unidade de medida	Valor
	• Resposta de frequência	• Espectro de frequência que o sistema reproduz	• Hz	• ($\pm 2,5$ dB) 74 Hz – 20 kHz
	• Sensibilidade	• Mede a eficiência que energia elétrica se converte em acústica	• dB/W/m	• ----
	• Impedância	• Resistência elétrica de uma caixa de som	• Ohms (Ω)	• ----
	• Máximo de SPL	• Nível máximo de pressão sonora a um metro de distância	• dB SPL	• 105 dB SPL
	• Potência	• Máxima potência contínua	• Watts (W)	• 30 W
	• Distorção (THD)	• Total de distorção harmônica	• %	• 70..400 Hz ± 3 % • > 400 Hz $\pm 0,5$ %
	• Frequência do crossover	• Frequência onde a atuação dos Drivers é separada	• Hz	• 3000 Hz
	• Ângulo de dispersão	• Cobertura do ângulo da projeção do som	• Graus/Hz	• Tabela xyz
	• Conexões	• Tipos de entradas e conexões entre os pares	• ----	• XLR
	• Tipo de gabinete	• ----	• ----	• Selado

8010A Studio Monitor
The 8010A equates true reference performance and extended frequency response into an extremely compact design.

Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 5 – Análise técnica Iloud Micro Monitor



	Especificações	Descrição	Unidade de medida	Valor
	• Resposta de frequência	• Espectro de frequência que o sistema reproduz	• Hz	• (-10dB) 45Hz – 22kHz
	• Sensibilidade	• Mede a eficiência que energia elétrica se converte em acústica	• dB/W/m	• 4" (4" radiador passivo) e T
	• Impedância	• Resistência elétrica de uma caixa de som	• Ohms (Ω)	• US\$ 299,99
	• Máximo de SPL	• Nível máximo de pressão sonora a um metro de distância	• dB SPL	• 107dB (50cm)
	• Potência	• Máxima potência contínua	• Watts (W)	• 60 W (25W + 25 W)
	• Distorção (THD)	• Total de distorção harmônica	• %	• ----
	• Frequência do crossover	• Frequência onde a atuação dos Drivers é separada	• Hz	• 3kHz
	• Ângulo de dispersão	• Cobertura do ângulo da projeção do som	• Graus/Hz	• Tabela xyz
	• Conexões	• Tipos de entradas e conexões entre os pares	• ----	• RCA, P2 e Bluetooth
	• Tipo de gabinete	• ----	• ----	• Dutada (frente)

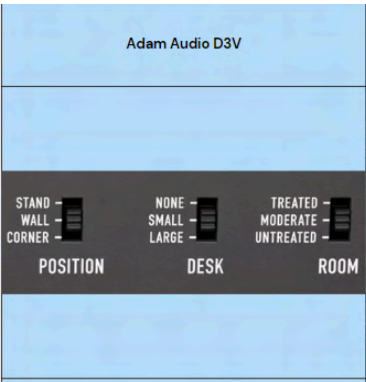



IK Multimedia - iLoud Micro Monitor
iLoud Micro Monitor is the smallest studio reference monitor in the world.
ikmultimedia.com

Fonte: Elaboração própria (2024)

3.1.3 Análise de função de equalização (produtos similares)

Ao analisarmos as funções disponíveis nos produtos similares, tabela 6, percebe-se que as funções, em geral, alteram as frequências graves e agudas, cada comando é pré-programado para reproduzir uma equalização determinada. Um sistema simples de equalização de graves médios e agudos já seria o suficiente para fazer os mesmos tipos de equalizações manualmente. Para esta análise foi incluído também o produto R1000T4 da Edifier.

Tabela 6 – Análise de função de equalização

Adam Audio D3V	GENELEC 8010D	IK llood Micro Monitors	Edifier R1000T4
			
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptação do DSP para o tamanho do quarto • Position: 0dB, -3dB, -6dB • Desk: 0dB, -3dB / -2dB, -6dB / -4dB • Room: 0dB, -1.5dB, -3dB 	<ul style="list-style-type: none"> • Desktop control (cuts 4dB at 200Hz) • Bass tilt (cuts 2dB) • Bass tilt (cuts 4dB) 	<ul style="list-style-type: none"> • High shelf (0dB or +2dB from 4kHz up) • Low shelf (0dB or -3dB from 250Hz down) • Desktop (+3.5dB between 1kHz and 10kHz and -1dB below 400Hz) 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de equalização dos graves

Fonte: Elaboração própria (2024)

3.1.4 Análise estrutural

1. Entrada de sinal e painel de conexões

A entrada de sinal, comumente chamada *Input*, recebe o áudio vindo de uma fonte externa. O tipo de entrada vai determinar como será feita a conexão e com quais dispositivos o aparelho se conectará, que neste projeto serão: computador, interface de áudio e a conexão *Bluetooth*. Neste caso, como um dos alto-falantes é ativo e o outro passivo, deve ser incluída uma conexão de saída de um par para o outro. Neste componente também estão os controladores das funções de equalização, que são descritos na etapa de processamento de sinal.

2. Pré-amplificação

Sua função é elevar o nível do sinal de entrada para um nível adequado para processamento.

Componentes: Pré-amplificadores e circuitos de ajuste de ganho.

Análise: verificar o controle de ganho e ajustes, que deve permitir amplificar o sinal sem adicionar ruído ou distorção significativa.

3. Processamento de Sinal

Ajuste de características do áudio, como equalização, para obter uma resposta de frequência desejada. Nesse processo serão determinadas funções de controles da equalização para o melhor aproveitamento da experiência de quem a for utilizar, esse tema foi abordado no subcapítulo 3.1.3 Análise de função de equalização (produtos similares).

Componentes: Circuitos de equalização ou DSP (Digital Signal Processor).

Análise: avaliar a capacidade de customização de frequências para adaptar o som ao ambiente. Muitos modelos possuem controle de graves e agudos.

4. Divisor de frequência (*crossover*)

Separar o sinal de áudio em diferentes faixas de frequência, direcionando-as aos *drivers* apropriados (frequências graves para *woofer*, e agudas para *tweeter*, etc.).

5. Amplificação ativa

Aumentar a potência do sinal de entrada, para uma potência adequada de reprodução dos *drivers*. No caso da amplificação ativa o amplificador é embutido no aparelho sonoro.

6. Drivers (*woofer* e *tweeter*)

São os alto-falantes que vão converter o sinal elétrico amplificado em ondas sonoras audíveis. Eles devem ser escolhidos de acordo com as especificações definidas nos requisitos do projeto. São os *woofers* (frequências baixas) e *tweeters* (frequências altas).

7. Caixa acústica (*gabinete*)

É a estrutura que comporta todos os outros componentes além de controlar a dispersão sonora. O gabinete deve ser construído de acordo com as necessidades de especificações dos *drivers*. Além disso, podem ter diversos tipos de construção: selados, com dutos ou aberturas e selados com radiadores passivos de grave.

3.1.5 Análise de Gestalt WaveOne

A análise de Gestalt foi um dos poucos conteúdos fornecidos pela própria empresa parceira, e é mostrado na figura 17.

Figura 17 – Análise Gestalt WaveOne



Análise - Gestalt

Análise Gestalt

Pregnância
Pode-se afirmar que os produtos tendem a espontaneidade de estruturas simples, equilibradas e homogêneas, tais atributos resultam em máximas sensações de harmonia, unificação clareza formal e mínima complicação visual.

Equilíbrio
Apesar de apresentar algumas assimetrias por conta de elementos essenciais, o equilíbrio se apresenta por compensações de forças. Os pesos formais concentram se homogeneamente distribuídos em todos os lados da composição.

Harmonia
Dentro da linha de produtos as formas traduzem exatamente o conceito de harmonia por regularidade. A organização visual encontra-se e, equilíbrio perfeito. Pode-se, inclusive, observar todas as leis de gestalt como: boa continuidade, proximidade, semelhança, fechamento e unificação dos seus elementos.

Coerência
Aqui a coerência formal se expressa adequadamente dentro de outro conceito importante que é o conceito de família ou de linha de produtos semelhantes, é possível perceber claramente configurações muito parecidas, integradas e coerente com uma mesma filosofia de estilo e identidade visual, mesmo com algumas mudanças efetuadas ao longo do tempo.

WaveOne

Fonte: WaveOne (2024)

3.1.6. Análise estética produtos WaveOne

Tabela 7 – Análise estética produtos WaveOne

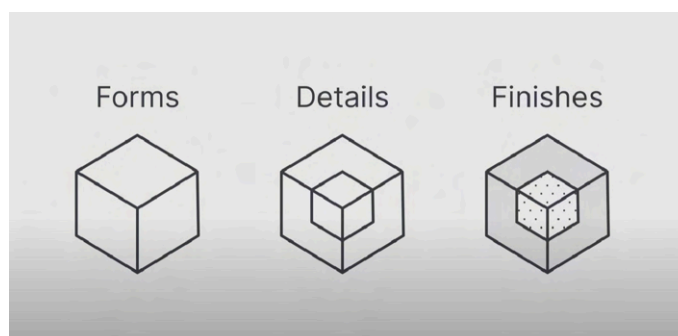
	<p>Formas simples: cilindros, retângulos ou quadrados</p>	<p>Azul na psicologia das cores: lealdade, estabilidade, unidade, confiança, verdade, segurança e tecnologia.</p>	<p>Detalhe circular em azul: tecnologia touch de controlar volume do som</p>
	<p>Grades protetoras em metal</p>	<p>Botões emborrachados, geralmente esféricos</p>	
	<p>Curvas orgânicas e suaves, sensação de continuidade</p>	<p>Logotipo: impresso, com etiqueta ou verniz localizado</p>	

Fonte: Elaboração própria (2024)

3.1.7 Formas, detalhes e acabamentos

O método de separar o produto em formas, detalhes e acabamentos (figura 18) em três blocos diferentes foi apresentado pelo designer industrial Grey Dawdy em seu vídeo “*Industrial Design Trends 2025*” (Tendências de Design Industrial 2025), onde ele analisa três tendências de cada bloco e cria um produto a partir disso. Este método auxilia a definir essas etapas dentro da WaveOne, ajudando a entender a identidade visual da marca e compreender elementos a serem implementados. Esses processos estão exibidos nas figuras 19, 20, 21.

Figura 18 – Formas, detalhes e acabamentos



Fonte: some gray things (2025)

Figura 19 – Formas produtos WaveOne



Fonte: Elaboração própria (2025)

As formas mais comuns nos produtos da WaveOne são simples e básicas como retângulos, quadrados, trapézios e cones. Alguns produtos, principalmente da linha profissional, possuem formas mais orgânicas e contínuas.

Figura 20 – Detalhes produtos WaveOne



Fonte: Elaboração própria (2025)

Os detalhes que mais aparecem nos produtos são as texturas lineares e os botões redondos ou com cantos arredondados embutidos no aparelho (discretos).

Figura 21 – Acabamentos produtos WaveOne



Fonte: Elaboração própria (2025)

Os acabamentos básicos são o preto ou o branco sólido e fosco, podendo contar a logomarca da empresa estampada com *silkscreen*, em verniz localizado ou em alumínio estampado. As caixas de som possuem grades protetoras frontais, em maioria de metal com furos podendo ter textura.

Foi desenvolvida também, uma análise exclusiva voltada a linha profissional, onde foi analisado cada um desses elementos de acordo com os produtos da linha profissional, apresentados na figura 22.

Figura 22 – Formas, detalhes e acabamentos linha Pro WaveOne



Fonte: Elaboração própria (2025)

É importante notar na linha profissional que, além da identidade visual geral da marca apresentada, possui também algumas características próprias que destacam uma linha mais sofisticada: 1) estruturas mais robustas (plástico injetado mais espesso, gabinetes de madeira); 2) detalhes geométricos geralmente radiais; 3) acabamento em madeira e 4) telas de proteção circulares ou quadradas removíveis (fixação por imã).

3.1.8 Análise de Dados

Para analisar os dados obtidos neste capítulo será discutido o quê de importante foi percebido em cada um dos tópicos anteriores.

A análise paramétrica foi fundamental para entender o que já existe no mercado, o que não existe e o que pode ser feito diferente. Primeiramente, percebe-se que a grande maioria dos produtos são sistemas de duas vias (*tweeter* e *woofer*). É interessante pontuar que poucas opções no mercado disponibilizam a opção do *tweeter* de fita que se difere do *tweeter* convencional de domo. Entrando na categoria mais segmentada de monitor de áudio, existe apenas uma opção com esse modelo de alto-falante de frequências altas, modelo esse que não é disponibilizado no Brasil.

Após a análise de mercado foi necessário fazer uma análise mais aprofundada nas especificações técnicas, então foram escolhidos quatro produtos com características próximas ao desejado para o projeto. Essa etapa foi importante para ajudar a definir os requisitos técnicos do projeto, comparando as especificações de bons produtos.

Analisando as funções de equalização do produto, ficou evidente a necessidade de incluir um comando de equalização para diferentes ambientes, as mais importantes são: tamanho do quarto, superfície de apoio para o aparelho, posição do aparelho no cômodo e regulação de graves e agudos.

Na análise de funções pode-se observar alguns dados importantes. Primeiro, identificou-se a necessidade de definir quais tipos de conexões o produto deverá ter, sendo elas: uma entrada de áudio balanceada, entrada compatível com televisores, entrada compatível com *smartphones* e computadores, entrada para interfaces de áudio e, por último, a conexão sem fio *Bluetooth*.

A análise de Gestalt e a análise estética dos produtos da WaveOne auxiliam a compreensão do produto como um todo, ajudando a definir os padrões estéticos da marca para que o produto em desenvolvimento não seja destoante dos demais.

3.1.9 Público-alvo

Antes de definir o público-alvo do produto em desenvolvimento, é necessário compreender o público-alvo já existente da marca WaveOne. Dentro da empresa e, principalmente no que diz respeito a linha profissional, há o legado de ser referência em áudio pelos 30 anos no mercado que a Chiave Distribuidora tem de distribuição na parte de áudio e vídeo. O mercado e os revendedores adquiriram confiança na WaveOne devido a distribuição, a referência de equipamentos importados de alta qualidade e alto valor agregado, ou seja, criou-se um alto parâmetro que a qualidade dos produtos da WaveOne profissional deve equipar-se a eles.

Quem compra WaveOne está procurando segurança, tanto pela garantia de um ano para todos os produtos e suporte técnico nacional quanto pelo histórico da marca. O público consumidor final da WaveOne é composto majoritariamente por homens com mais de 30 anos, bem estruturados financeiramente, construindo família e patrimônio, estilo de vida moderno, costumam viajar, fazer reuniões com amigos e têm a vida focada no bem-estar. São indivíduos que se preocupam com a

qualidade do produto, entusiastas por áudio, que curtem filmes, cinema, séries e música.

O público que o produto do projeto pretende atingir, representados em um *moodboard* na figura 23, são jovens adultos e adultos de 28 a 40 anos, que residem em áreas urbanas, em moradias com tamanho reduzido: apartamentos, estúdios, lofts ou até mesmo casas. Além disso, pessoas que fazem questão da qualidade, que, por vezes, se beneficiam do formato de trabalho remoto ou modelo híbrido, que trabalham diretamente com música (músicos, produtores e que possuam um *home studios*) ou indiretamente com o audiovisual, seja de forma semiprofissional ou profissional. O público-alvo possui relacionamento profissional artístico e cultural, há o interesse por música, filmes e tecnologia, o que as tornam bem criteriosas sobre o produto que irão adquirir, analisando bem muitos produtos similares. Por serem criteriosas, buscam produtos que maximizem a experiência de áudio e que melhor se adaptem e integrem ao seu ambiente, oferecendo versatilidade de uso e confiabilidade.

Figura 23 – Moodboard do público-alvo



Fonte: Elaboração própria (2024)

3.1.11 Definir parâmetros do sistema

No livro *Loudspeaker Modeling and design, a practical introduction* de Geoff Hill, o autor propõe uma série de questões que auxiliam a guiar o projeto a seu objetivo final. As perguntas, traduzidas para o português, são as seguintes:

- Você quer construir um sistema de cinema residencial? Um alto falante para cozinha ou banheiro?
- Um *subwoofer* para automóveis?
- O alto falante de um sistema hi-fi ou de home theater?
- Algo que melhore o som de um smartfone ou tablet?
- Um sistema de som para ambientes públicos?
- Alto falantes para baixos elétricos?
- Uma miniatura ou micro alto falante multimídia?
- O aparelho deve reproduzir todo o espectro de frequências?
- Ou apenas as frequências altas? (Hill, 2019, p. 57).

Com isso, identifica-se que o projeto é relacionado a questão de micro alto-falantes multimídia e que deve ser capaz de reproduzir o mais próximo do que seria o espectro completo levando em conta seu tamanho compacto.

Em seguida, o autor sugere mais seis perguntas para que se desmembre o desenvolvimento de um aparelho de som em partes menores. Para a etapa de implementação desses requisitos muitas vezes é necessário a participação de um engenheiro, que vai fazer as medições necessárias de forma mais precisa.

1. Qual é o nível máximo de pressão sonora (SPL) necessário, em quais condições?
2. Qual é a potência disponível do amplificador ou qual a sensibilidade exigida?
3. Quais são as frequências de -3dB requeridas – frequências baixas e altas?
4. Qual é o volume da caixa ou do gabinete disponível?
5. Qual tipo de sistema de alto-falantes é necessário?
6. Qual é o tamanho e quantos alto-falantes estão sendo planejados? (Hill, 2019, p. 58).

Para responder a esse primeiro grupo de perguntas foi desenvolvido uma tabela com a resposta de cada aspecto posto, expressa na tabela 8:

Tabela 8 – Requisitos técnicos

Especificações	Descrição	Unidade de medida	Valor
<ul style="list-style-type: none"> Máximo de SPL 	<ul style="list-style-type: none"> Nível máximo de pressão sonora a um metro de distância 	<ul style="list-style-type: none"> dB SPL 	<ul style="list-style-type: none"> 100-105 dB SPL
<ul style="list-style-type: none"> Potência do amplificador e sensibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> Mede a eficiência que energia elétrica se converte em acústica 	<ul style="list-style-type: none"> dB/W/m 	<ul style="list-style-type: none"> 25W + 25W
<ul style="list-style-type: none"> Quais são as frequências de -3dB requeridas? 	<ul style="list-style-type: none"> Espectro de frequência que o sistema reproduz 	<ul style="list-style-type: none"> Hz 	<ul style="list-style-type: none"> (± 3 dB) 48 – 22,6 kHz
<ul style="list-style-type: none"> Qual é o volume da caixa ou do gabinete disponível? 	<ul style="list-style-type: none"> Volume interno do gabinete 	<ul style="list-style-type: none"> Litros (L) 	<ul style="list-style-type: none"> 3,45 – 5,10 Litros
<ul style="list-style-type: none"> Qual tipo de sistema de alto falante é necessário? 	<ul style="list-style-type: none"> Um sistema de duas vias ativo, um <i>woofer</i> de 3,5 a 4 polegadas e um <i>tweeter</i> de fita 	<ul style="list-style-type: none"> ---- 	<ul style="list-style-type: none"> ----
<ul style="list-style-type: none"> Qual é o tamanho e quantos alto-falantes estão sendo planejados? 	<ul style="list-style-type: none"> Tamanho compacto e produção em grande escala. 	<ul style="list-style-type: none"> ---- 	<ul style="list-style-type: none"> ----

Fonte: Elaboração própria (2024)

A seguir, Geoff propõe um “teste de sanidade” para que seja verificado se as escolhas dos componentes podem realmente atingir as especificações pré-definidas, uma etapa para confirmar a viabilidade do projeto. Confirmada a viabilidade do projeto o autor segue para o último grupo de perguntas norteadoras:

1. Existem requisitos específicos de desempenho fora do eixo?
2. Existem exigências particulares quanto à distorção?
3. Quais são os requisitos para a resposta de frequência?
4. Há algum fator ambiental ou de segurança a ser considerado?
5. Existem restrições físicas?
6. Há restrições ou requisitos específicos em relação à aparência visual?
7. Quais são as limitações de custo ou de equipamentos?
8. As tolerâncias de desempenho entre drivers ou sistemas são importantes? (Hill, 2019, p. 58).

As respostas para as perguntas foram compiladas na tabela 9:

Tabela 9 – Compilação das perguntas guias

Especificações	Resposta
Existem requisitos específicos de desempenho fora do eixo?	Não.
Existem exigências particulares quanto à distorção?	Menor distorção possível.
Quais são os requisitos para a resposta de frequência?	60 Hz - 20,000 Hz
Há algum fator ambiental ou de segurança a ser considerado?	Diretamente não, mas pode considerar-se poeira e transporte.
Existem restrições físicas?	O tamanho compacto.
Há restrições ou requisitos específicos em relação à aparência visual?	O requisito da aparência é que converse com a linha de produtos da WaveOne.
Quais são as limitações de custo ou de equipamentos?	Para o mercado brasileiro é interessante que o produto custe até R\$1.900.
As tolerâncias de desempenho entre <i>drivers</i> ou sistemas são importantes?	São, porém, indeterminadas.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Mesmo com todo o estudo, planejamento e a definição das especificações é importante lembrar que as caixas de som, na prática, após estarem prontas, dificilmente terão os mesmos parâmetros que haviam sido definidos na teoria. Essa é uma questão que complexifica ainda mais e principalmente o desenvolvimento de alto-falantes que serão produzidos em grande escala e por uma indústria. Por esse motivo existe um limite de tolerância que o produto pode ter para ser aprovado. Conforme está no texto *How to objectively test a high-end audio system (part 1)*, da *NTI Audio*, cada parâmetro deve ser medido individualmente e avaliado de acordo com a ficha técnica dos componentes. Entretanto o texto também prevê um tipo de distorção que são as não lineares, “Erros de fabricação, envelhecimento e sobrecarga causam parâmetros de desvio ou defeitos mecânicos que não são encontrados nos protótipos aprovados ou nas unidades de referência” (KLIPPEL, 2011).

3.1.12 Definir *drivers* do sistema de som

1 Especificações do sistema

- Qual é o nível máximo de pressão sonora do sistema necessário?
- Qual é a impedância mínima do sistema?
- Qual é a eficiência que o sistema precisa ter?
- Qual é a potência que o sistema precisa suportar?
- Requisitos de pressão sonora:
 - Qual variação de SPL é aceitável?
 - Em qual faixa de frequência – tendência geral:
 - No eixo (On-axis)
 - Fora do eixo (Off-axis)
 - Distorção
- Precisamos considerar:
 - Alinhamento temporal
 - Formato de onda – atraso de grupo
 - Outros fatores
- Quais tipos de gabinete(s) compõem o sistema?
 - Caixa fechada
 - Ventilada ou com duto
 - Radiador de graves auxiliar
 - Passa-faixa (bandpass)
 - Tipo corneta (horn)
 - Baffle aberto

2 Especificações individuais do *driver*:

- Faixa de frequência do *driver*
- Tamanho do gabinete em que o *driver* precisa operar
- Sensibilidade do *driver*
- Tendência de resposta de frequência do *driver*
- Frequência de corte de 3 dB em baixas frequências (Hz)
- Frequência de corte de 3 dB em altas frequências (Hz)
- Níveis de pressão sonora necessários:
 - A que distância
 - Em quais condições:
 - Espaço livre
 - Plano do chão ou piso
 - Piso e parede
 - Piso e duas paredes
 - Em parede

● 3 Desempenho individual do *driver*:

- Parâmetros eletromecânicos subjacentes
- Requisitos de desempenho em sinais grandes
- Características de resposta de frequência desejadas:
 - No eixo (On-axis)
 - Fora do eixo (Off-axis)
 - Distorção
 - Alinhamento temporal
 - Formato de onda – atraso de grupo

(Hill, 2019, p. 60-61).

A definição de cada *driver* individual é feita a depender das definições dos requisitos de parâmetros do sistema. A escolha do *woofer*, *tweeter* e a placa de amplificação pode depender também de fatores externos como: os equipamentos disponíveis pela indústria e preços. Por agora, pode-se determinar que o tamanho do *woofer* será de 3,5 polegadas, *tweeter* será com a tecnologia de fita (Ribbon) e o gabinete selado com o auxílio de radiadores passivos graves.

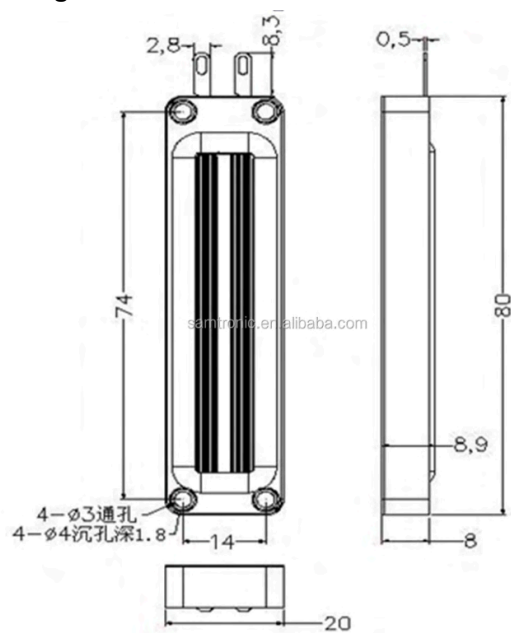
Para auxiliar na definição dos componentes do sistema de som, foi feita uma pesquisa de mercado para entender quais opções já existem e que podem ser implementadas no projeto, disponível no apêndice A. Abaixo estão representados na figura 26 à figura 32 os componentes escolhidos, é importante apresentá-los já nesta etapa para que as alternativas sejam geradas considerando as dimensões de cada componente.

Figura 26 – Tweeter de fita



Fonte: Alibaba (2025)

Figura 27– Tweeter desenho técnico



Fonte: Alibaba (2025)

Figura 28 – Woofer 3,5"



Fonte: AliExpress (2025)

Figura 29 – Woofer 3,5' desenho técnico



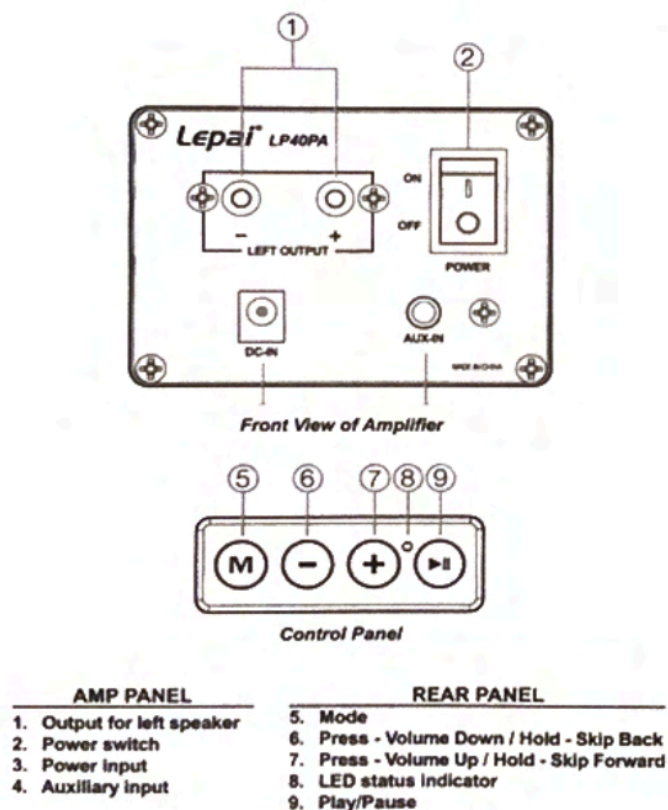
Fonte: AliExpress (2025)

Figura 30 – Amplificador ativo com *Bluetooth*



Fonte: Frond End Audio (2025)

Figura 31 – Amplificador detalhamento



Fonte: Reftone (2025)

Este amplificador tem os furos de instalação posicionados a 44 mm verticalmente um do outro e 76 mm horizontalmente.

Figura 32 – Radiadores passivos de graves 3,5 - 5 polegadas



Fonte: Aliexpress (2024)

Os radiadores passivos possuem 116 por 92 mm de diâmetro (de furo a furo na diagonal) e a abertura de 97 por 74 mm (para considerar o furo no gabinete).

3.2 Requisitos do produto

Com base nos estudos e pesquisas realizados no subcapítulo anterior, determinou-se os requisitos para o produto descritos no tópico seguinte.

3.2.1 Padrões estético formais

A linguagem estética formal do produto seguirá:

1) Abordagem limpa e geométrica, caracterizada pela predominância de formas básicas com bordas arredondadas (suavizadas), essa regra vale para os componentes elétricos aparentes.

2) Proporções equilibradas.

3) Utilizar detalhes da linha profissional (acabamento de madeira e formas geométricas radiais).

3.2.2 Materiais e acabamentos

O material principal selecionado é plástico de alta qualidade com acabamento fosco ou com leve texturização superficial. As frentes devem apresentar tecido acústico ou grelhas metálicas perfuradas.

3.2.3 Paleta de cores

A paleta cromática será composta por preto fosco ou branco fosco como cores base.

3.2.4 Funcionalidade e ergonomia

Deve haver a inclusão de um suporte inclinável, permitindo ao usuário ajustar o ângulo vertical de emissão sonora. Esta funcionalidade atende à necessidade de direcionamento do som para a posição de escuta ideal, especialmente em setups de mesa ou estante. A base deve contar com um pé removível que não propague vibrações, o gabinete precisa ter rosca para fixar a base e possibilitar o uso do alto-falante montado em tripés.

O projeto prevê o uso de um *tweeter* de fita (*ribbon tweeter*), dois radiadores passivos laterais que serão incorporados a um *woofer* de 3,5 polegadas.

3.2.5 Controles e interface de usuário

Seguindo a diretriz de minimalismo visual, os controles serão discretos, podendo estar posicionados na parte traseira ou lateral inferior do produto. Serão utilizados botões pequenos ou embutidos, com acionamento tátil sutil. Deve haver controle de graves e agudos com a indicação dos comandos por LED através de cores.

3.2.6 Conectividade

O produto contará com entradas de áudio organizadas na parte traseira, oferecendo três tipos de conectividades:

1) Entrada balanceada TRS (P10) - Estéreo (L/R), esta é a conexão mais comum entre interfaces de áudio, ela garante um áudio com menos ruído e é um tipo de conexão profissional.

2) Entrada P2, ideal para o uso direto em computadores e celulares, a qualidade de som é inferior a TRS, mas é interessante para *setups* mais simples que não possuem interface de áudio.

3) Via *Bluetooth*, principalmente por uma estratégia de marketing, pode atender a um uso mais casual, como multimídia (preferencialmente a partir da versão 5.0).

3.2.7 Branding e identidade visual

O logotipo da marca será aplicado de forma discreta, com preferência por *silkscreen* de baixa opacidade, gravação em baixo relevo ou logo aplicada na tela de proteção (chapa de alumínio estampada). Sua localização não deve interferir na estética geral do produto, permanecendo em áreas como o canto inferior da frente, a lateral ou a parte traseira.

3.2.8 Restrições de projeto

O produto deverá manter dimensões reduzidas, com altura inferior a 250 mm e largura inferior a 150 mm por unidade, garantindo compatibilidade com ambientes de pequena escala. O peso de cada unidade deverá situar-se entre 3 kg e 5 kg, proporcionando estabilidade sem comprometer a portabilidade.

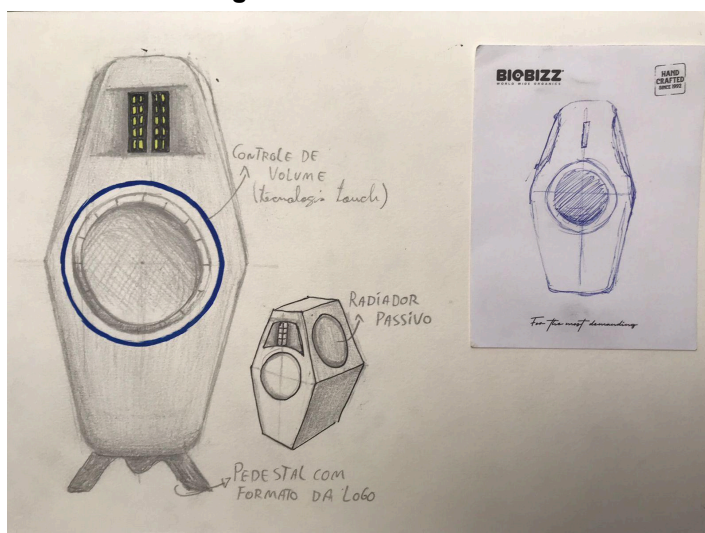
3.3 Criação

A etapa de criação corresponde à etapa 3 no Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos, o momento para definir conceitos gerais do projeto. Nesta etapa, são geradas alternativas, que através das ferramentas de seleção a alternativa que mais condiz com os requisitos do projeto será definida.

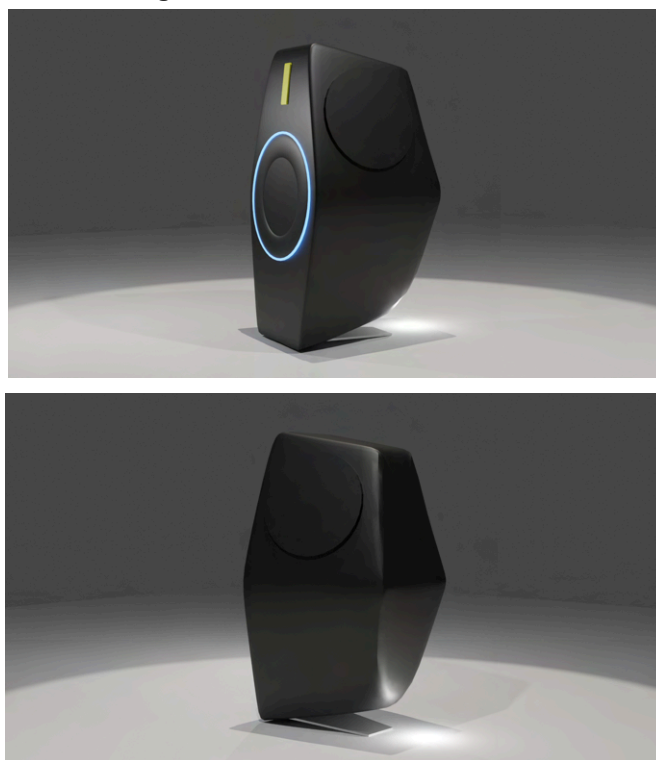
3.3.1 Geração de alternativas

A primeira alternativa desenhada possui um aspecto mais futurista e faz referência ao produto da WaveOne “Walk”, uma caixa de som *Bluetooth*, com o led circular azul que também tem a função de controle de volume do som. Ela possui um design bem compacto e uma forma diferente do convencional. A figura 33 apresenta um desenho de elaboração do conceito dessa alternativa, enquanto as figuras 34 e 35 manifestam representações 3D desta primeira alternativa.

Figura 33 – Alternativa 1



Fonte: Elaboração própria (2024)

Figura 34 e 35 – 3D Alternativa 1

Fonte: Elaboração própria (2025)

A alternativa 1 teve seu conceito baseado na Walk, alto-falante portátil da WaveOne, figura 36.

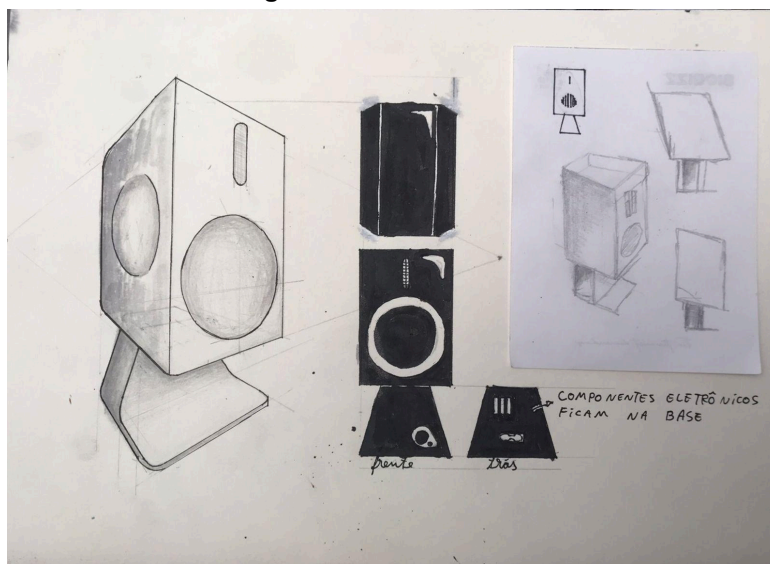
Figura 36 – Walk, WaveOne

Fonte: WaveOne (2025)

A segunda alternativa, exibida nas figuras 37, 38 e 39 foi gerada pensando em dois fatores: primeiramente, a compacticidade, por isso, tem esse formato que converge ao centro no fundo para reduzir seu tamanho; segundo, a questão da

inclinação para melhorar a escuta. O formato possui a face frontal e a parte posterior inclinadas em relação a base e o topo para permanecer agradável visualmente tanto na posição de 90 graus quanto inclinada, a grade protetora possui textura. Os cantos vivos não são precisos, deve haver a suavização das arestas.

Figura 37 – Alternativa 2



Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 38 e 39 – 3D Alternativa 2



Fonte: Elaboração própria (2025)

Tendo algumas alternativas geradas, pôde-se trabalhar com a ajuda da inteligência artificial para gerar mais alternativas baseadas tanto nos requisitos definidos quanto nas alternativas primeiramente geradas. As duas ferramentas utilizadas foram o ChatGPT e o Midjourney.

O ChatGPT conseguiu trazer resultados assertivos sobre o que foi pedido, apresentados na figura 40, atendeu bem os requisitos e também conseguiu identificar características importantes das alternativas usadas de exemplo. Houve uma construção da primeira imagem gerada até a última, podendo observar a evolução a cada *prompt* gerado. Para o processo de desenvolvimento de alternativas com o ChatGPT primeiramente houve um treinamento da IA, foram enviadas fotos de produtos da WaveOne, as análises estéticas e também as imagens das alternativas 1 e 2. Depois que o ChatGPT aprendeu sobre a marca e o produto a ser desenvolvido, foi pedido que gerasse uma descrição visual dos padrões que produto deve seguir para que então, com isso, fosse gerado o *prompt*:

Usando a descrição visual que você fez, você consegue gerar uma imagem de uma alternativa 3D de um par de monitores de áudio compacto que tenha um suporte inclinável. O modelo terá um tweeter de fita (ribbon) e 2 radiadores passivos na lateral 1. Linguagem de Design Estética limpa e geométrica: predominância de formas retangulares ou cúbicas com bordas levemente arredondadas. Visual minimalista: poucos detalhes visuais, sem excessos de textura ou ornamentos. Simetria: os produtos são majoritariamente simétricos, tanto em planta quanto em elevação. Proporções equilibradas: volumes bem distribuídos, sem exagero em altura ou profundidade. 2. Paleta de Cores Preto e branco como base: geralmente foscos ou acetinados. Detalhes pontuais em cinza ou prata: especialmente em conectores ou botões. Versões com acabamento em madeira clara (tons de carvalho, bétula): aparência mais natural e acolhedora, usada especialmente em produtos que ficam mais “à mostra”. 3. Materiais e acabamentos plásticos de alta qualidade com acabamento fosco ou texturizado leve. Frentes em tecido acústico ou grelhas perfuradas metálicas. Acabamentos com aparência sólida e robusta. 4. Interface e Controles Controles discretos: botões pequenos ou embutidos, às vezes ocultos ou com acionamento tátil discreto. LEDs sutis: geralmente um ponto luminoso pequeno, branco ou âmbar, indicando funcionamento ou conexão. 5. Marcação e Branding Logo pequeno, geralmente em baixo relevo ou *silk* discreto. Sempre em local discreto (canto inferior ou na lateral). 6. Conectividade Entradas traseiras bem organizadas: alívio de tensão para os cabos, alinhamento limpo dos conectores. Presença comum de Bluetooth ou conexões wireless. 7. Construção Volumes compactos e bem resolvidos para ambientes pequenos. Base com apoio emborrachado ou pés pequenos para desacoplamento. Design que permite uso tanto em bancada quanto em estante.

(Elaboração própria, 2025)

Figura 40 – Alternativas geradas com ChatGPT



Fonte: OpenAI (2025)

O processo de trabalho com o Midjourney foi por um caminho diferente do processo do ChatGPT. A ferramenta foi menos assertiva e não foi possível trabalhar de forma linear (evoluções constantes a cada alternativa e *prompt*). Por outro lado, a ferramenta pode tomar mais liberdade ao criar alternativas mais ousadas. As alternativas do Midjourney, no geral, atenderam aos requisitos especificados do produto, porém, com menores possibilidades de implementação. Para guiar o Midjourney, primeiramente tentou-se elaborar alternativas com o mesmo *prompt* do ChatGPT, porém eles têm interpretações de textos diferentes, o Midjourney entende melhor em inglês, com texto corrido (sem tópicos) e no geral descrições menos detalhadas. Foi pedido ao ChatGPT que, com base nas informações já fornecidas, gerasse um *prompt* adequado para a interpretação do Midjourney:

A compact micro audio monitor speaker designed for professional and home use, featuring a ribbon tweeter on the front and passive radiators on both lateral sides. The design language is clean and geometric – rectangular or cuboid forms with gently rounded edges, symmetrical layout, and well-balanced proportions. Minimalist aesthetics with smooth matte textures, no excessive ornamentation, and subtle design details inspired by high-end audio equipment. The speaker includes a discreet logo placement, small hidden buttons for control, and stands on an adjustable tilttable base. Incorporates elements like perforated metal or acoustic fabric grille. Create several design variations that reflect consistent brand identity, focusing on form, surface detail, and material quality.

(Elaboração própria, 2025)

No geral, o Midjourney funcionou melhor com *prompts* mais simples, como por exemplo: gere um monitor de áudio minimalista e compacto, imagine uma caixa de som para computador branca/preta, crie uma *bookshelf* com tela de proteção. Além disso, o Midjourney gera mais alternativas que o ChatGPT. A plataforma cria quatro imagens por vez, que inclui uma opção que, ao selecionar uma das alternativas desejada, gera mais quatro imagens mudando detalhes da alternativa inicial. Portanto, demanda um esforço maior na curadoria das imagens geradas, que precisam ser melhor selecionadas com o que está ou não de acordo com o que o projeto demanda. As alternativas geradas no Midjourney são mostradas na figura 41.

Figura 41 – Alternativas geradas com Midjourney



Fonte: Midjourney (2025)

Entre todas as imagens geradas, três se destacaram, cada uma destas alternativas a seguir destaca respectivamente: formato compacto, acabamentos mais sofisticados (cantos suavizados), tela de proteção e, por último, o formato mais verticalizado (acompanha o formato do *tweeter* de fita e contribui para ocupar menos espaço). A partir desta pré-seleção, foram geradas mais duas alternativas que unem elementos das pré-seleções, figura 42.

Figura 42 – Pré-seleção de alternativa



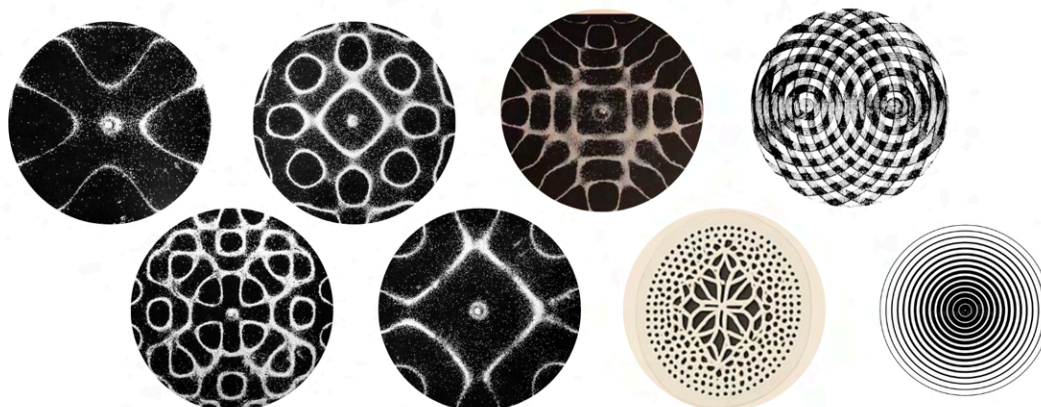
Fonte: Elaboração própria (2025)

Após desenvolver alternativas para o gabinete principal do alto-falante, notou-se que era necessário criar soluções para as grades frontais protetoras. Para isso, foram utilizadas diferentes ferramentas. Primeiramente, foi feito um estudo visual de ondas¹ (figura 43), o uso de inteligência artificial e por último, o programa de vetorização Adobe Illustrator, onde se pode ter mais precisão para a criação dos padrões.

Na pesquisa estética dos produtos da WaveOne mostrou-se que há produtos dos quais a tela de proteção possui textura, ou então a frente do produto, segue um padrão de forma radial. Unindo isso, com o fato de que padrões de ondas sonoras formam “mandalas” radiais, optou-se por implementar algum desses padrões na tela frontal.

¹ As figuras apresentadas correspondem a padrões de ondas sonoras conhecidos como figuras de Chladni, formados pela vibração de superfícies submetidas a determinadas frequências.

Figura 43 – Estudo visual de padrões de ondas sonoras



Fonte: Elaboração própria (2025)

Este estudo visual foi importante para treinar o ChatGPT para que as alternativas geradas fossem mais coerentes com o desejado. Para a criação dessas imagens foram usados comando diretos junto a uma das imagens selecionadas do estudo visual, exemplo: “aplique esse padrão na tela protetora frontal”, ou então comandos mais livres, como: “aplique um padrão radial na tela protetora frontal”, “insira uma textura orgânica e geométrica na tela frontal” “imagine uma tela de proteção com um padrão de onda sonora estampado”. O resultado dessas alternativas geradas está expresso na figura 44.

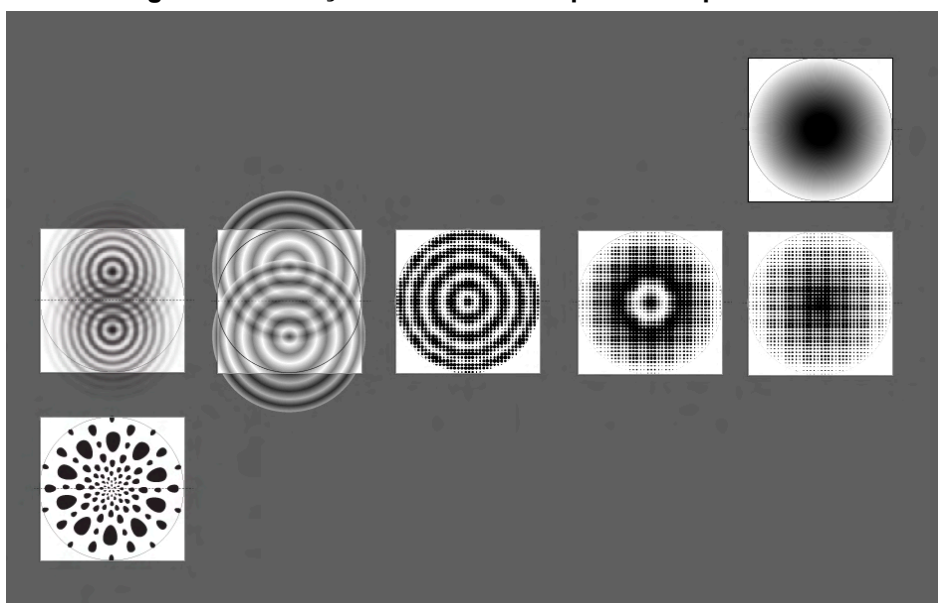
Figura 44 – Alternativas de telas de proteção



Fonte: OpenAI (2025)

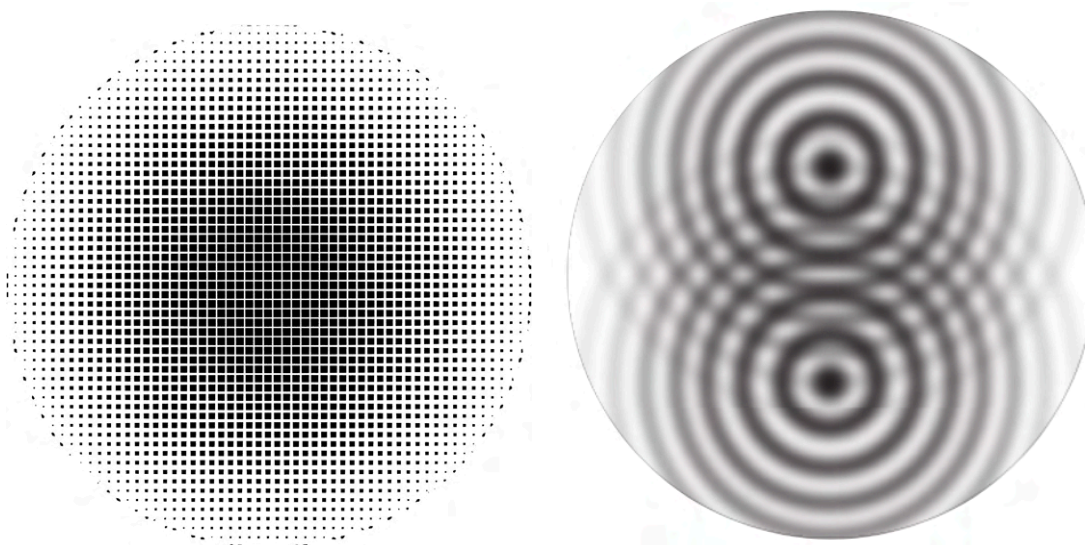
A inteligência artificial fez um bom trabalho ao aplicar e imaginar novas texturas para a tela de proteção, porém com pouca consistência e formas com com difícil implementação de produção. Com o Illustrator foram feitas alternativas de tela vetorizadas, figura 45, algumas baseadas nas imagens do ChatGPT e outras criadas no programa. Essas alternativas puderam ser criadas com mais precisão, detalhamento e aplicabilidade.

Figura 45 – Criação de alternativas para telas protetoras



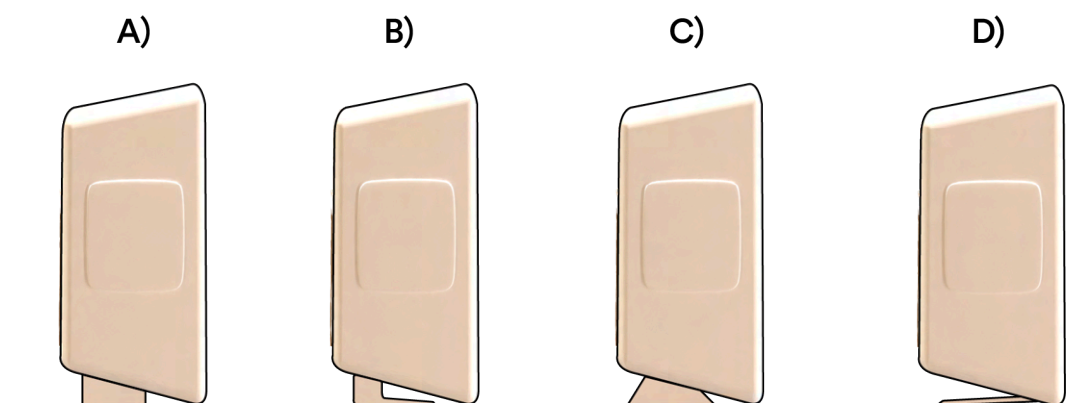
Fonte: Elaboração própria (2025)

Das alternativas geradas, as duas seguintes foram selecionadas para serem implementadas no produto final, a alternativa da figura 46 foi selecionada para representar um padrão mais limpo e suave, ela apresenta um degradê formado pelo tamanho dos furos, sendo a superfície lisa. A escolha da segunda grade protetora, da figura 47, representa um padrão de onda se propagando, que também simboliza o sistema de som estéreo, com duas fontes de áudio. Esse padrão apesar de mais orgânico e radial configura simetria e equilíbrio ao produto. O padrão nessa alternativa não surge a partir do padrão dos furos da grade, mas sim através de um padrão em alto relevo que independe dos furos.

Figura 46 e 47 – Texturas escolhidas para tela protetora

Fonte: Elaboração própria (2025)

Por último, já com a alternativa final selecionada através da matriz de seleção, foi de grande importância iniciar o processo de elaboração do suporte do gabinete principal, figura 48. Para essa etapa não foi possível contar com o auxílio de nenhuma das inteligências artificiais, as tentativas não geraram resultados coerentes. Quatro opções foram desenvolvidas:

Figura 48 – Geração de alternativas de suporte

Fonte: Elaboração própria (2025)

Das quatro alternativas geradas, três são fixadas na rosca central do gabinete, que é inserida por fricção e voltada para o uso de tripés, a opção D foi descartada pois exigiria a implementação de mais um sistema de fixação além da

rosca central. A alternativa escolhida para ser implementada foi a C), seu formato tem maior familiaridade com o formato do gabinete, o que ajuda a entendê-lo como parte do produto. Além disso, sua base é mais larga, auxilia na estabilidade do produto e oferece um espaço maior para o manuseio com os dedos da rosca de fixação interna do suporte.

3.3.2 Seleção de alternativas de seleção

Viu-se necessário definir a alternativa que mais contempla os requisitos e definições do projeto. Para isso, foi utilizada uma ferramenta de matriz de seleção, tabela 9. Esse tipo de processo ajuda a tomar uma decisão mais coerente. Nela, foram selecionados quatro critérios de decisão e atribuídos uma nota de 1 a 5 para quanto cada alternativa corresponde a esse critério, sendo o valor 1 menos apropriado e 5 o ideal.

Tabela 10 – Matriz de seleção

Alternativas	Identidade visual	Viabilidade fabril	Ergonomia	Questões mercadológicas WaveOne	Total
	3	2	3	1	9
	2	2	5	4	13
	5	4	1	5	15
	3	4	1	4	12
	4	3	1	5	13
	4	4	5	5	18

Fonte: Elaboração própria (2025)

4 IMPLEMENTAÇÃO

4.1 Execução

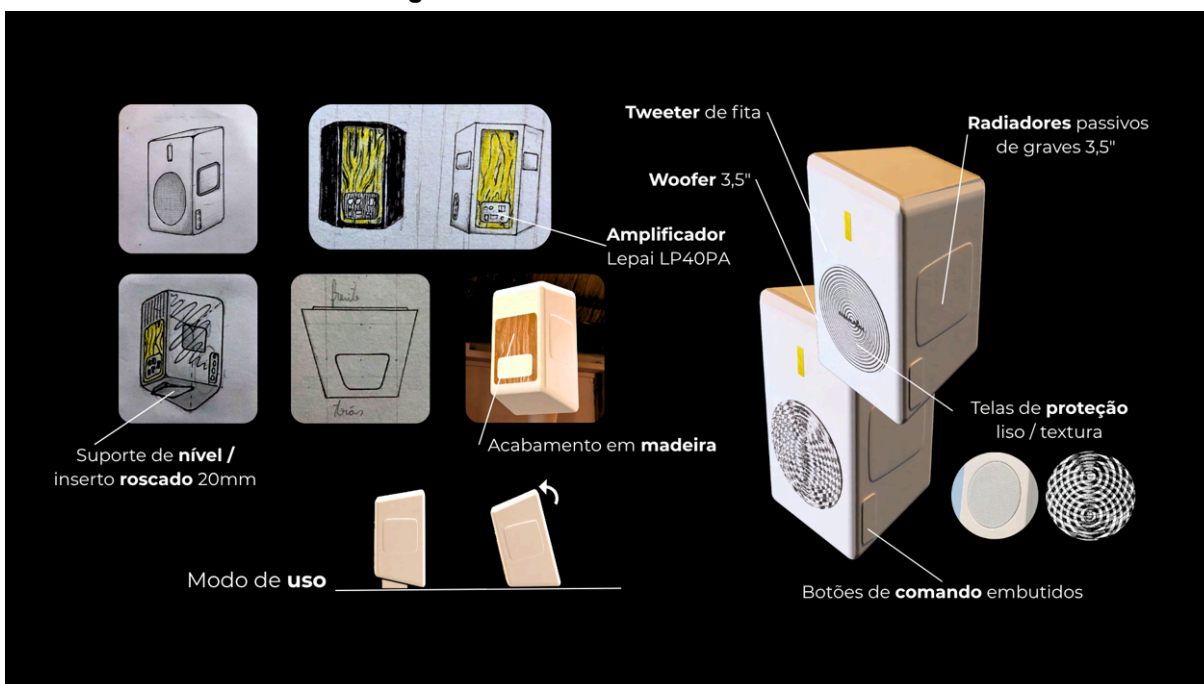
Nesta fase, o projeto passa a considerar o ciclo de vida do produto em relação às alternativas desenvolvidas. Com base nessas propostas, são produzidos modelos em escala ou modelos virtuais, que servem como base para a construção de protótipos funcionais. Esses protótipos são então utilizados em testes de validação, como os de usabilidade, que avaliam o desempenho do produto em condições simuladas de uso. Segundo Merino (2016), essa etapa é essencial para verificar a viabilidade prática da solução projetual antes de sua implementação definitiva, permitindo ajustes e refinamentos com base no comportamento real do usuário.

4.1.1 Descrição conceitual

A alternativa final foi escolhida a partir de seu cumprimento com os requisitos estabelecidos: desempenho técnico, identidade visual da marca e funcionalidade adaptada ao cotidiano dos usuários de *home studio*. Um dos elementos centrais do conceito é o uso sutil e estratégico da madeira natural na parte traseira do gabinete, uma referência visual à linha profissional da marca, que tradicionalmente utiliza esse material em seus produtos premium. A madeira aparece de forma discreta, para remeter de que, por trás do produto, existe a mesma qualidade sonora e compromisso técnico dos equipamentos mais avançados da empresa.

A tela frontal de proteção apresenta formas orgânicas e geométricas, inspiradas nas ondas sonoras em propagação, criando uma conexão visual com o universo do áudio, ao mesmo tempo em que suaviza o aspecto rígido da estrutura plástica. A figura 49 apresenta um painel descritivo sobre a alternativa selecionada.

Figura 49 – Alternativa selecionada



Fonte: Elaboração própria (2025)

4.1.2 Refinamento da alternativa

Após a definição da solução final, inicia-se o processo de refinamento da alternativa escolhida, com o objetivo de garantir precisão, viabilidade técnica e coerência com os processos de fabricação propostos. Nessa etapa, é essencial que as medidas de cada componente do produto sejam respeitadas, considerando tolerâncias, encaixes e folgas necessárias, permitindo o desenvolvimento de um modelo tridimensional completo e detalhado. A modelagem 3D não apenas representa a estética final, mas também traduz de forma precisa o comportamento construtivo do produto, servindo como base para a simulação de montagem, simulação de desmoldagem, visualização do uso e validação dimensional.

4.1.3 Alternativa final

A alternativa final do projeto foi desenvolvida com base nos critérios definidos ao longo das etapas de pesquisa, análise e ideação, resultando em um produto funcional, esteticamente coerente com a identidade da marca e adequado aos processos de fabricação escolhidos. O modelo tridimensional foi gerado por completo em CAD, especificamente na ferramenta SolidWorks, todas as peças

modeladas com precisão, respeitando as especificações técnicas necessárias para sua produção, montagem e uso. Nas figuras 50 e 51 é apresentada a opção do modelo na cor branca e preta com as duas opções de modelos de telas protetoras.

Figura 50 – Alternativa final versão branca



Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 51 – Alternativa final versão preta



Fonte: Elaboração própria (2025)

A figura 52 apresenta a possibilidade de usos inclinado e vertical, o gabinete possui inclinação inferior a 15°, que proporciona melhor direcionamento do som em relação ao ouvido do usuário, atendendo aos princípios ergonômicos de uso em mesas de trabalho. A base conta com um apoio com fixação para evitar vibrações indesejadas e garantir estabilidade. O produto foi projetado para ser utilizado em conjunto com interfaces de áudio e computadores, proporcionando uma experiência auditiva precisa para atividades de edição, mixagem ou consumo de mídia em geral. As formas de conectividade estão apresentadas de acordo com a figura 53.

Figura 52 – Modo de uso (inclinado)



Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 53 – Vista posterior modelos branco e preto

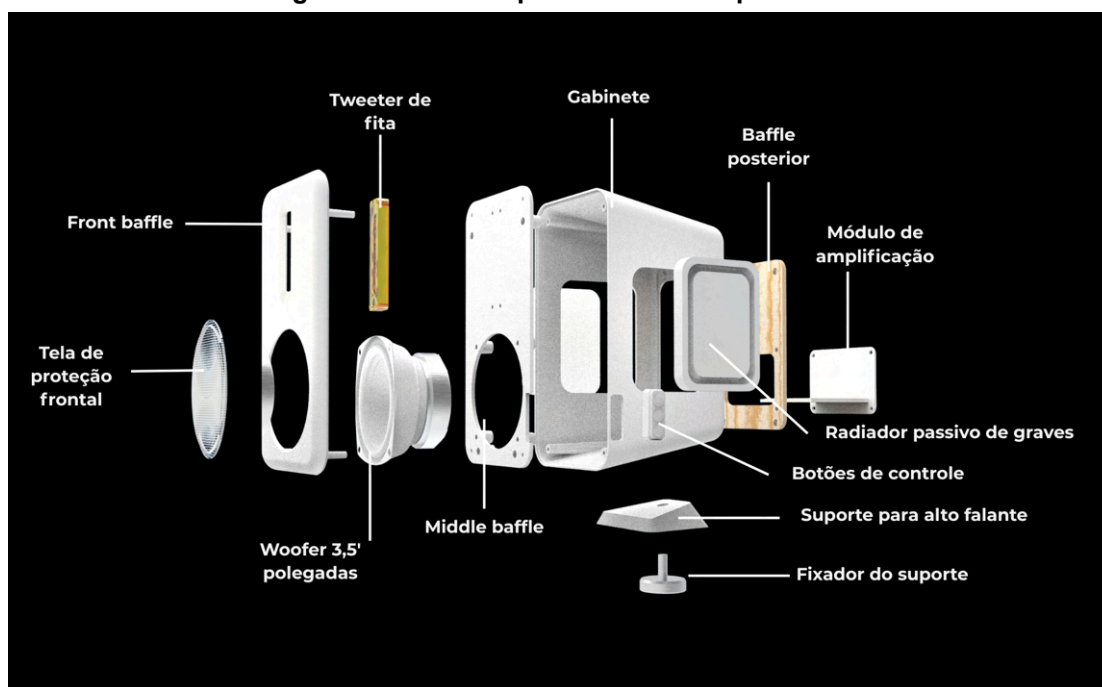


Fonte: Elaboração própria (2025)

Na Figura 55 é apresentada a vista explodida do produto, na qual é possível identificar os principais componentes que integram o sistema: gabinete em polímero ABS, alto-falante *woofer*, *tweeter* de fita, tela de proteção metálica, radiadores passivos laterais, suporte inclinado, conectores de entrada e módulo amplificador. A montagem foi pensada para otimizar o encaixe dos elementos, utilizando fixações simples, como parafusos métricos, e encaixes por pressão onde possível.

Os encaixes entre as peças são todos por parafusos, com exceção do *front baffle*, que se fixa por encaixe através de um pino de fixação e a tela de proteção frontal (encaixada na *front baffle*). Para o *baffle* posterior de madeira, há um suporte de encaixe no gabinete, mas ainda assim precisa ser fixado com parafusos. Os botões de comando foram projetados para ficarem encaixados entre o *middle baffle* e o gabinete. Na figura 54 é apresentada uma vista explodida que auxilia na compreensão dos encaixes e a ordem de montagem do produto.

Figura 54 – Vista explodida com componentes



Fonte: Elaboração própria (2025)

O modelamento tridimensional desempenhou um papel fundamental para a consolidação da proposta final, permitindo uma visualização mais precisa e próxima da realidade do produto (figura 55). Com base nas medidas reais dos componentes internos, foi possível desenvolver um modelo digital fidedigno, que representa de forma coerente a volumetria, os encaixes e os acabamentos planejados. A partir

dessa representação, tornou-se viável analisar de forma mais assertiva aspectos como proporção, ergonomia, distribuição formal dos elementos e a leitura estética do produto como um todo. Além disso, o modelo 3D permitiu validar a aplicação dos requisitos formais definidos ao longo do processo. Essa etapa também possibilitou prever possíveis interferências entre peças, refinar os encaixes e preparar o projeto para uma futura prototipagem, com maior segurança em relação à sua montagem e funcionalidade.

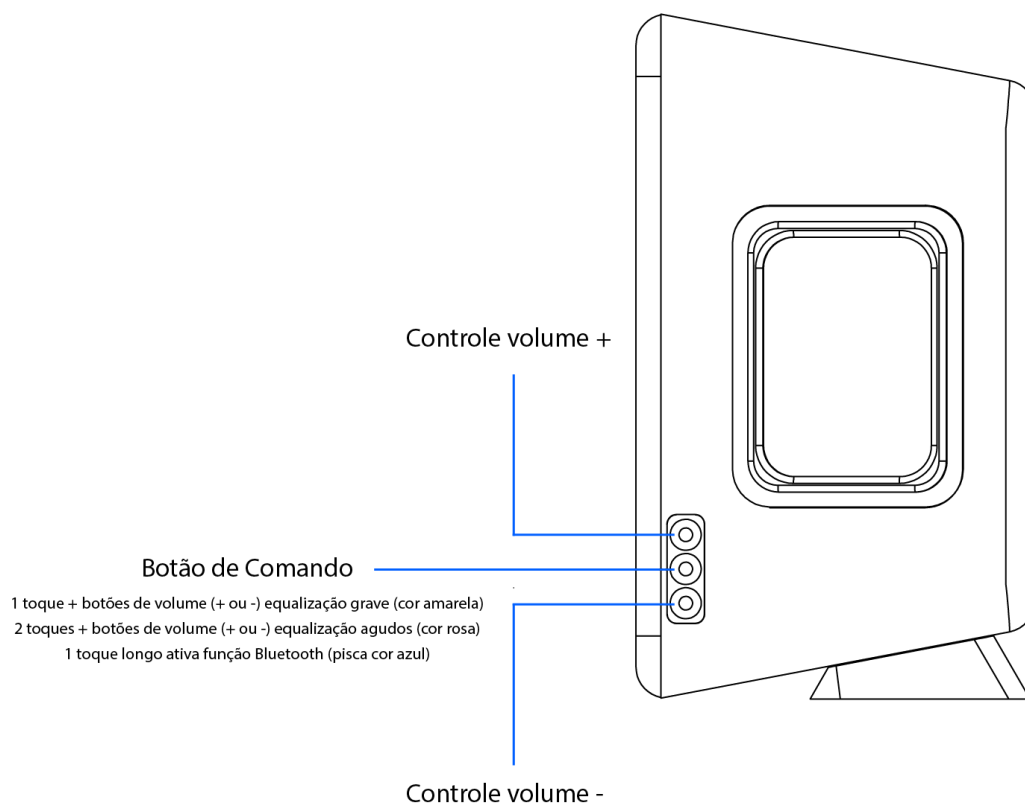
Figura 55 – Ambientação do produto



Fonte: Elaboração própria (2025)

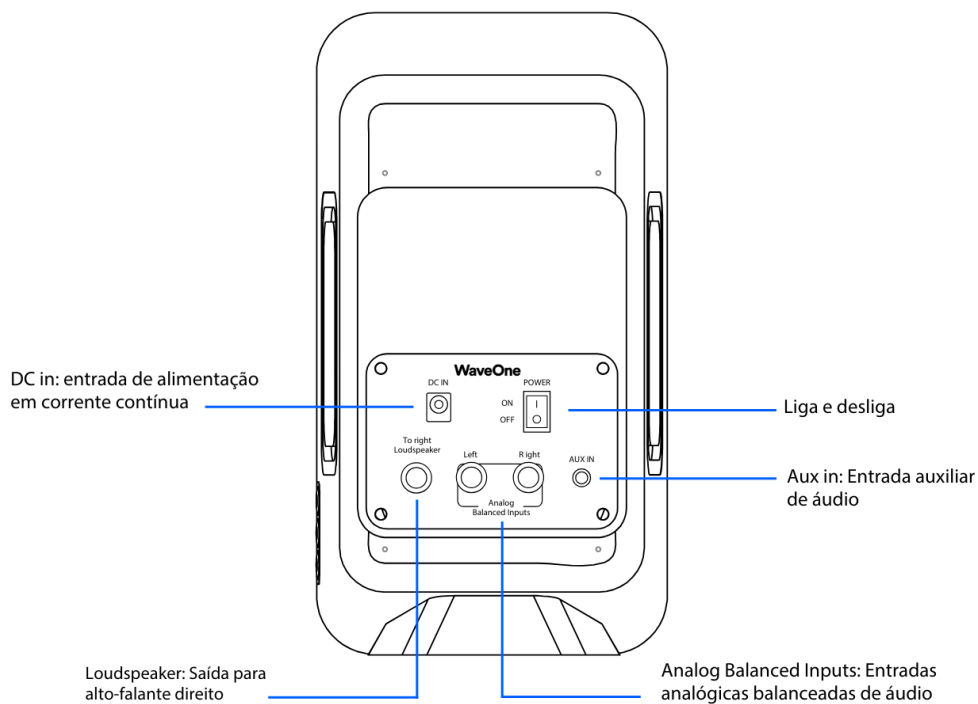
O esquema de funções dos botões está expresso na figura 56, onde se mostra como é feito o controle das funções do produto, modo de equalização de graves e agudos, modo *Bluetooth* e aumento do volume do som. O posicionamento dos botões foi pensado de modo a facilitar o acesso, perto da frente, mas na lateral, sem comprometer a estética. O produto conta com entrada P2 estéreo, entrada TRS para interfaces de áudio, saída para conexão com o monitor de áudio secundário, alimentação via fonte externa de 12V (Figura 57). Também está prevista a possibilidade de conexão via *Bluetooth* para maior versatilidade de uso.

Figura 56 – Esquema de funções dos botões



Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 57 – Detalhamento das conexões



Fonte: Elaboração própria (2025)

4.1.4 Prototipagem

Com o objetivo de validar as decisões projetuais e avaliar aspectos formais, ergonômicos e construtivos, foi desenvolvido um protótipo físico em escala real do produto. A prototipagem permitiu verificar a viabilidade estética e funcional do projeto, bem como antecipar possíveis ajustes antes da produção em escala.

A estrutura principal do gabinete e a maioria dos componentes foram produzidas por meio de impressão 3D, indicados nas figuras 58 e 59. Para isso, o modelo tridimensional foi exportado no formato .STL, processado no software de fatiamento Cura, sendo então impresso em impressoras 3D. Após a impressão, as peças passaram por uma etapa de acabamento, que consistiu no lixamento das superfícies, aplicação de massa niveladora para correção de imperfeições (figura 59) e, por fim, pintura com tinta spray fosca, visando simular o acabamento final proposto no projeto.

Figura 58 e 59 – Componentes impressos em 3D



Fonte: Elaboração própria (2025)

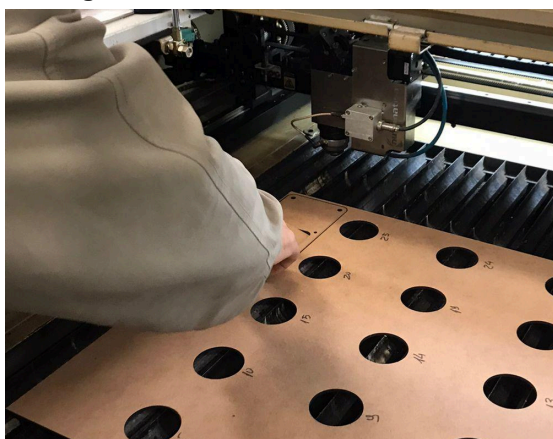
Figura 60 – Acabamento com massa niveladora



Fonte: Elaboração própria (2025)

As peças que simulam o revestimento em madeira foram obtidas a partir do corte a laser de chapas de MDF de 3 mm, apresentado na figura 61. Para isso, foi elaborado um arquivo vetorial em formato .DXF, compatível com máquinas de corte a laser. As peças cortadas foram posteriormente adesivadas com acabamento em lâmina de madeira, a fim de representar fielmente a proposta estética do produto.

Figura 61 – Corte a laser *back baffle*



Fonte: Elaboração própria (2025)

O resultado final do protótipo possibilitou uma avaliação visual, volumétrica e estrutural do produto, além de contribuir para identificar ajustes necessários. Nas figuras 62 e 63 são apresentadas vistas do protótipo final e os detalhes internos e encaixes.

Figura 62 – Vistas do protótipo final

Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 63 – Detalhes internos e encaixes

Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2 Materiais e processo de fabricação do gabinete

4.2.1 Polímero ABS

Para este projeto, foi determinado que o processo de fabricação do gabinete será através da injeção de termoplásticos. Este é um processo amplamente difundido na fabricação de equipamentos de som, principalmente dos portáteis. A escolha do material e do processo foi devido a sua capacidade de produzir peças em larga escala, com custo reduzido, que possibilita um design mais complexo e uma boa durabilidade.

O material base do gabinete dos alto-falantes e da base de suporte é o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), um polímero termoplástico altamente utilizado na indústria eletrônica devido a sua combinação de resistência mecânica, durabilidade e capacidade de moldagem complexa. De acordo com fontes técnicas, o ABS oferece excelente resistência a impactos e permite detalhes de alta definição

no processo de injeção, sem necessidade de pós-processamento extensivo (SWCPU, 2023). Além disso, sua estabilidade térmica minimiza distorções e empenamentos ao longo da produção em série (Protolabs, 2024).

O processo adotado é a injeção plástica em molde de múltiplas cavidades, que possibilita a inclusão de nervuras, guias de montagem e pontos de travamento, reduzindo o número de componentes e otimizando o tempo de produção.

4.2.2 Injeção plástica

Para garantir o sucesso e qualidade das peças moldadas por injeção, é fundamental considerar alguns requisitos práticos ainda na etapa de desenvolvimento do produto.

a) Espessura de parede

A espessura da parede deve ser mantida uniforme em toda a peça para evitar defeitos como empenamento, bolhas, linhas de fluxo visíveis ou retrações irregulares (THOMAS, 2001). Alterações de espessura devem ser graduais, utilizando transições suaves e bem definidas. Recomenda-se que a espessura esteja entre 1 mm a 4 mm, variando de acordo com o material escolhido (REIS, 2016).

b) Ângulos de extração (*draft angles*)

Paredes verticais devem possuir um ângulo de desmolde mínimo de 1° a 2° por lado para facilitar a ejeção da peça e preservar o acabamento superficial (REIS, 2016). Para termoplásticos com alto encolhimento, ângulos maiores podem ser necessários.

c) Cantos e raios

O uso de raios internos e externos é essencial para reduzir a concentração de tensões, melhorar o escoamento do material e evitar trincas ou falhas. O raio interno ideal deve ser, preferencialmente, superior a 0,5 vezes a espessura da parede (ULRICH; EPPINGER, 2012).

d) Nervuras de reforço

As nervuras são elementos projetados para aumentar a rigidez da peça sem a necessidade de aumentar a espessura das paredes. Por isso, sua espessura deve ser entre 50% a 75% da parede principal, e a altura máxima recomendada é de 3

vezes a espessura da parede (REIS, 2016). O uso adequado de nervuras contribui para a redução de peso e custo da peça, além de evitar retrações visíveis na superfície oposta.

e) Evitar reentrâncias (*undercuts*)

Reentrâncias ou geometrias que impedem o desmolde simples devem ser evitadas, pois exigem moldes com movimentos laterais (macho ou gaveta), o que encarece significativamente o ferramental (THOMAS, 2001). Quando inevitáveis, podem ser solucionadas com divisões estratégicas da peça ou o uso de insertos metálicos.

f) Linhas de partição e marcas de ejeção

As linhas de partição do molde e os pinos extratores sempre deixarão marcas visíveis. Por isso, devem ser posicionados em áreas discretas ou funcionais, de modo a não comprometer a estética ou a ergonomia do produto (REIS, 2016).

g) Furos e geometrias internas

Furos passantes finos e profundos são desaconselháveis, pois são difíceis de moldar e exigem machos finos e frágeis. Furos rasos, furos cegos ou a substituição por apoios e rebaixos moldáveis são alternativas viáveis (ULRICH; EPPINGER, 2012).

H) Textura e acabamento superficial

A aplicação de texturas nas superfícies externas pode ajudar a mascarar pequenas imperfeições e marcas do processo. Acabamentos polidos, embora esteticamente agradáveis, demandam maior custo de usinagem e manutenção do molde (THOMAS, 2001).

4.2.3 Grelha metálica de proteção

Para proteger os transdutores frontais (*woofer* e *tweeter*), utiliza-se uma grelha metálica perfurada feita de chapa de aço carbono ou alumínio (espessura de 0,8 mm). A peça é produzida por meio de estampagem metálica, processo que combina duas etapas principais: puncionamento, que cria o padrão regular de furos circulares com boa transparência acústica, e conformação, que imprime leve curvatura à chapa para ganho de rigidez estrutural e ajuste ao perfil frontal do

gabinete. Essas operações utilizam ferramentas conhecidas como matriz e punção em prensas mecânicas ou hidráulicas.

Após conformada, a grelha recebe pintura eletrostática fosca ou acetinada, assegurando proteção contra corrosão e acabamento uniforme. A fixação ocorre por encaixes ocultos ou parafusos embutidos no gabinete plástico.

4.2.4 Aplicação de estampas técnicas com serigrafia

As marcações traseiras, como identificação de entradas, polaridade, número de série e marca do produto, são aplicadas por serigrafia (*silkscreen*) diretamente na peça injetada. O processo permite alta definição de traços e boa resistência ao desgaste, além de manter o caráter técnico e discreto da interface do produto.

São utilizadas tintas à base de solvente ou UV-curável, com cores neutras como branco ou cinza-claro, contrastando com o fundo do gabinete. Áreas de aplicação são previamente planejadas na engenharia do molde, garantindo melhor aderência da tinta.

4.2.5 Logotipo em alumínio estampado

Para reforçar a identidade visual da marca, a frente do gabinete incorpora um logotipo em chapa de alumínio estampado, com acabamento escovado ou anodizado. A peça metálica, de pequenas dimensões, é colada com adesivo técnico ou encaixada em alojamento específico no molde.

Essa escolha valoriza o aspecto visual do produto, promovendo contraste entre materiais e reforçando o caráter premium do design, além de garantir boa resistência à oxidação e longevidade do acabamento metálico.

4.2.6 Inserção por fricção

Este processo é feito após a moldagem por injeção, sendo aplicado o processo de inserção por fricção (ou inserto térmico por fricção) em pontos estratégicos do gabinete. Esse processo é utilizado para fixar insertos metálicos roscados no plástico ABS, permitindo a montagem e desmontagem repetida de componentes sem desgaste da rosca plástica. A técnica consiste na aplicação de calor e movimento rotacional sobre o inserto metálico, que é pressionado contra a peça plástica. O calor gerado por fricção amolece pontualmente o polímero,

permitindo que o inserto penetre com precisão. Após o resfriamento, a peça fica com uma fixação firme e durável. Esse método é vantajoso por não exigir colas ou ancoragens complexas, além de garantir resistência mecânica elevada nas fixações (BOGDANICH, 2021). Este processo será utilizado para inserir uma rosca de fixação para utilizar o aparelho em tripés.

4.2.7 Usinagem em madeira

Para a parte de trás do produto, feita em chapa de madeira, será empregada a usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado) para a fabricação precisa da chapa de madeira. Esse processo é utilizado para realizar cortes e furos de fixação com alta precisão, garantindo o encaixe adequado entre os componentes e a estabilidade do conjunto. A escolha pela usinagem CNC em madeira se justifica pela possibilidade de produzir peças com tolerâncias bem definidas, rapidez na execução e repetibilidade no processo produtivo. Para o funcionamento dessas máquinas, de forma que execute os cortes corretamente, é comum que seja criado e importados para elas um arquivo em .dxf, comum em programas de CAD ou arquivos .SVG que são principalmente gerados por programas de vetorização como Illustrator, por exemplo.

4.3 Lista de componentes

Tabela 11 – Tabela de componentes

Item	Descrição	Material	Quantidade por unidade	Observações
1	Gabinete principal	Polímero ABS	1	Injeção plástica
2	<i>Baffle</i> posterior	Madeira	1	Acesso interno e montagem de componentes

3	<i>Front baffle</i>	Polímero ABS	1	Acabamento frontal
4	<i>Middle baffle</i>	Polímero ABS	1	Fixação para <i>drivers</i>
5	Grelha frontal protetora	Chapa metálica perfurada	1	Estampada e pintada
6	<i>Woofers</i> 3"	Cone de papel ou polipropileno	1	Somente <i>woofer</i> (sem full-range)
7	<i>Tweeter</i> tipo ribbon	Alumínio e imã	1	Alta precisão de agudos
8	Radiador passivo lateral	Borracha e membrana composta	2	Um em cada lateral
9	Placa amplificadora com <i>Bluetooth</i>	Eletrônica	1	Entrada RCA e/ou P2 + conexão <i>Bluetooth</i>
10	Fonte de alimentação 12V / 3A	Plástico + eletrônica	1	Fornecida na caixa
11	Conector de alimentação TRS	Metal + plástico	1	Padrão compatível com a fonte
12	Parafusos de fixação do <i>baffle</i> posterior	Aço zincado	4	Rosca auto atarraxante

12	Parafusos de fixação da placa e falantes	Aço zincado	12	Parafusos pequenos tipo M3
14	Parafusos de fixação <i>middle baffle</i>	Aço zincado	4	
15	Suporte do produto	Polímero ABS	1	Antivibração
16	Fixador do suporte	Aço	1	
17	Botões de controle	Polímero e eletrônicos	1	
18	Logo metálico da marca	Alumínio estampado	1	Adesivado na frente
19	Etiqueta traseira com especificações técnicas	Vinil ou policarbonato	1	Impressa via serigrafia ou adesivo técnico
20	Manual de instruções e certificado de garantia	Papel reciclado	1	Incluso na embalagem
21	Embalagem individual com divisórias internas	Papelão kraft + berço de papel	1	Proteção para transporte

Fonte: Elaboração própria (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um monitor de áudio compacto voltado para usuários que atuam de forma profissional em ambientes residenciais com espaço reduzido, como em *setups* de *home office* e *home studios*. Em parceria com a empresa WaveOne, foi possível alinhar as diretrizes do projeto à identidade visual consolidada da marca, respeitando sua linguagem formal, padrões estéticos e viabilidade produtiva.

Durante o processo, foi possível compreender de forma aprofundada as demandas do público-alvo, composto por profissionais e entusiastas da área da produção de música, audiovisual e produtores de conteúdo, que buscam soluções compactas e eficientes.

Através da metodologia GODP (Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos), adotada como base estrutural para as etapas do projeto, pude organizar e conduzir o trabalho com mais clareza e consistência. Além disso, a metodologia se destacou por incluir etapas posteriores à fabricação e comercialização do produto, como o pós-venda e a pesquisas com usuários, permitindo compreender mais profundamente o impacto e ciclo de vida do projeto.

Durante a etapa de prototipagem do produto, foram identificadas demandas técnicas que evidenciam a necessidade de ajustes no projeto. Constatou-se a importância da inclusão de canaletas nas laterais internas do gabinete, com o intuito de viabilizar de forma mais eficiente a fixação dos radiadores de graves.

Observou-se também que o posicionamento do tweeter demanda um refinamento na estrutura do *middle baffle*, a fim de aproximá-lo do *front baffle* e, conseqüentemente, possibilitar uma posição mais coerente em relação à face frontal do produto. Ademais, as grelhas metálicas frontais requerem revisões em seu detalhamento das texturas aplicadas, também deve ser incluído um encaixe no *front baffle* para melhor segurança e fixação das grelhas protetoras.

De maneira pessoal, foi extremamente gratificante ver esse projeto tomar forma. Desenvolver um produto que eu mesmo idealizava ter e poder projetá-lo do zero foi uma experiência realizadora. Os aprendizados obtidos ao longo do desenvolvimento, tanto técnicos quanto conceituais, foram valiosos. O uso de modelagem tridimensional foi fundamental para validar o encaixe preciso de todos

os componentes, e ver o resultado final com todos os elementos bem resolvidos me trouxe segurança de que este produto possui viabilidade real de implementação.

Fico satisfeito por ter conseguido atender aos requisitos e expectativas definidos no início do processo, entregando um projeto alinhado às demandas de mercado, às diretrizes da empresa parceira e ao perfil do usuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. **Censo 2022: percentual de pessoas que vivem em apartamentos cresce.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-12/um-em-cada-cinco-brasileiros-vive-em-casas-alugadas>. Acesso em: 15 jun. 2025.

AGÊNCIA BRASIL. **Setor criativo cresce 11,7% entre 2017 e 2020 no Brasil.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-07/setor-criativo-cresce-117-entre-2017-e-2020-no-brasil>. Acesso em: 15 jun. 2025.

ALIBABA. **Fita pinça fita samtronic 6ohm, 10w, 20w, super mini cinto de alumínio, neodímio triplo 40khz 86db, pinça diy, 82mm * 22mm.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Samtronic-6OHM-10W-20W-Ribbon-Tweeter_1600272864716.html. Acesso em: 30 jun. 2025.

ALIEXPRESS. **Componente eletrônico para áudio.** Disponível em: <https://www.aliexpress.us/item/1005007854740413.html>. Acesso em: 30 jun. 2025.

ALIEXPRESS. **Ghxamp 3.5 polegadas 90mm alto-falante midrange woofer gama completa chifre de alta fidelidade meados de graves cone composto borda de borracha 6ohm 20w 2 peças.** Disponível em: https://pt.aliexpress.com/item/4000266582064.html?spm=a2g0o.productlist.main.9.219e6caesX2Bty&algo_pvid=6ea66d28-bc6a-4a33-a0e8-e33e03ea47cf&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2213%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A. Acesso em: 30 jun. 2025.

ANALOG Devices, Inc. **Class D Audio Amplifiers: What, Why, and How. Analog Dialogue**, 2017. Disponível em: <https://www.analog.com/en/resources/analog-dialogue/articles/class-d-audio-amplifiers.html>. Acesso em: 9 nov. 2024.

AUDIO TEAM. *Monitor de estúdio Monkey Banana M20*. [S.l.]: **Audio Team**, [2021?]. Disponível em: https://audioteam.pt/wp-content/uploads/2021/09/m20_2a.jpg. Acesso em: 15 set. 2024.

ÁUDIO VÍDEO E CIA. **Krk Classic 8 Par De Monitores de Estúdio Ativo - 220V**. 2016. Disponível em: <https://www.audiovideoecia.com.br/audio-pro/monitor-de-estudio/krk-classc-8-par-de-monitores-de-estudio-ativo>. Acesso em: 20 maio 2024.

AUGUSTO, Daniel. **O que é Bookshelf?** 2021. Disponível em: <https://www.eosaudio.com.br/post/finding-jeans-that-truly-fit>. Acesso em: 11 ago. 2024.

BOGDANICH, Alex. ***Threaded Inserts for Plastics: Ultrasonic vs Heat vs Friction Methods***. Minneapolis: SPIROL International, 2021. Disponível em: <https://www.spirol.com>. Acesso em: 30 jun. 2025.

CENSO. **Censo 2022 indica que o Brasil totaliza 203 milhões de habitantes.**

2023. Disponível em:

<https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2023/06/censo-2022-indica-que-o-brasil-totaliza-203-milhoes-de-habitantes#:~:text=%C2%BB%20A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20pa%C3%ADs%20chegou,foi%20de%200%2C52%25..> Acesso em: 13 ago. 2024.

CHIAVE DISTRIBUIDORA (Florianópolis). **Catálogo de produtos.** 2023. Disponível em: <https://waveone.com.br/linha-waveone-profissional/>. Acesso em: 28 maio 2024.

DE SPLASH (São Paulo). **Netflix lidera no Brasil e 25% ignoram aumento de mensalidades no streaming.** 2024. Disponível em:

[https://www.uol.com.br/splash/noticias/2024/04/30/streaming-no-brasil-netflix-e-lider-e-25-ignoram-aumento-deprecos.htm#:~:text=Quase%20a%20metade%20\(49%25\),ao%20mesmo%20tempo%20\(9%25\)](https://www.uol.com.br/splash/noticias/2024/04/30/streaming-no-brasil-netflix-e-lider-e-25-ignoram-aumento-deprecos.htm#:~:text=Quase%20a%20metade%20(49%25),ao%20mesmo%20tempo%20(9%25)). Acesso em: 11 ago. 2024.

DIAS, Wesley. **Fim dos mini system: Por que não fabricam mais com antigamente.** 2024. Disponível em:

<https://amantesdeamplificadores.com.br/2024/04/por-que-pararam-de-fabricar-os-mini-system-de-qualidade>. Acesso em: 20 jul. 2024.

DICKASO, Vance. **Loudspeaker Design Cookbook.** 7. ed. Nova Iorque: Kck Media Corp., 2006. 275 p.

EVEREST, F. A.; POHLMANN, K. C. **Master Handbook of Acoustics.** 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2009.

FRONT END AUDIO. **Reftone LD-3B Active Reference Monitor.** Disponível em:

<https://www.frontendaudio.com/reftone-ld-3b-active-reference-monitor/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

FUTURE MARKET INSIGHTS. **Home Studio Equipment Market Outlook (2022 to 2032).** 2023. Disponível em:

<https://www.futuremarketinsights.com/reports/home-studio-equipment-market>. Acesso em: 15 jun. 2025.

GAALAAS, Eric. **Class D Audio Amplifiers: What, Why, and How.** 2006.

Disponível em:

<https://www.analog.com/en/resources/analog-dialogue/articles/class-d-audio-amplifiers.html>. Acesso em: 5 jan. 2025.

GALASTRI, Luciana. **Como aumentar sua produtividade ouvindo música no trabalho**. 2016. Disponível em:

<https://revistagalileu.globo.com/Life-Hacks/noticia/2014/02/dicas-para-aumentar-sua-produtividade-ouvindo-musica-no-trabalho.html>. Acesso em: 08 ago. 2024.

GENELEC. **8010A Studio Monitor Studio Technical Specifications**. Disponível em:

<https://www.genelec.com/8010a#section-technical-specifications>. Acesso em: 20 jun. 2024.

GENELEC. **How To Place Your Monitors**. Disponível em:

<https://www.genelec.com/monitor-placement>. Acesso em: 5 jan. 2025.

GITNIX. **Remote and Hybrid Work in the Entertainment Industry – Statistics and Trends 2023**. Disponível em:

<https://gitnux.org/remote-and-hybrid-work-in-the-entertainment-industry-statistics/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

HILL, Geoff. **Loudspeaker Modeling and design, a practical introduction**. Nova Iorque: Routledge, 2019. 345 p.

HOME THEATER E CASA DIGITAL. **Home Theater: por que a posição das caixas é tão importante**. 2024. Disponível em:

<https://www.hometheater.com.br/portal/2024/10/11/home-theater-por-que-a-posicao-das-caixas-e-tao-importante/#:~:text=Manter%20a%20dist%C3%A2ncia%20m%C3%ADnima%20entre,do%20que%20m%20entre%20si..> Acesso em: 10 dez. 2024.

HUBER, D. M.; RUNSTEIN, R. E. **Modern Recording Techniques**. 9. ed. New York: Routledge, 2017.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Pesquisa inédita do IBGE mostra que 7,4 milhões de pessoas exerciam teletrabalho em 2022**. 2023.

Disponível em:

[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38159-pesquisa-inedita-do-ibge-mostra-que-7-4-milhoes-de-pessoas-exerciam-teletrabalho-em-2022#:~:text=Em%202022%2C%20cerca%20de%207,\(TIC\)%20em%20suas%20atividades..](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38159-pesquisa-inedita-do-ibge-mostra-que-7-4-milhoes-de-pessoas-exerciam-teletrabalho-em-2022#:~:text=Em%202022%2C%20cerca%20de%207,(TIC)%20em%20suas%20atividades..) Acesso em: 10 ago. 2024.

IP AUDIO. **ILoud Micro - A Look Inside 4K**. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=TZn4qZO-AGs>. Acesso em: 15 jun. 2025.

JIGA. **ABS Injection Molding Explained**. Disponível em:

<https://jiga.io/injection-molding/abs-injection-molding/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

JULIATO, Eduardo. **7 Dicas Matadoras sobre Posicionamento dos Monitores para Você Melhorar 78% da Acústica em seu Home-Studio**. 2017. Disponível em:

https://topprodutor.com.br/como_melhorar_acustica/. Acesso em: 1 jan. 2025.

KLIPPEL, Wolfgang. **Avaliação objetiva e subjetiva de Rub & Buzz e outras distorções irregulares de alto-falante**. 2011. Disponível em: https://www.klippel.de/fileadmin/klippel/Files/Portuguese_Material/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20objetiva%20e%20subjetiva%20de%20Rub%20%26%20Buzz%20e%20o%20utras%20distor%C3%A7%C3%B5es%20irregulares%20de%20alto-falante.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

LARSON, James. **Understanding Loudspeaker Review Measurements Part II**. Disponível em: <https://www.audioholics.com/loudspeaker-design/loudspeaker-measurements-2>. Acesso em: 3 jan. 2025.

MARRA, Renan. **Imóveis encolhem para caber no bolso e no estilo de vida do morador**. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2019/11/imoveis-encolhem-para-caber-no-bolso-e-no-estilo-de-vida-do-morador.shtml>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MASSA CINZENTA. **Qual é o tamanho médio da casa própria do brasileiro?** 2022. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/qual-e-o-tamanho-medio-da-casa-propria-do-brasileiro/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <https://ngd.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/03/e-book-godp.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

MIDJOURNEY. *Midjourney [inteligência artificial]*. San Francisco, CA: Midjourney, 2025. Disponível em: <https://www.midjourney.com/>. Acesso em: 24 mai. 2025.

MURPHY, John L. **Introduction to Loudspeaker**. 2. ed. [S. L.]: True Audio, 2014. 224 p.

NO AUDIOPHILE. **IK Multimedia iLoud Micro Monitor Review**. Disponível em: https://noaudiophile.com/IK_Multimedia_iLoudMM/. Acesso em: 20 jul. 2024.

OPENAI. *ChatGPT [inteligência artificial]*. São Francisco, CA: OpenAI, 2025. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 05 mai. 2025.

PROTOLABS. **ABS Material for Injection Molding**. Disponível em: <https://www.protolabs.com/materials/abs/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

RBMT – Revista Brasileira de Medicina do Trabalho. **Repercussões do trabalho remoto na saúde dos trabalhadores brasileiros**. v. 21, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.rbmt.org.br/details/1673/en-US>. Acesso em: 15 jun. 2025.

REFTONE. **Active LD-3B Easy Setup**. Disponível em <https://reftone.com/support/active-ld-3b-easy-setup/>. Acesso em: 30 jun 2025.

REIS, Fábio dos. **Projeto de Peças Plásticas**: Manual de boas práticas para projeto e desenvolvimento de produtos plásticos. 2. ed. São Paulo: Érica, 2016.

ROLLING STONE. **As COVID-19 Lockdowns Continue, Home Recording Gear Sales Surge**. Rolling Stone, 2020. Disponível em: <https://www.rollingstone.com>. Acesso em: 30 jun. 2025.

STATISTA. **Home Office Furniture – Brazil**. 2024. Disponível em: <https://www.statista.com/outlook/cmo/furniture/home-office-furniture/brazil>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SECOVI-SP. **Anuário do Mercado Imobiliário 2022**. São Paulo: SECOVI-SP, 2023. Disponível em: <https://secovi.com.br/wp-content/uploads/2023/05/anuario-mercado-imobiliario-2022.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2023.

SILVA, A. L.; OLIVEIRA, M. G.; PEREIRA, J. C. Trabalho remoto no Brasil: um panorama do pós-pandemia. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 457-466, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2025.v30n2/e08032023/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SMOOT, Jeff. **Understanding Audio Frequency Range in Audio Design**. Disponível em: <https://www.sameskydevices.com/blog/understanding-audio-frequency-range-in-audio-design>. Acesso em: 5 jan. 2025.

SOME GRAY THINGS. **Industrial Design Trends 2025**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=kfU23zS_qVk. Acesso em: 26 maio. 2025.

SONOS (Estados Unidos). **What Is Hi-Fi Audio? A Beginner's Guide**. [2018]. Disponível em: <https://www.sonos.com/en-us/blog/what-is-hi-fi-audio>. Acesso em: 18 ago. 2024.

SWCPU. **ABS Injection Molding Process Guide**. 2023. Disponível em: <https://www.swcpu.com/blog/abs-injection-molding-process/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

THOMAS, Dieter W. **Plásticos: Tecnologia dos materiais e processos de fabricação**. São Paulo: Hemus, 2001.

TRUMOULD. **ABS Plastic Injection Molding**. Disponível em: <https://trumould.com/abs-plastic-injection-molding/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. **Projeto e Desenvolvimento de Produtos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

VASCONCELOS, Maria Teresa Alves de Magalhães e. **O DESIGN COMPACTO**. 2009. 139 f. Tese (Mestrado) - Curso de Escola Superior de Artes e Design, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009. Cap. 7. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58716/1/000135004.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.


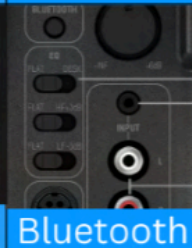
VILAROUCA, Marcelo Grijó. **PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ELETRO-ELETRÔNICO FOCADO NO VALOR: UM ESTUDO DE CASO**. 2008. 11 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Enegep, Rio de Janeiro, 2008. Cap.

WHITE, P. **Home Recording Made Easy**. London: Sanctuary Publishing, 2010.

APÊNDICES

Apêndice A – Análise de mercado








Modelos	Yamaha HS5	KRK RP5 Rokit 5 G4	Adam Audio t5v	AAT BSF-70	IK lloud
Componentes incluídos	<ul style="list-style-type: none"> Cabo de força, Manual de uso 	<ul style="list-style-type: none"> --- 	<ul style="list-style-type: none"> Add here Add here Add here 	<ul style="list-style-type: none"> ----- 	<ul style="list-style-type: none"> Add here Add here Add here
Dimensão woofer e tweeter (polegadas)	<ul style="list-style-type: none"> 5" 	<ul style="list-style-type: none"> 5.25" e 254mm 	<ul style="list-style-type: none"> 5" Tweeter de fita 1.9" 	<ul style="list-style-type: none"> 5.25" e 1" 	<ul style="list-style-type: none"> 3" e 3/4"
Preço	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 4.000 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 4.290 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 4.459,98 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 3.135 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 3.179
Tipo de controlador	switch e knob		switch e knob	-----	know e switch
Conexões					
Dimensão e peso	<ul style="list-style-type: none"> 17 x 17 x 28,5 cm 7,2 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 24.1 x 19.1 x 28.4 cm 4,8kg 	<ul style="list-style-type: none"> 29,7 x 17,8 x 29,7 cm 5,72 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 24,4 x 17 x 28 cm 3,9 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 13,5 x 9 x 18 cm 1,72 kg
Potência	<ul style="list-style-type: none"> 70W 	<ul style="list-style-type: none"> 55W 	<ul style="list-style-type: none"> 70W 	<ul style="list-style-type: none"> 50W 	<ul style="list-style-type: none"> 50W

Bluetooth






Modelos					
Modelos	Silver 100 7G	Q acoustics M20 HD	Genelec 8010A	JBL 1 series	Edifier Airpulse A80
Componentes incluídos	----	----	Inclui suporte de mesa		1 Manual 1 Controle remoto 1 Cabo link (Ligação entre caixas) – 3 Mt 1 Cabo USB 1,7 Mt 1 Cabo RCA – P2 1 Cabo RCA – RCA – 1 1 Cabo ótico – 1,5 Mt 1 Cabo Energia
Dimensão woofer e tweeter	• 8" e 25 mm	• 125 mm e 22 mm	• 76 mm e 19 mm	• 4,5" e 0,75" (15mm)	• 4,5" e tweeter de fita
Preço	• R\$ 7.390	• R\$ 7.999	• R\$ 4.199 un	• R\$ 1.319	• R\$ 4.499
Tipo de controlador	---	botões	chave	---	knobs
Conexões		 Bluetooth	 Bluetooth	 Bluetooth 5.0	 Bluetooth 5.0
Dimensão e peso	• 37,5 x 23 x 33,2 cm • 9,4 kg	• 27,9 x 17 x 29,6 cm • 5,1 kg	• 247 x 153 x 124 mm	• 19 x 13,28 x 20,19 cm; • 2,06 kg	• 140x250x220mm • 9,3 kg
Potência	• 120W	• 65W	• 25W + 25W	• 30W + 30W	• 50W

Modelos



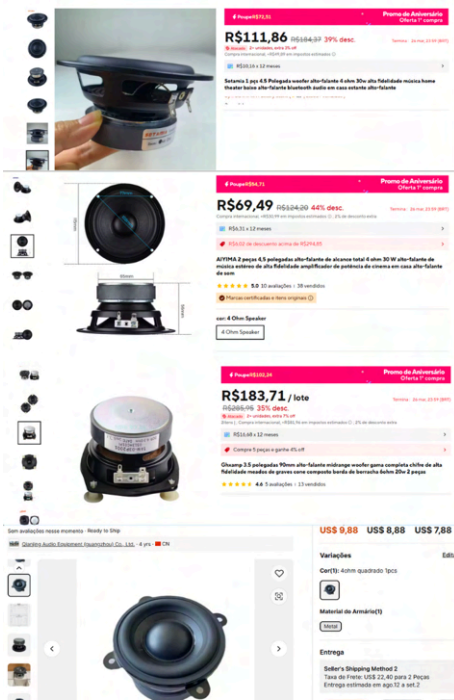
Modelos	Edifier R1000T4	KEF ISX	Edifier R1280DB	HIVI SWAM OS-10	Klipsch R-40PM
Componentes incluídos	1-Coluna Ativa 1-Coluna Passiva 1-Cabo de ligação das colunas 1-Cabo de ligação de áudio de P2(3.5mm) para RCA duplo 1-Cabo de áudio (RCA – RCA estéreo) 1-Manual	Controle remoto, Guia de início rápido, 1 conjunto de cabos de alimentação, 1 par de alto-falantes LSX II, 1 cabo interalto-falante, controle remoto	01-Coluna Passiva 01-Coluna Ativa 01-Controle Remoto 01-Cabo p2(3.5mm)-RCA 01-Cabo Dual RCA 01-Cabo Optical 01-Manual de Instruções		
Dimensão woofer e tweeter (polegadas)	<ul style="list-style-type: none"> 4" e 1,2" 	<ul style="list-style-type: none"> Add here Add here Add here 	<ul style="list-style-type: none"> Add here Add here Add here 	<ul style="list-style-type: none"> 4" e 20mm 	<ul style="list-style-type: none"> 4"
Preço	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 749 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 8.899 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 1.115 	<ul style="list-style-type: none"> R\$ 2.400 	<ul style="list-style-type: none"> US\$ 199
Tipo de controlador	knob	controle remoto	controle remoto e knobs	controle remoto e painel touch	controle remoto
Conexões		 <p>Wi-Fi AirPlay</p>	 <p>Bluetooth</p>	 <p>Bluetooth</p>	
Dimensão e peso	<ul style="list-style-type: none"> 14,8 x P 19,8 x A 23,3 cm 3,76Kg 	<ul style="list-style-type: none"> 18,03 x 15,49 x 24,13 cm; 10,43 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 14,6 x P 19,6 x A 23,4 cm 4,92Kg 	<ul style="list-style-type: none"> 19 x 13,28 x 20,19 cm; 4,2 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 30 x 14,5 x 26 cm
Potência	<ul style="list-style-type: none"> 24W 	<ul style="list-style-type: none"> 200W 	<ul style="list-style-type: none"> 42W 	<ul style="list-style-type: none"> 62W 	<ul style="list-style-type: none"> 70W



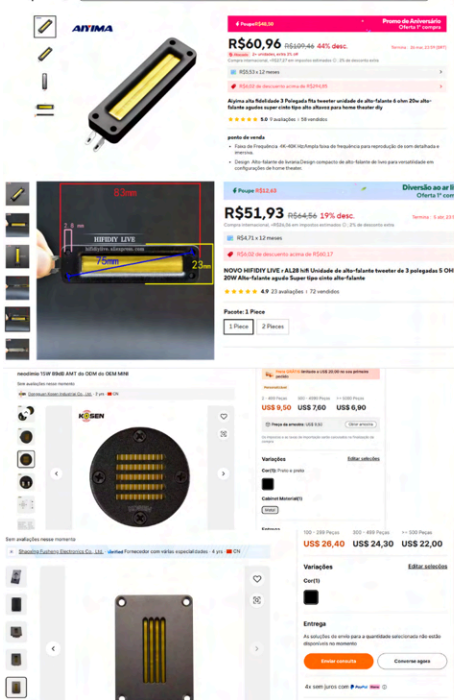
Modelos	Adam Audio D3V	Edifier MR4	Tomate MTS 2026	Vanatoo Transparent Zero	Kanto ORA
Componentes incluídos	<ul style="list-style-type: none"> • Suporte de mesa 	<ul style="list-style-type: none"> • Cabo P2 • Cabo RCA • Cabo link 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle remoto • Cabo P2/RCA • Cabo óptico • Fonte Bivolt automática 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle remoto 	<ul style="list-style-type: none"> • ---
Dimensão woofer e tweeter	<ul style="list-style-type: none"> • 3,5" (3,5" radiador passivo) e D-ART Tweeters 	<ul style="list-style-type: none"> • 4" e 1" 	<ul style="list-style-type: none"> • 116 e 13 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • 4" (4" radiador passivo) e 1" 	<ul style="list-style-type: none"> • 3" e 3/4"
Preço	<ul style="list-style-type: none"> • US\$ 299,99 	<ul style="list-style-type: none"> • R\$ 999,00 	<ul style="list-style-type: none"> • R\$ 639,90 	<ul style="list-style-type: none"> • US\$ 299,99 	<ul style="list-style-type: none"> • US\$ 349,99
Tipo de controlador	switch	knob	knob	knob	know
Conexões					
			Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth
Dimensão e peso	<ul style="list-style-type: none"> • 200 x 114 x 241 mm • 5,64 kg. 	<ul style="list-style-type: none"> • 150 x 230 x 200 mm • 5,3 kg 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 x 155 x 190 mm • 3,75 kg 	<ul style="list-style-type: none"> • 190,5 x 120,65 x 196,85 mm • 2,4 kg 	<ul style="list-style-type: none"> • 142 x 99 x 175 mm • 2. kg
Potência	<ul style="list-style-type: none"> • 80W 	<ul style="list-style-type: none"> • 21W + 21W 	<ul style="list-style-type: none"> • 100W 	<ul style="list-style-type: none"> • 48W + 48W 	<ul style="list-style-type: none"> • 100W

Apêndice B – Pesquisa de mercado de componentes

 <p>R\$76,39 <small>R\$103,63 35% desc.</small></p> <p>50W+50W</p>	<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005004993773033.html?spm=a2g0o.productlist.main.21.17966214ooselV&algo_pvid=54a927f2-4a5b-4fb7-a855-e154bb112f9&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%228%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>
 <p>R\$8,71 <small>R\$9,47 8% desc.</small></p> <p>Promo de Aniversário</p>	<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005008618305153.html?spm=a2g0o.productlist.main.39.17966214ooselV&aem_p4p_detail=20250319183236115186266093624001094023&algo_pvid=54a927f2-4a5b-4fb7-a855-e154bb112f9&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22-1%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparamurl=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=2025031918323611518626609362400001094023_5</p>
 <p>R\$38,39 <small>R\$42,43 10% desc.</small></p> <p>Placa HiFi Amplificador de Potência Alta Fidelidade, 2.0 Canal, TDA7316, 40W + 40W</p>	<ul style="list-style-type: none"> https://pt.aliexpress.com/item/1005006240825815.html?spm=a2g0o.productlist.main.3.17966214ooselV&algo_pvid=54a927f2-4a5b-4fb7-a855-e154bb112f9&algo_exp_id=54a927f2-4a5b-4fb7-a855-e154bb112f9-1&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%222%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_n_pi=4%40dis%21BRL%2142.63%2138.39%21%21%217.14%216.43%21%402101c72a17424343568504356eb3bl%212000036428239345%21sea%21BR%210%21ABX&curPageLogUid=bBo65AKhpWYG&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A
 <p>R\$54,09 <small>R\$68,99 30% desc.</small></p> <p>Wegow diy alto falantes 162777 placa de amplificador audio 50w+2 duplo canal estereo estereo amplificador potência de soma 12V fonte alimentação</p>	<ul style="list-style-type: none"> https://pt.aliexpress.com/item/1005002431821048.html?spm=a2g0o.productlist.main.3.1b6321e20H7NoR&algo_pvid=23864e21-dbb3-4b79-9351-e4cd132b3a25&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22-1%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A
 <p>R\$267,94</p> <p>Placa amplificadora de potência de fibra estereo, 2.0 remota digital com fibra optica, essai, Bluetooth, entrada 33A, potência 50w+2</p>	<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005002388823069.html</p>
 <p>R\$226,29 <small>R\$266,79 1% desc.</small></p> <p>HiFi 4+2E Channel Speaker Amplifier Board, Audio TPA321A, 200W x 2, Poder Bluetooth 4.2.2.0</p>	<p>https://pt.aliexpress.com/item/4001191346282.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailBottomMoreOtherSeller.125a19MYj9MYj68&gps-id=pcDetailBottomMoreOtherSeller&scm=1007.40196.435771.0&scm_id=1007.40196.435771.0&pvid=00e6bb23-6788-4d28-9b94-e00f95840eda&_t=gps-id:pcDetailBottomMoreOtherSeller.scm-url:1007.40196.435771.0.pvid:00e6bb23-6788-4d28-9b94-e00f95840eda.tpp_buckets:668%232846%238109%231935&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2218%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22scenel%22%3A%2230050%22%7D&utparam-url=scene%3ApcDetailBottomMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A</p>
 <p>Para a superfície de apoio</p>	<ul style="list-style-type: none"> https://www.frontendaudio.com/reftone-ld-3b-active-reference-monitor/
<ul style="list-style-type: none"> Para smartphones e computadores <p>Equalizaçã o flat e equalizaçã o agradável</p>	<ul style="list-style-type: none"> https://pt.aliexpress.com/item/1005002431821048.html?spm=a2g0o.productlist.main.3.1b6321e20H7NoR&algo_pvid=23864e21-dbb3-4b79-9351-e4cd132b3a25&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22-1%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A



<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005008428546643.html?spm=a2g0o.productlist.main.9.7b4f1809T9Lqpz&algo_pvid=28e59211-0c7c-41d9-b9d5-3afe752b9d11&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%22%22%2C%22eval%22%3A%21%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		
<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005004221435479.html?spm=a2g0o.productlist.main.51.7b4f1809T9Lqpz&algo_pvid=28e59211-0c7c-41d9-b9d5-3afe752b9d11&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2238%22%2C%22eval%22%3A%21%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		
<ul style="list-style-type: none"> https://pt.aliexpress.com/item/4000266582064.html?spm=a2g0o.productlist.main.9.219e6caesX2Bty&algo_pvid=6ea66d28-bc6a-4a33-a0e8-e33e03ea47cf&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2213%22%2C%22eval%22%3A%21%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A 		
<ul style="list-style-type: none"> https://www.alibaba.com/product-detail/KYSLB-20-50W-3-25-Inch_1601408225414.html?spm=a2700.details.popular_products.9.531716dcukkPr3 		



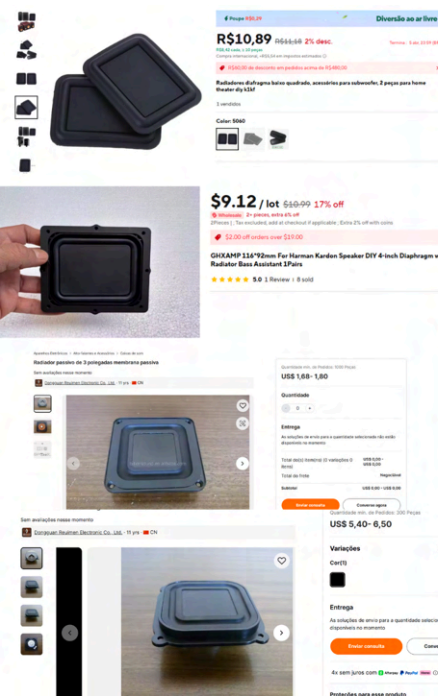
<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005002635086050.html?spm=a2g0o.productlist.main.21.3fe6e2D9e2D9mD&algo_pvid=1a638c85-98eb-4ba7-a0a7-838c33aa995c&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2260%22%2C%22eval%22%3A%21%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		
<p>https://pt.aliexpress.com/item/32847941747.html?spm=a2g0o.productlist.main.45.25994ac4LUJ75p&algo_pvid=07889878-0ab3-4cbf-8a5e-49d7c404c07d&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%2211%22%2C%22eval%22%3A%21%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		
<ul style="list-style-type: none"> https://www.alibaba.com/product-detail/OEM-ODM-Neodymium-15W-89dB-AMT_1601193188797.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.42a613aOfWBuRh 		
<ul style="list-style-type: none"> https://www.alibaba.com/trade/search?spm=a2700.product_home_newuser.home_new_user_first_screen_fy23_pc_search_bar.keydown__Enter&tab=all&SearchText=tweet 		



<p>https://www.alibaba.com/product-detail/Samtronic-6OHM-10W-20W-Ribbon-Tweeter_1600272864716.html?utm_source=chatgpt.com</p>		
--	--	--



<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005002629163329.html?spm=a2g0o.productlist.main.27.248625d12Jjndq&algo_pvid=d32d41a9-4e01-4361-a94a-a7f23edfe723&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%23%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		
<p>https://pt.aliexpress.com/item/32779806867.html?spm=a2g0o.productlist.main.65.d6a9b768VN3Cf&algo_pvid=76d7c65f-a568-485a-8e7e-e5ed06c41cd&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%23%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		
<ul style="list-style-type: none"> https://pt.aliexpress.com/item/1005006803533129.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.2.83ad45wh45whcP&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=100740050.354490.0&scm-url=100740050.354490.0&pvid=1338683f-b207-46f3-a466-ade12692fbf2&_t=gsps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller.scm-url=100740050.354490.0.pvid1338683f-b207-46f3-a466-ade12692fbf2.tpp_buckets:668%232846%238112%231997&isseo=y6pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%23%22%2C%22eval%22%3A%23%22%2C%22scenel%22%3A%230050%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21BR%2127.08%2100.39%21%2%2120.85%2116.47%21%402103273e1743451310723770e223b%2112000038356495767%21rec%21BR%21%21ABX&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A 		
<ul style="list-style-type: none"> https://pt.aliexpress.com/item/100500728356712.html?spm=a2g0o.detail.pcDetailTopMoreOtherSeller.4.716cAyd4Ayd4Ag&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=100740050.354490.0&scm-url=100740050.354490.0&pvid=1b07d53-568f-4ba3-ada5-810796f5a6a6&_t=gsps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller.scm-url=100740050.354490.0.pvid1b07d53-568f-4ba3-ada5-810796f5a6a6.tpp_buckets:668%232846%238112%231998&isseo=y6pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%23%22%2C%22eval%22%3A%23%22%2C%22scenel%22%3A%230050%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21BR%2158.69%2158.69%21%2%2169.92%2169.92%21%402103273e1743451310723770e223b%2112000040064706824%21rec%21BR%21%21ABX&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A 		




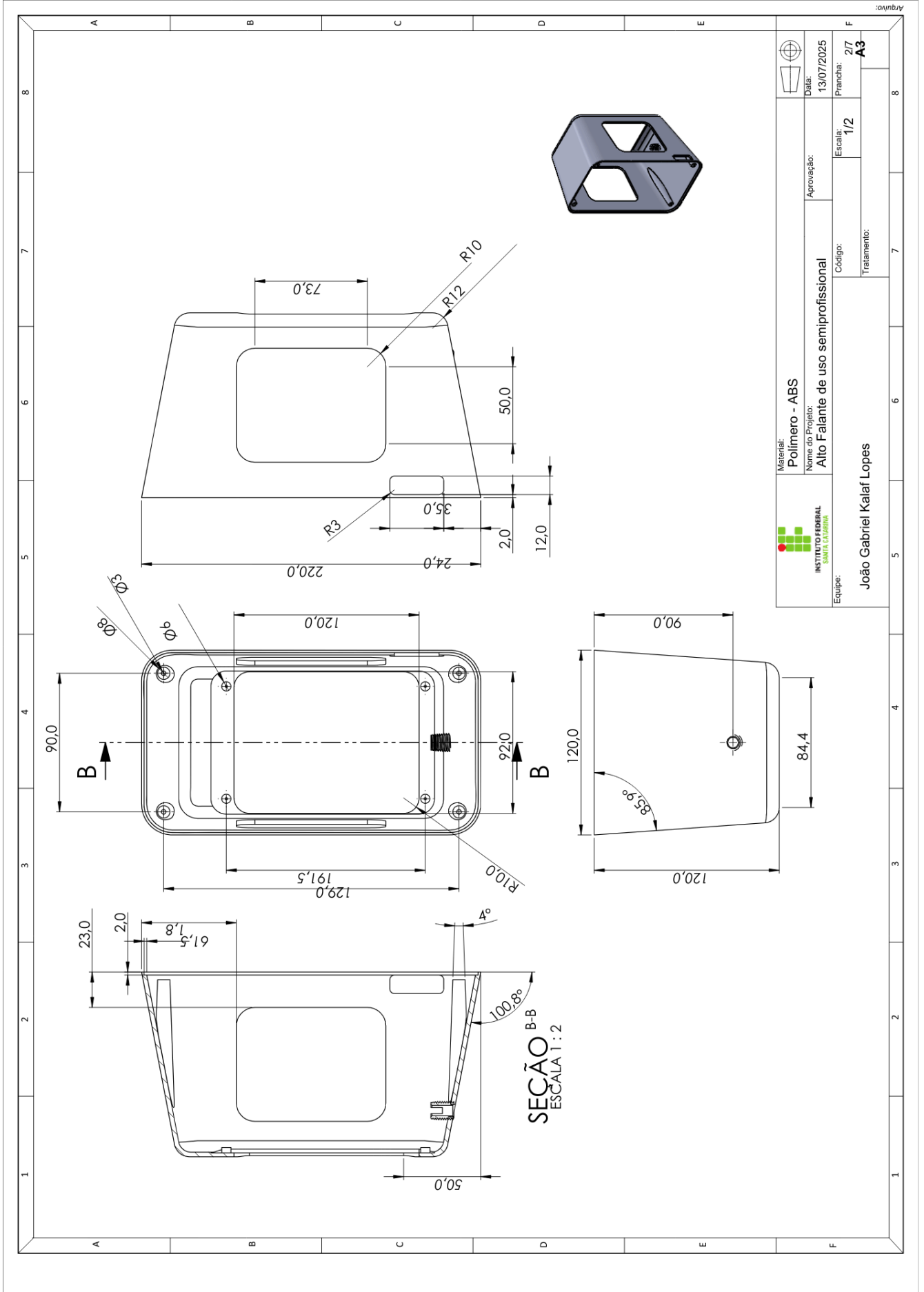
<p>https://pt.aliexpress.com/item/1005006837555896.html?spm=a2g0o.productlist.main.3.6d31TvJ2TvJ2LW&algo_pvid=9c0cf875-97e7f1b9d4d8&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>	Estético	Material
<p>https://www.aliexpress.us/item/3256807668425661.html?spm=a2g0o.productlist.main.37.648f12caIDKTE&algo_pvid=224d264f-3ef9-42a6-ab00-34bdd98b28d4&algo_exp_id=224d264f-3ef9-42a6-ab00-34bdd98b28d4-18&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%228%22%2C%22eval%22%3A%221%22%7D&pdp_npi=4%40dis%21USD%2110.99%219.12%21%2110.99%219.12%21%402101c59517435563593696694e3668%2112000042553377616%21sea%21US%210%21ABX&curPageLogId=grMqr5LbOCgN&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A</p>		<ul style="list-style-type: none"> Alumínio ou polímero
<ul style="list-style-type: none"> https://www.alibaba.com/product-detail/3-inch-passive-radiator-passive-membrane_60507417994.html?utm_source=chatgpt.com 		
<ul style="list-style-type: none"> https://www.alibaba.com/product-detail/Mini-Flat-Rechargeable-Speaker_6028191696.html?spm=a2700.details.you_may_like.174751dc07Z1Bjv 		

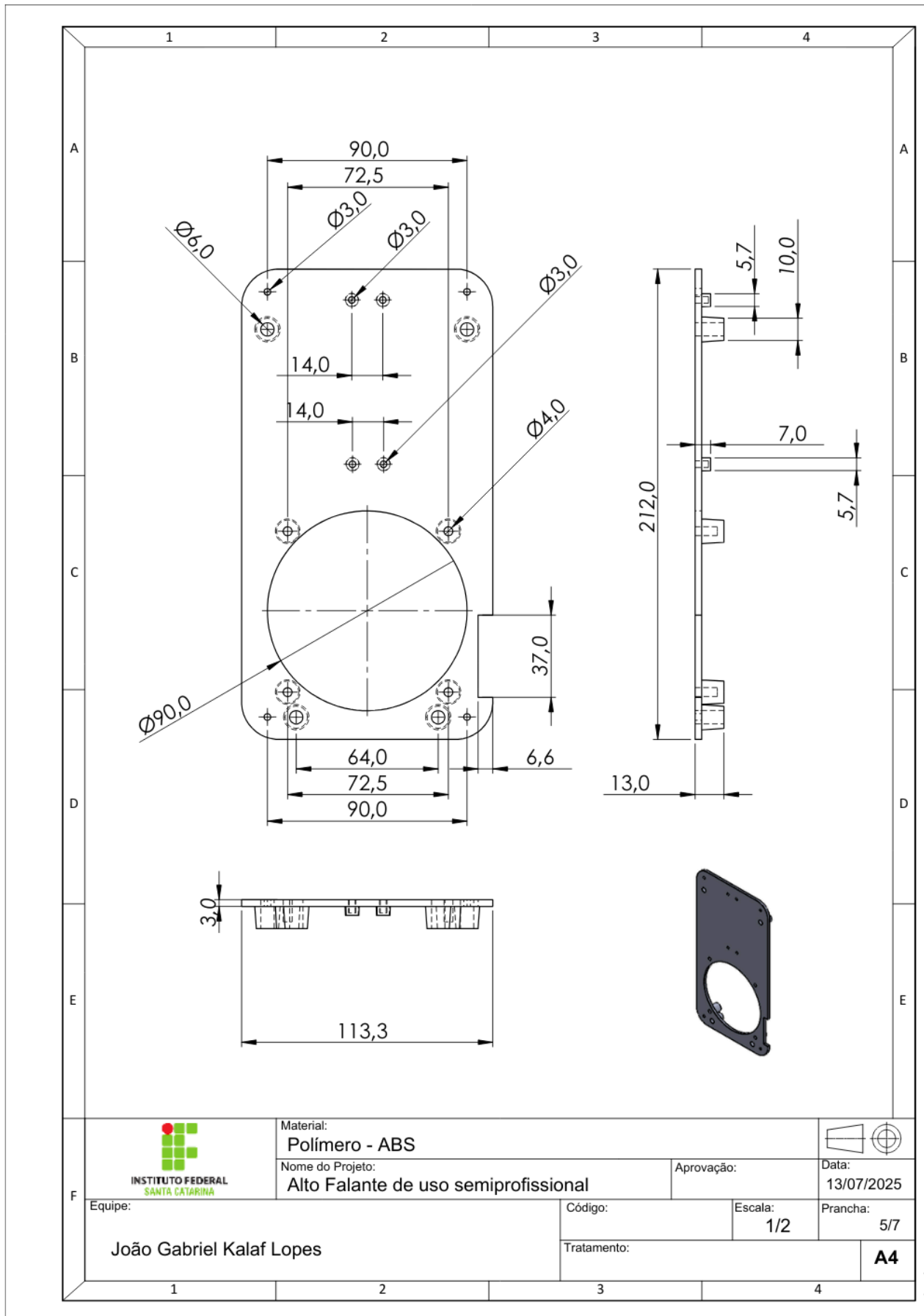
Apêndice C – Desenhos técnicos



1	Gabinete
2	Front Baffle
3	Back Baffle
4	Middle Baffle
5	Control/Menu
6	Tweeter de Fita
7	Amplificador
8	Pé
9	Parafuso fixação Pé
10	Tela Acabamento
11	Radiadores Passivos
12	Woffler 6,5"

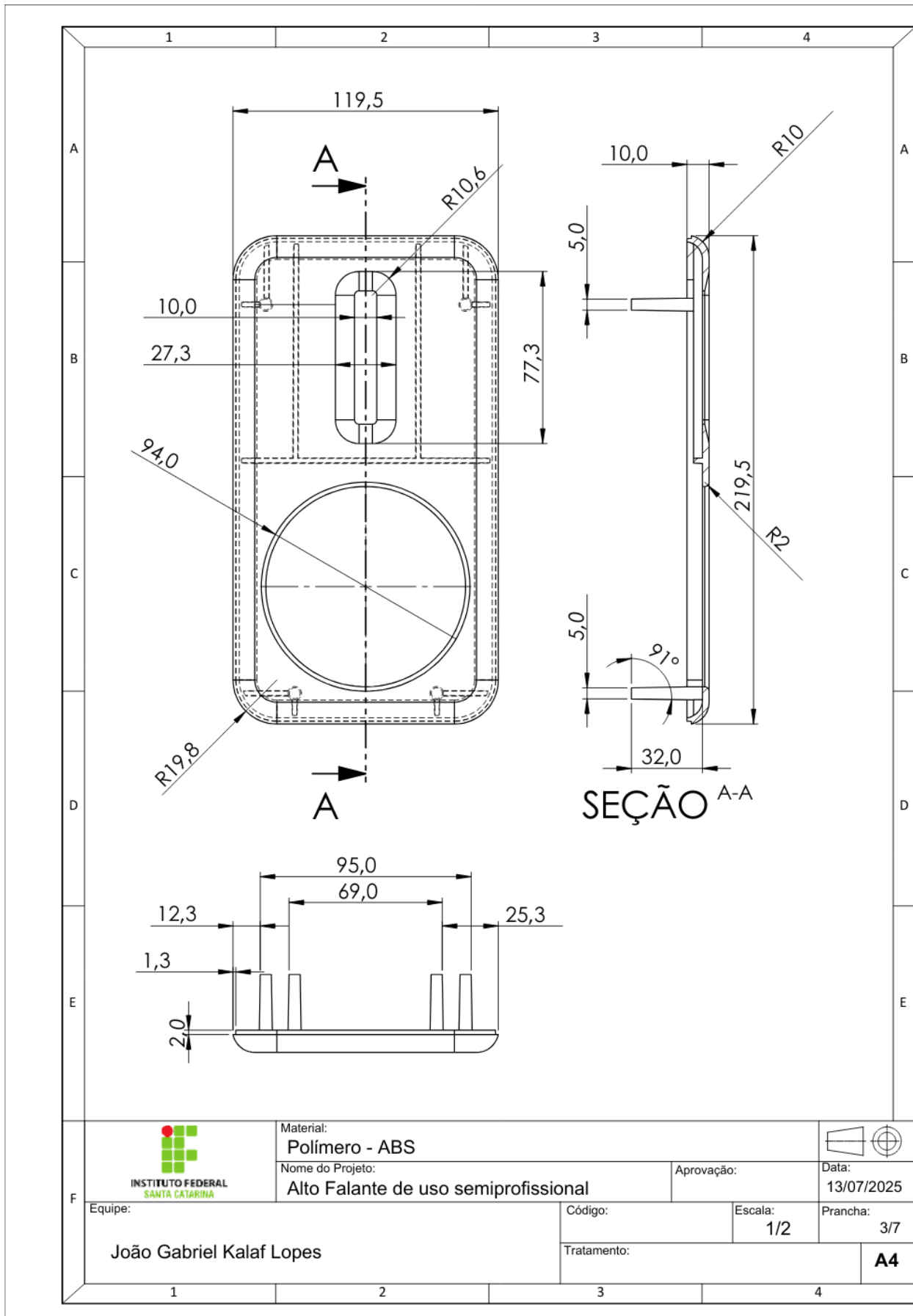
Material:



	
Nome do Projeto:	Alto Falante de uso semiprofissional
Data:	13/07/2025
Escala:	1/10
Francha:	1/7
Tratamento:	A3
Equipo:	João Gabriel Kalaf Lopes

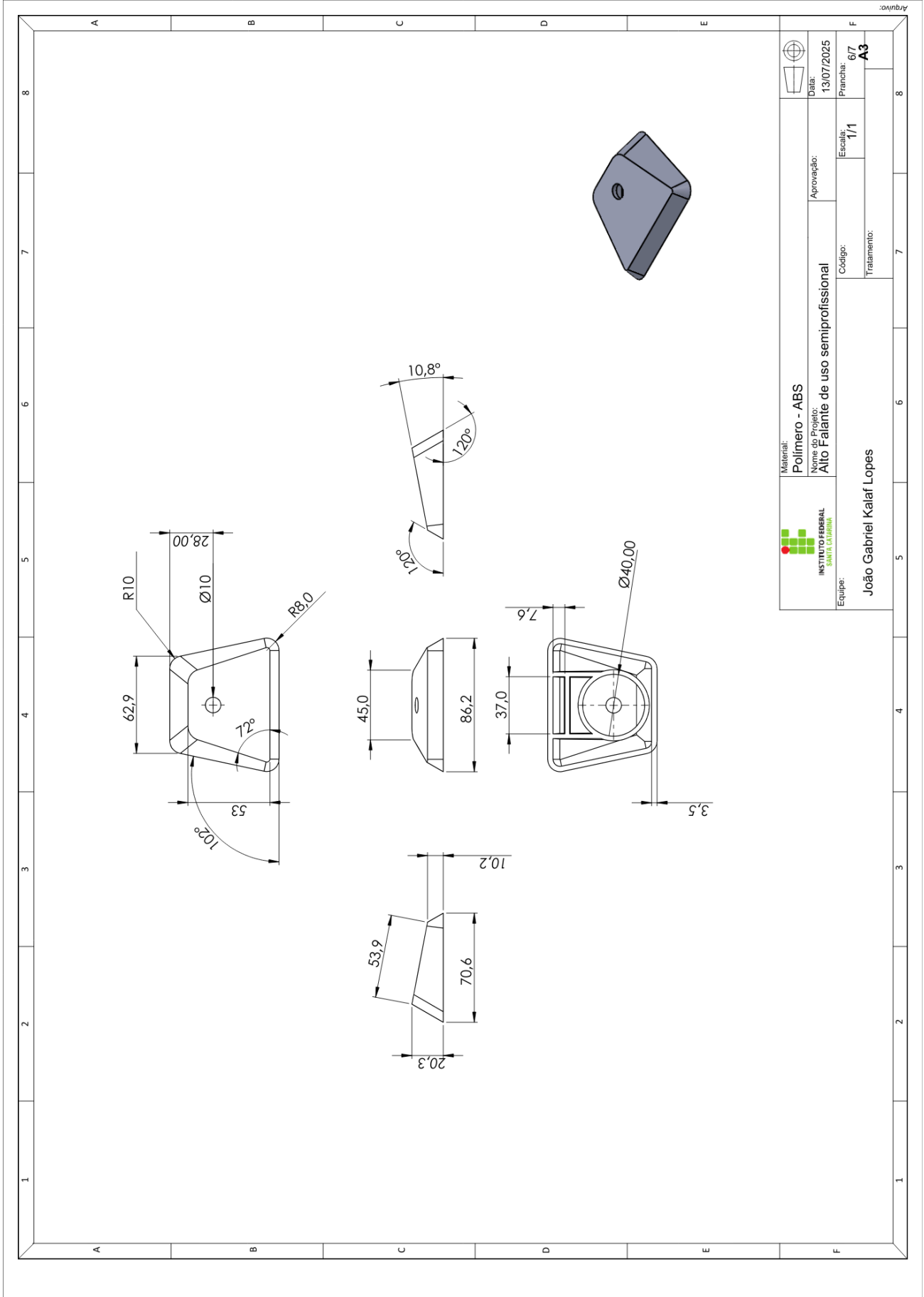




 <p>INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA</p>	Material: Polímero - ABS		
	Nome do Projeto: Alto Falante de uso semiprofissional		
Equipe: João Gabriel Kalaf Lopes		Código:	Data: 13/07/2025
		Escala: 1/2	Prancha: 5/7
		Tratamento:	A4



 <p>INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA</p>	<p>Material: Polímero - ABS</p>		
	<p>Nome do Projeto: Alto Falante de uso semiprofissional</p>	<p>Aprovação:</p>	<p>Data: 13/07/2025</p>
<p>Equipe: João Gabriel Kalaf Lopes</p>	<p>Código:</p>	<p>Escala: 1/2</p>	<p>Prancha: 3/7</p>
	<p>Tratamento:</p>	<p>A4</p>	



		Material: Polímero - ABS	
Nome do Projeto: Alto Falante de uso semiprofissional		Aprovação:	
Equipe: João Gabriel Kalaf Lopes		Data: 13/07/2025	
Código:		Pranchas: 6/7	
Tratamento:		Escala: 1/1	
		F A3	

Arquivo:

