

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Escola de Belas Artes
Departamento de Desenho Industrial
Curso de Desenho Industrial
Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

Violino Elétrico Korê



Fabricio Fraga e Oliveira

Rio de Janeiro
2021

Violino Elétrico Korê

II

Fabricio Fraga e Oliveira

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial/Habilitação em Projeto de Produto.


Aprovado por:



Prof. Dr. Roosevelt da Silva Teles
Orientador



Prof. Dr. Valdir Ferreira Soares



Prof. Dr. Marcos Henrique de Guimarães Oliva

Rio de Janeiro
2021

CIP - Catalogação na Publicação

OO48v Oliveira, Fabricio
 Violino Elétrico Korê / Fabricio Oliveira. --
Rio de Janeiro, 2021.
 82 f.

 Orientador: Roosevelt Telles.
 Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2021.

 1. Instrumentos Musicais. 2. Luteria. I. Telles,
Roosevelt, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

À todos os entusiastas de instrumentos musicais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Dennize, minha mãe, que sempre me ajudou em todos os aspectos da minha vida incluindo a faculdade. À minha amiga Virgínia, companheira de turma durante toda a graduação, que me acompanhou nessa trajetória e foi importantíssima para eu ter conseguido perseverar durante varios momentos difíceis. Ao professor Roosevelt, por ter aceitado o convite para ser meu orientador. Aos meus colegas de orientação Thomaz, Lucas e Marcello, com quem tive trocas de conhecimento que tornou o trabalho mais fácil. Aos meus amigos pessoais Arthur, Bernardo, Camila, Carolina, Daniel, Gabriel, Isabela, Luana, Mayra e Natasha, por estarem comigo em todos os momentos que precisei e dar assistência emocional. Ao violinista Eduardo, que me deu uma consultoria e acompanhou com entusiasmo o projeto

Muito obrigado.

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Violino Elétrico Korê

Fabricao Fraga e Oliveira

Julho de 2021

Orientador: Roosewelt da Silva Teles

Departamento de Desenho Industrial / Projeto de Produto

RESUMO

O violino elétrico é uma evolução do violino acústico. Ele possui um enorme potencial sonoro devido a sua forma de tocar, unindo diversas técnicas tradicionais das cordas friccionadas aos efeitos. Ele está inserido em diversos gêneros musicais pelo mundo, mas ainda é pouco conhecido no Brasil.

A escassez do instrumento no mercado nacional criou a oportunidade de abordar esse problema como projeto de graduação, com a finalidade de desenvolver um modelo de violino elétrico que além de atender as necessidades contemporâneas do músico, também desperte o interesse de quem não o conhece.

Este relatório documenta todo o processo de criação e desenvolvimento do projeto até seu resultado final, utilizando os conhecimentos adquiridos no curso de Desenho Industrial/Projeto de Produto ao longo dos anos de formação.

Abstract of the graduation project presented to Industrial Design Department of the EBA/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor in Industrial Design.

Violino Elétrico Korê

Fabricao Fraga e Oliveira

July 2021

Advisor: Roosewelt da Silva Teles

Department: Industrial Design / Project of Product

ABSTRACT

The electric violin is an evolution from the acoustic one. It has an enormous sound potential due to its form of playing, bringing together the classic frictioned strings technics and the effects from electric instruments. It's part of many music genres around the world, but it's still unpopular in Brazil.

The scarcity of the instrument in the national market created the opportunity to address this problem as a graduation project, with the goal set to developing an electric violin that, in addition to meeting the contemporary musician needs, also arouses the interest of those who do not know the instrument.

This report documents the entire process of creating and developing the project until its final result, using the knowledge acquired in the Industrial Design/Product Design course over the years of formation.

LISTA DE ABREVIATURAS

ESIC: Electro Stringed Instrument Corporation

NSIC: National String Instrument Corporation

BTS: Barbera Transducer System

MIDI: Musical Instrument Digital Interface

BLaC: Bambu laminado colado

LISTA DE IMAGENS

Figura 1: Show da banda Yellowcard.....	3
Figura 2: Etapas da metodologia Munari.....	5
Figura 3: Postura do violinista.....	8
Figura 4: Partes do violino.....	9
Figura 5: Jimmy Page tocando guitarra com um arco de violino.....	10
Figura 6 : Rebab.....	11
Figura 7: Lira bizantina.....	12
Figura 8: Viola da gamba.....	13
Figura 9: Viola da braccio.....	13
Figura 10: Violino.....	14
Figura 11: Professor Elisha Gray demonstrando sua invenção.....	15
Figura 12: Stuff Smith.....	16
Figura 13: Bakelite Electro Violin.....	16
Figura 14: Ric Tube.....	17
Figura 15: Fender FV-2.....	17
Figura 16: Fender FV-1.....	18
Figura 17: Captador Fender FV-2.....	18
Figura 18: Yamaha SV150S.....	19
Figura 19: Eagle EV-744.....	20
Figura 20: Cantini Earphonics.....	21
Figura 21: Zeta Jazz Fusion.....	22
Figura 22: Captadores Jazz e Strados.....	22
Figura 23: Wood Viper.....	23
Figura 24: 3DVarius Line.....	24
Figura 25: NS Design NXTa.....	25
Figura 26: Jordan.....	26
Figura 27: Violino do Eduardo.....	27
Figura 28: Desenhos.....	30
Figura 29: Modelo base - vista superior.....	31
Figura 30: Modelo base - vista lateral.....	31
Figura 31: MVP - vista superior.....	32
Figura 32: MVP - vista lateral.....	32
Figura 33: MVP - vista inferior.....	32
Figura 34: Primeira versão - vista superior.....	33
Figura 35: Primeira versão - vista lateral.....	33
Figura 36: Primeira versão - vista lateral.....	33
Figura 37: Estudo de apoio 1.....	34
Figura 38: Estudo de apoio 2.....	34

	X
Figura 39: Estudo de apoio 3.....	34
Figura 40: Segunda versão - vista lateral superior.....	35
Figura 41: Segunda versão - vista inferior.....	35
Figura 42: Segunda versão - perspectiva.....	35
Figura 43: Mudança no apoio 1.....	36
Figura 44: Mudança no apoio 2.....	36
Figura 45: Terceira versão - vista superior.....	37
Figura 46: Terceira versão - vista lateral.....	37
Figura 47: Terceira versão - vista inferior.....	37
Figura 48: Terceira versão - perspectiva.....	38
Figura 49: Terceira versão - explosão.....	38
Figura 50: Fixação da haste do apoio.....	39
Figura 51: Caixa dos componentes elétricos.....	39
Figura 52: Quarto modelo - vista superior.....	40
Figura 53: Quarto modelo - vista lateral.....	40
Figura 54: Quarto modelo - vista inferior.....	40
Figura 55: Solução final - Vista superior.....	43
Figura 56: Solução final - Vista lateral direita.....	43
Figura 57: Solução final - Vista inferior.....	43
Figura 58: Solução final - Vista esquerda.....	43
Figura 59: Solução final - dimensionamento geral	44
Figura 60: Escala de bambu da Relish.....	45
Figura 61: Cordas Paganini.....	46
Figura 62: Cavalete Solid Model BTS.....	47
Figura 63: Tarracha Guyker.....	47
Figura 64: Potenciômetro FerMarc B10K.....	48
Figura 65: Entrada Zad Som JP10.....	48
Figura 66: Botão giratório Strinberg.....	49
Figura 67: Traste Jescar Fw 43080-s.....	49
Figura 68: Queixeira CCB.....	50
Figura 69: Bucha americana M4.....	50
Figura 70: Parafuso JM M4x20.....	51
Figura 70: Pestana Tarttan.....	51
Figura 72: Perspectiva explodida dos subsistemas.....	52
Figura 73: Perspectiva explodida dos componentes.....	53
Figura 74: Humanização.....	54

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO..... 1

CAPÍTULO I: ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO..... 2

I.1: Apresentação geral do problema projetual..... 2

I.1.1: Aquisição do instrumento..... 2

I.1.2: Preparação para transporte..... 2

I.1.3: Transporte..... 2

I.1.4: Armazenamento..... 3

I.1.5: Instalação..... 3

I.1.6: Apresentação..... 3

I.2: Objetivos..... 4

I.2.1: Geral 4

I.2.2: Específicos 4

I.3: Público alvo..... 4

I.4: Justificativa 4

I.5: Metodologia 5

CAPÍTULO II: LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS..... 8

II.1: Levantamento dos fatores determinantes do projeto 8

II.1.1: Fatores humanos..... 8

II.1.2: Fatores práticos..... 8

II.1.3: Fatores estéticos e simbólicos..... 10

II.2: História do violino elétrico..... 11

II.2.1: Rebab..... 11

II.2.2: Lira bizantina..... 11

II.2.3: Viola da gamba e viola da braccio..... 12

II.2.4: Violino..... 14

II.2.6: Violino elétrico..... 15

II.3: Pesquisa e análise de similares..... 19

II.3.1: Yamaha Silent Violin 150S..... 19

II.3.2: Eagle EV-744..... 20

II.3.3: Cantini Earphonics..... 21

II.3.4: ZETA Jazz Fusion..... 22

II.3.5: Wood Viper..... 23

II.3.6: 3DVarius Line..... 24

II.3.7: NS Design NXTa..... 25

II.3.8: Jordan..... 26

II.4: Conversa com o violinista Eduardo Geraissate..... 27

	XII
II.5: Elaboração das restrições e requisitos do projeto.....	28
II.5.1: Restrições.....	28
II.5.2: Requisitos.....	28
CAPÍTULO III: CONCEITUAÇÃO do PROJETO.....	30
III.1: Geração e desenvolvimento de alternativas.....	30
III.2: Análise do conceito.....	41
CAPÍTULO IV: DESENVOLVIMENTO E RESULTADO DO PROJETO.....	43
IV.1: Detalhamento da solução	43
IV.1.1: Dimensionamento geral	44
IV.1.2: Escolha do material.....	45
IV.1.3: Escolha dos componentes.....	46
IV.1.3.1: Cordas.....	46
IV.1.3.2: Cavalete.....	47
IV.1.3.3: Tarrachas.....	47
IV.1.3.4: Potenciômetro.....	48
IV.1.3.5: Entrada P10.....	48
IV.1.3.6: Botão giratório.....	49
IV.1.3.7: Traste.....	49
IV.1.3.8: Queixeira.....	50
IV.1.3.9: Bucha americana.....	50
IV.1.3.10: Parafuso.....	51
IV.1.3.10: Pestana.....	51
IV.1.4: Perspectiva explodida dos subsistemas.....	52
IV.1.5: Perspectiva explodida dos componentes.....	53
IV.1.6: Escolha do nome.....	54
IV.1.7: Fabricação.....	54
IV.1.8: Humanização.....	54
CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	58
Desenhos técnicos	
Pranchas de apresentação	
Pranchas ilustrativas	

INTRODUÇÃO

O violino é um instrumento arqueado de cordas friccionadas ou atritadas, que são tocadas ao deslizar um arco com crina animal ou fibra sintética tensionada sobre elas, produzindo uma vibração que é amplificada pelo corpo do instrumento e transformada em sons. Ele é o menor e mais agudo instrumento de sua família, que também é formada pela viola, violoncelo e contrabaixo. Possui quatro cordas afinadas em quintas, que são intervalos de cinco notas entre cada uma, e sua tessitura vai desde a nota sol da terceira oitava até a nota si da sexta oitava, que é a terceira nota mais aguda que o ouvido humano consegue captar.

Foi criado no século XV, no final da idade média e início do renascimento cultural. Seu principal uso é na música de concerto e folclórica, com a finalidade de projetar seu som agudo em grandes salões como igrejas e teatros. Com o passar do tempo e evolução da música, ele está cada vez mais presente em outros gêneros, sendo bem comum encontrá-lo no rock, punk, metal e seus subgêneros.

Devido aos novos lugares e estilos de se tocar, o violino precisou passar por algumas modificações para atender as necessidades que surgiram, dando origem a um outro instrumento, o violino elétrico. Embora a comunidade de músicos não aceite muito bem mudanças no violino acústico tradicional, o violino elétrico ainda está em desenvolvimento, dando liberdade a interpretações do instrumento e criação de novos modelos sem tantas regras de fabricação, com formatos diferentes e aplicando novas tecnologias.

Por ser um instrumento relativamente novo e pouco difundido, o violino elétrico ainda não se popularizou no Brasil, sendo muito difícil achar um modelo nacional em lojas de música, obrigando sua importação ou encomenda com lutiers.

Este relatório documenta todo o processo de criação de um violino elétrico, desde a apresentação desse problema até o produto final, aplicando os conhecimentos obtidos ao longo da formação no curso de desenho industrial/projeto de produto.

CAPÍTULO I: ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

I.1: Apresentação geral do problema projetual

Com a finalidade de conhecer todos os problemas que tornaram necessário a criação do violino elétrico, foi feita uma análise das etapas do contato do violino acústico com o usuário em seu uso nos locais de show. Essas etapas vão desde a aquisição do instrumento até a apresentação e foram descritas por experiências pessoais do autor junto com relatos de outros violinistas.

I.1.1: Aquisição do instrumento

A grande maioria das marcas musicais nacionais ainda não produzem esse instrumento. Uma das alternativas que os músicos encontram foi amplificar o som do violino acústico com a adição de sensores piezoelétricos em seu corpo. A piezoelectricidade é a capacidade de alguns cristais de gerar tensões elétricas a partir de estímulos mecânicos. No caso do violino, esses estímulos são as vibrações das cordas propagadas em seu corpo. Essa captação não é a ideal, pois afeta muito a qualidade do som devido às cordas não soarem na mesma intensidade devido a posição do captador.

Uma outra alternativa para conseguir um violino elétrico de maior qualidade é encomendar com um lutier, que vai fazer algo mais personalizado e voltado para as necessidades de cada cliente. Esse serviço tem um preço elevado e requer conhecimento prévio sobre esse tipo de instrumento para conseguir explicar ao profissional como será sua configuração, ou o resultado pode acabar sendo genérico.

I.1.2: Preparação para transporte

O instrumento é colocado em um estojo que o protege contra intempéries e colisões. Dentro desse estojo, todos os acessórios também são guardados, incluindo os arcos, cabos, espaleira, breu, afinador, conjunto de cordas reserva e partituras. Ele também é utilizado para carregar e armazenar objetos pessoais, como chaves, documentos, fones de ouvido e outros acessórios para evitar que seu portador precise carregar outra bolsa, cumprindo bem essa função.

I.1.3: Transporte

Mesmo com todos os acessórios, o estojo ainda é bem leve, tendo a possibilidade de ser carregado como uma mochila por duas alças na parte de trás ou como uma maleta por uma alça na parte superior. Devido a isso, o violinista é sempre a

pessoa que auxilia os outros músicos a carregar os demais instrumentos e equipamentos, como por exemplo os amplificadores, caso seja necessário.

I.1.4: Armazenamento

Ao chegar no local de uma apresentação, equipamento é guardado em uma sala ou camarim até o momento de fazer a sua instalação. É bem comum shows serem divididos com outras bandas, e até mesmo as bandas grandes possuem shows de abertura, então há uma espera, e nesse tempo o instrumento precisa estar seguro e bem armazenado.

I.1.5: Instalação

O captador é colocado no violino, que é ligado a um amplificador e aos pedais de efeito por um cabo, então é feita a afinação e passagem de som, que serve para equilibrar os volumes dos instrumentos da banda além de todo o tratamento sonoro.

I.1.6: Apresentação

Diferente do que acontece nos teatros e salões de concerto, onde o público não faz nenhum barulho e a arquitetura do local foi projetada para auxiliar a projeção sonora dos instrumentos, a poluição sonora da platéia e do ambiente nas casas de show interfere no retorno do violinista. Por ser um instrumento microtonal, que não possui escala orientada por trastes, a única maneira de saber se a execução do instrumento está afinada corretamente é ouvindo o próprio som.

Figura 1: show da banda Yellowcard



Fonte: wikimedia.com

A longa duração dos shows é um problema para a afinação. O método utilizado para afinar o violino tradicional é por cravelhas, que são pinos de ébano travados por atrito em furos na caixa de cravelhas, uma caixa de madeira na extremidade do braço. Por serem de materiais diferentes, as mudanças na temperatura causadas pelo prolongado contato com o músico fazem com que o atrito entre eles diminua, devido aos coeficientes de dilatação também serem diferentes, causando o afrouxamento das cordas e desafinando o instrumento.

A tessitura do violino é a mesma da voz humana, muitas vezes disputando com o vocalista nos arranjos de músicas sem ter muitas opções para harmonizar, principalmente com vozes mais agudas. Afim de evitar redundâncias sonoras, efeitos são utilizados para deixar o som do violino mais grave.

I.2: Objetivos

I.2.1: Geral

Projetar um violino elétrico.

I.2.2: Específicos

Fabricação brasileira, com materiais e tecnologias da indústria nacional;
Ser um projeto sustentável, com uso de biomateriais;
Resolver os problemas enfrentados pelo músico em apresentações ao vivo.

I.3: Público alvo

Violinistas a partir dos 12 anos de idade, devido ao violino possuir mais duas variações de tamanho, que são frações do original 4/4, são eles o 1/2 e o 3/4. Essa é a idade onde ocorre a transição para a versão 4/4, que é o objeto de foco desse projeto.

Estudantes que precisam praticar em casa sem fazer muito barulho, pois o violino elétrico precisa de um amplificador para projetar seu som, que é naturalmente baixo por não ter uma caixa de ressonância.

Músicos que fazem apresentações ao vivo, tanto sozinhos quanto acompanhados por uma banda, em ambientes abertos e casas de show.

I.4: Justificativa

A indústria de instrumentos musicais brasileira é enorme e reconhecida mundialmente pela sua qualidade, principalmente de suas guitarras, porém o violino elétrico ainda possui pouca visibilidade e não é tão bem desenvolvido quanto no resto

do mundo. Os modelos fabricados no Brasil ainda são muito focados em reproduzir o som tradicional do violino acústico e presos a soluções antigas e pouco eficientes.

Este projeto visa desenvolver melhores soluções para o instrumento com a finalidade de suprir uma necessidade de mercado, guiado pelo desejo pessoal do autor, como entusiasta do violino elétrico, de divulgá-lo.

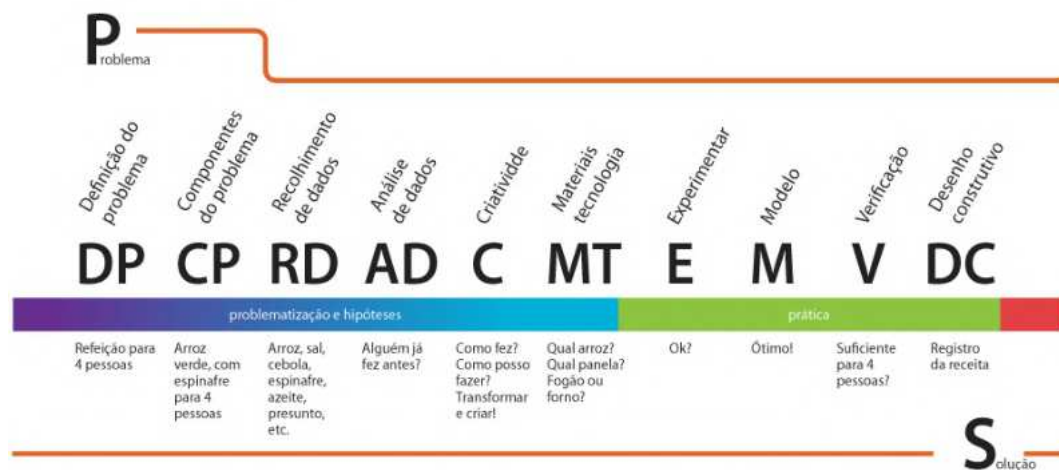
I.5: Metodologia

A metodologia é uma forma de dar linearidade e organização a um projeto. A criação de etapas bem definidas auxilia a identificação do que fazer e em que focar a cada momento, trazendo coesão ao processo de criação de um produto.

Este projeto seguiu a metodologia descrita por Bruno Munari em seu livro “Das Coisas Nascem as Coisas”, que é dividida em 12 etapas, tomando algumas liberdades de transitar entre elas para adaptar ao projeto de acordo com a necessidade.

A escolha dessa metodologia se deu pela preferência do autor frente as outras que foram ensinadas ao longo do curso.

Figura 2: Etapas da Metodologia Munari



MUNARI, Bruno (1998). Das coisas nascem coisas. São Paulo: Martins Fontes.

Fonte: universohipermedia.wordpress.com

Problema (P)

O tema principal do problema é definido a partir de uma ideia ou de uma observação.

Definição do Problema (DP)

Descrição de todos os aspectos do problema de forma mais detalhada.

Componentes do Problema (CP)

O problema maior é dividido em outros problemas menores separados por categorias de um modo que facilite a abordagem de cada um de seus aspectos.

Recolhimento de Dados (RD)

Uma pesquisa é feita direcionada a cada um dos aspectos do problema apresentado com finalidade de conhecer melhor o tema, buscar referências e saber o que já foi feito antes. Ela serve para embasar e dar um direcionamento ao projeto.

Análise de dados (AD)

Todo o conhecimento adquirido pelo recolhimento de dados é tratado interpretado, para saber o que precisa ser feito como solução.

Criatividade (C)

Fase de criação que se inicia com o esboço de ideias, criando soluções diferentes e desenvolvendo até chegar a um resultado satisfatório.

Materiais e Tecnologia (MT)

Complementar a etapa de recolhimento de dados, a pesquisa de materiais e processos de fabricação tem como objetivo tornar possíveis as soluções criadas.

Experimentação (E)

A combinação de ideias, formas, componentes, configurações e materiais explorando diversas possibilidades criam alternativas possíveis.

Modelo (M)

As ideias do papel são transformadas em mockups, modelos e protótipos, que são usados para uma análise mais palpável e real do produto interagindo com o usuário e com o ambiente.

Verificação (V)

Etapa de avaliação do produto, quando é checado se os problemas propostos

foram resolvidos e se os objetivos foram alcançados. Caso não tenham sido, retorna-se a etapa de criatividade para elaboração de novas ideias.

Desenho Construtivo (DC)

Detalhamento do produto contendo desenhos técnicos, instruções de fabricação e tudo o que é necessário para a documentação do projeto.

Solução (S)

O produto final é apresentado ao público.

CAPÍTULO II: LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS

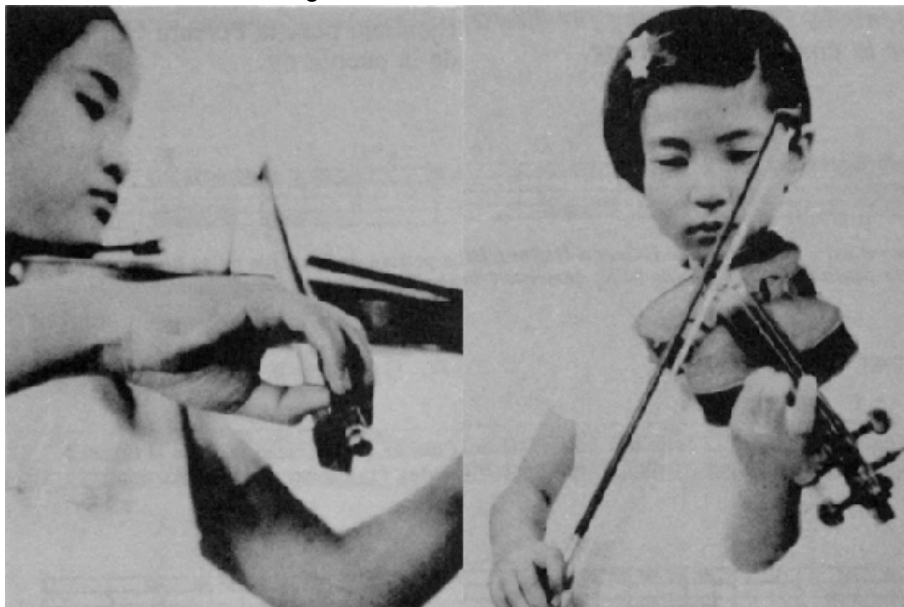
II.1: Levantamento dos fatores determinantes do projeto

Os principais fatores que vão determinar o rumo do projeto são definidos por uma pesquisa com a finalidade de conhecer melhor o objeto de design, sua história, sua configuração e sua interação com o usuário.

II.1.1: Fatores humanos

O conforto ao se tocar um instrumento é algo crucial. A técnica para se obter o som correto do violino e instrumentos similares exige uma postura com a coluna ereta e braços relaxados. Essa postura permite um maior controle do arco, da digitação das notas no espelho e execução de técnicas características do instrumento, como o vibrato, que consiste em tremular os dedos pressionados nas cordas repetidamente para causar uma pequena variação na nota tocada. O peso do instrumento é sustentado pela clavícula e queixo do músico, portanto o centro de gravidade deve permanecer próximo a região da espaleira e queixeira para facilitar a postura e não causar lesões durante seu uso prolongado.

Figura 3: Postura do violinista

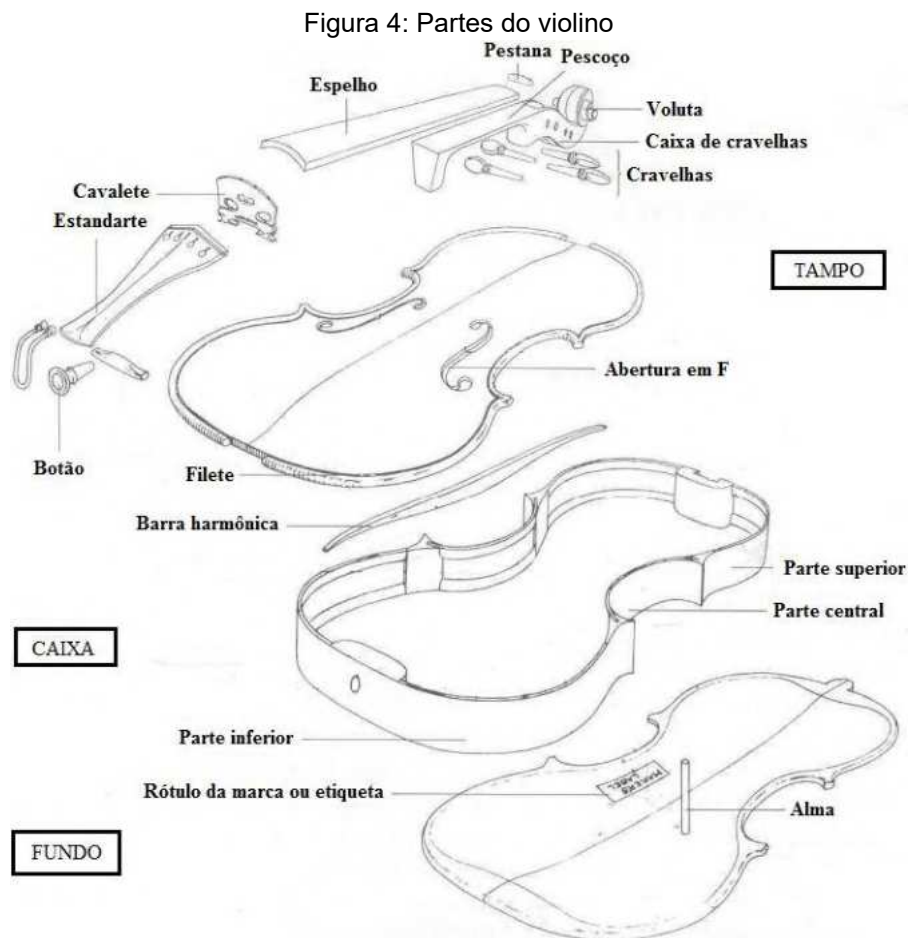


Fonte: Método Suzuki de Violino Volume 1

II.1.2: Fatores práticos

O violino elétrico é um instrumento que não possui uma configuração padrão, suas partes variam do violino tradicional podendo ter influências de outros instrumentos de cordas e seu funcionamento depende sempre de dois conjuntos principais:

estrutura e produção sonora.



Fonte: researchgate.net

A estrutura é a parte que interage com o usuário e da sustentação às cordas, além de abrigar a parte elétrica. As partes indispensáveis da estrutura são o corpo, que não tem uma forma padrão, porém se convencionou ser de madeira maciça devido ao impacto na qualidade de som; braço, que segue o mesmo comprimento do violino acústico para não descaracterizar e nem afetar a tocabilidade do instrumento; e o espelho, que também tem o comprimento do violino tradicional, porém pode ser mais largo e alterar o raio de curvatura de acordo com o número de cordas.

A produção sonora possui duas partes principais, as cordas, responsáveis por produzir as vibrações, e o captador, que geralmente substitui o cavalete ou fica localizado embaixo dele. Existem dois tipos de captadores: os ativos, que possuem um pré-amplificador próprio onde é possível equalizar o som que sai do instrumento, controlando os graves, médios e agudos com ajuda de uma bateria interna; e os passivos, que se ligam diretamente na saída de som sem precisar de qualquer alimentação extra. O sistema de captação possui pelo menos um potenciômetro que controla o volume, podendo também ter outro para controle da tonalidade, e uma saída P10 para a conexão do cabo entre o instrumento e o amplificador.

II.1.3: Fatores estéticos e simbólicos

Instrumentos musicais tem uma forte relação pessoal com o usuário por ser um produto de uso individual. Ele se torna parte da personalidade de quem o possui, e em casos mais extremos, se torna a marca da pessoa.

Essa identificação do usuário com o produto no nível emocional, se dá em grande parte pela estética, algo de diferente na aparência de cada modelo o destaca dentre os demais e possui uma característica própria, atraindo as pessoas que possuem gosto e estilo compatíveis.

O violino elétrico teve forte influência no jazz durante o período de sua criação e nas 4 décadas seguintes. Durante esse tempo, sua aparência era pensada para agradar esse público específico, que gostava de formas e acabamentos mais tradicionais, lembrando muito o violino acústico.

Atualmente ele está mais associado ao rock e ao metal, sendo utilizado muitas vezes como instrumento da melodia principal nas músicas, harmonizando com a guitarra, ou até mesmo a substituindo.

Esse novo público possui um senso estético diferente do original e nada tradicional, fazendo com que os formatos dos violinos elétricos contemporâneos sejam cada vez mais modificados sob a influência dos outros instrumentos desses gêneros musicais, fazendo o violino elétrico ser mais aceito.

Figura 5: Jimmy Page tocando guitarra com um arco de violino



Fonte: rollingstone.com

II.2: História do violino elétrico

O violino elétrico pertence a uma das ramificações da evolução dos instrumentos de cordas friccionadas por arco, e para entender melhor sua configuração foi feita uma pesquisa dos instrumentos que o antecederam e influenciaram suas características.

II.2.1: Rebab

O primeiro instrumento de seu tipo tem origem árabe-muçulmana e data do século VII. Foi popularizado na Europa durante as invasões mouras à Península Ibérica, onde ficou conhecido *Viuola* ou *Vihuela* e foi incorporado na cultura dessa região.

Possui uma caixa de ressonância circular entalhado em um bloco único de madeira coberta por uma membrana, um braço cilíndrico, quatro cordas e cravelhas para afinação. Era tocado na vertical com a base apoiada no chão.

Figura 6: Rebab



Fonte: ethnicmusicalinstruments.com

II.2.2: Lira bizantina

Desenvolvida como uma variação da *viuola*, a primeira escritura fazendo referência à esse instrumento é do século IX. Possui um corpo pequeno em formato de pêra, com três a cinco cordas.

Figura 7: Lira bizantina



Fonte: europeana.eu

II.2.3: Viola da gamba e viola da braccio

As violas da gamba são uma família de instrumentos criada na segunda metade do século XV, formada por cinco integrantes com o mesmo formato em tamanhos diferentes. São eles, do menor para o maior, a viola soprano, viola contralta, viola tenor, viola baixo e o *violone*, sendo este último o mais utilizado.

Elas possuem uma caixa de ressonância acinturada para facilitar os movimentos do arco, com furos em formato de C para a saída do som, espelho ou escala feitos em madeira densa sobre seu braço, seis cordas na variante inglesa, geralmente utilizada para estudo, ou sete cordas na variante francesa, sendo a mais grave colocada no meio.

Estes instrumentos utilizavam tripa animal para marcar intervalos de semitom em sua escala, o que facilitou técnicas onde notas são tocadas simultaneamente, como a parada dupla e os acordes. Em todas as suas variações, ela é tocada da mesma forma, sustentada verticalmente entre as pernas do músico sentado.

Como uma variação das violas da gamba, as violas da braccio também são família de instrumentos de cinco membros que surgiu na mesma época e compartilha de suas características. A maior diferença é na profundidade da caixa de ressonância, que foi reduzida para possibilitar sua nova maneira de tocar, apoiada sobre a clavícula do músico enquanto o braço é sustentado pela mão esquerda.

Figura 8: Viola da gamba



Fonte: metmuseum.org

Figura 9: Viola da braccio



Fonte: metmuseum.org

II.2.4: Violino

O renascimento cultural trouxe consigo uma mudança na temática das artes para o antropocentrismo, colocando o ser humano como protagonista, em oposição ao teocentrismo da idade média que tinha Deus e a religião como único tema. Com a mudança nas composições e nos locais onde a música era tocada e apreciada, uma adaptação nos instrumentos foi inevitável.

Com fortes influências da viola da braccio, o violino foi criado no final do século XVI por Gasparo de Salò em Cremona na península italiana. Seu tamanho reduzido tem como principal objetivo projetar os sons agudos nos grandes salões de concerto, porém isso limitava seus sons mais graves. Graças a isso, o número de cordas foi reduzido para quatro, deixando os sons mais graves para os outros instrumentos de sua família, a viola, violoncelo e contrabaixo.

Sua configuração se manteve inalterada durante os 200 anos seguintes da sua criação, quando sofreu mudanças na espessura de suas cordas e ganhou uma inclinação maior entre o corpo e o braço para acompanhar um cavalete maior.

Figura 10: Violino



Fonte: metmuseum.org

II.2.6: Violino elétrico

Em 1876, O Professor Elisha Gray utilizou o corpo de um violino como caixa de ressonância para demonstrar sua invenção, o captador elétrico. Ele acoplou uma placa de prata no corpo do instrumento e passou uma corrente elétrica variável por ela, fazendo com que os sons produzidos fossem amplificados proporcionalmente à força dessa corrente.

Figura 11: Professor Elisha Gray e sua invenção

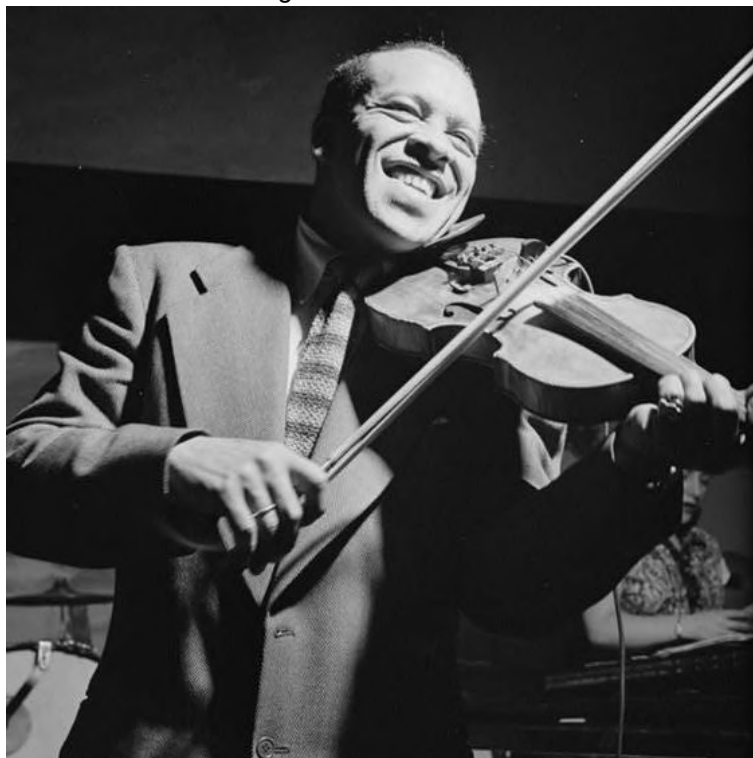


Fonte: 120years.net

Adaptações desse princípio foram utilizadas para amplificar o som de instrumentos acústicos até que, em 1923, o engenheiro acústico norte americano Lloyd Loar inventou o primeiro captador magnético, que transformava a vibração de cordas de aço em sinais elétricos, abrindo portas para a criação de instrumentos exclusivamente elétricos.

O músico Stuff Smith é conhecido por ser um dos primeiros a colocar captadores e amplificadores em seu violino, lançando a primeira música utilizando essa tecnologia, chamada *You'se a Viper*, na década de 20. Após isso, entre 1938 e 1950, começaram a surgir muitas experimentações de modelos de violinos elétricos, dentre os quais se encontram os fabricados pela empresas ESIC (Electro Stringed Instrument Corporation), NSIC (National String Instrument Corporation) e Rickenbacker.

Figura 12: Stuff Smith



Fonte: last.fm

George Beauchamp, fundador da ESIC e sócio da NSIC, criou o *Bakelite Electro Violin* com um captador magnético apelidado de *horseshoe pickup*, o primeiro sistema do tipo feito exclusivamente para um violino elétrico que impressiona pela sua qualidade de som até os dias de hoje.

Figura 13: Bakelite Electro Violin



Fonte: deltaviolin.com

A Rickenbacker, responsável pela criação da guitarra elétrica na mesma época, teve uma interpretação pouco convencional produzindo um violino elétrico construído em uma estrutura tubular de alumínio, também com o captador *horseshoe*, o *Ric Tube*.

Figura 14: Ric Tube



Fonte: retrofret.com

Na década de 1950, a Fender decidiu contruir seu primeiro modelo de violino elétrico, o FV-1, que apesar de não ter feito muito sucesso, serviu como base para a criação do que seria um divisor de águas nos instrumentos do tipo, o modelo FV-2, com corpo em madeira maciça, afinação por tarrachas e um captador magnético posicionado abaixo do cavalete feito com uma bobina de cobre e ímãs. A descoberta do tratamento sonoro causado pela madeira maciça influenciou toda uma geração de instrumentos. A qualidade do som era sem igual, porém eses violinos tinham um enorme problema com o peso, cada um com aproximadamente 3,5 kg. Suas soluções servem de referência até os dias de hoje.

Figura 15: Fender FV-2



Fonte: deltaviolin.com

Figura 16: Fender FV-1



Fonte: reverb.com

Figura 17: Captador Fender FV-2



Fonte: deltaviolin.com

II.3: Pesquisa e análise de similares

II.3.1: Yamaha Silent Violin 150S

A Yamaha é uma marca renomada mundialmente por produzir instrumentos musicais de alto desempenho. Seu modelo de violino elétrico vendido no Brasil possui o formato mais tradicional desse tipo de instrumento, com um contorno que mantém a silhueta do violino tradicional acoplado a um corpo central reto de madeira maciça. Ele é feito para simular um violino acústico em ocasiões onde se necessita de amplificação sem alterar suas características sonoras.

Sua captação é feita por em um cavalete piezoelétrico fabricado pela própria Yamaha e só possui uma versão com quatro cordas. É um violino de alta qualidade sonora e de construção, porém seu principal ponto negativo é o preço. Ele é encontrado pelo valor de R\$8.000,00 em média.

Figura 18: Yamaha SV-150S



Fonte: yamaha.com

II.3.2: Eagle EV-744

A Eagle é uma marca conhecida no mercado brasileiro por produzir bons violinos acústicos para pessoas que estão começando a aprender a tocar o instrumento. Seu modelo elétrico é uma adaptação do acústico, sendo construído exatamente da mesma forma, porém com cortes vazados no tampo superior e inferior da caixa de ressonância oca, onde se encontram os componentes elétricos.

A captação é feita por uma base retangular de piezo abaixo cavalete tradicional, que é conectada a um pré-amplificador por onde se pode equalizar a saída de som, equilibrando os graves, médios e agudos, e a potenciômetros que controlam a tonalidade e volume. Esse tipo de captação é obsoleto e causa uma perda muito grande na qualidade sonora, mesmo com o poder de equalização.

Assim como o violino da Yamaha, ele é feito para simular o violino acústico, e não atende as demandas contemporâneas do instrumento, sendo facilmente substituído por um violino acústico com captação externa de melhor qualidade por um preço inferior. Ele é vendido por valores entre R\$1.700,00 e R\$2.000,00.

Figura 19: Eagle EV-744



Fonte: eagle.com

II.3.3: Cantini Earphonics

A marca italiana tem como principal característica o seu captador magnético de fabricação própria, com versões de quatro e cinco cordas, mais receptivo aos pedais de efeito. Ele também possui uma placa MIDI, que transforma as frequências captadas em comandos programáveis, fazendo com que este modelo possa ser usado como um controlador para emular o som de outros instrumentos.

O formato permite a utilização de queixeiros e espaleiras padrões, tem a opção de vir com ou sem trastes no espelho. Seu maior ponto fraco é a utilização de cravelhas para a afinação. Seu preço varia de £1.200,00 até £1.800,00 dependendo da quantidade de cordas e do acabamento.

Figura 20: Cantini Earphonics



Fonte: electricviolinshop.com

II.3.4: ZETA Jazz Fusion

Uma das marcas mais famosas do mundo desse nicho, este modelo apresenta duas opções de cavaletes produzidos pela própria empresa para até cinco cordas, o Jazz e o Strados, feitos de um compósito chamado *special black composite*, que reduz a interferência de vibrações externas no som do instrumento. Além disso, seus captadores magnéticos também são controladores MIDI e possuem ajuste de altura para se adaptarem a outros modelos.

Aproveitando referências históricas junto de novas tecnologias seu método de afinação é o *imbus peg*, que visualmente remete ao modo como eram afinados os instrumentos antigos, como a lira bizantina, porém seu funcionamento é muito mais preciso e fácil de controlar. Tem versões com ou sem trastes e corpo de madeira maciça. É vendido na faixa de preço entre US\$2.840,00 e US\$3.750,00.

Figura 21: ZETA Jazz Fusion



Fonte: electricviolinshop.com

Figura 22: Captadores Jazz e Strados



Fonte: zetaviolins.com

II.3.5: Wood Viper

A Wood Violins é uma marca criada pelo violinista Mark Wood, um dos maiores entusiastas e investidores do desenvolvimento do violino elétrico, que acredita no potencial sonoro das cordas friccionadas eletrificadas de produzir efeitos impossíveis para outros tipos de instrumentos.

Este modelo teve seu nome inspirado na música *You'se a Viper* e é adorado por músicos mais enérgicos em apresentações ao vivo e multi-instrumentistas, pois ele é sustentado por uma haste apoiada na lateral do torso e uma correia semelhante à guitarra, permitindo o violinista cantar ou portar outro instrumento simultaneamente.

Ele possui uma tessitura estendida, podendo ser encontrado em versões de quatro à sete cordas. Sua captação é feita pelo cavalete Wood Tru-Tone, que é produzido pela própria empresa nas versões de quatro ou cinco cordas, ou pelo cavalete da marca Barbera Transducer System, que é referência mundial na fabricação de captadores piezoelétricos, disponível em qualquer versão. Possui apenas um potenciômetro para controle de volume.

Outro opcional do Viper são os trastes. Ele tem versões com trastes visuais, que são marcações no espelho sem alterar o relevo, e trastes físicos em aço separando os intervalos de semitom transformando o espelho do violino em uma escala.

A afinação é feita utilizando tarrachas, uma forma eficiente e utilizada em todos os instrumentos de cordas contemporâneos. Seu principal ponto fraco é o transporte, por ser um instrumento muito diferente, necessita de um estojo personalizado. Sua versão mais básica custa US\$2.629,00 e a mais cara pode chegar até US\$7000,00.

Figura 23: Wood Viper

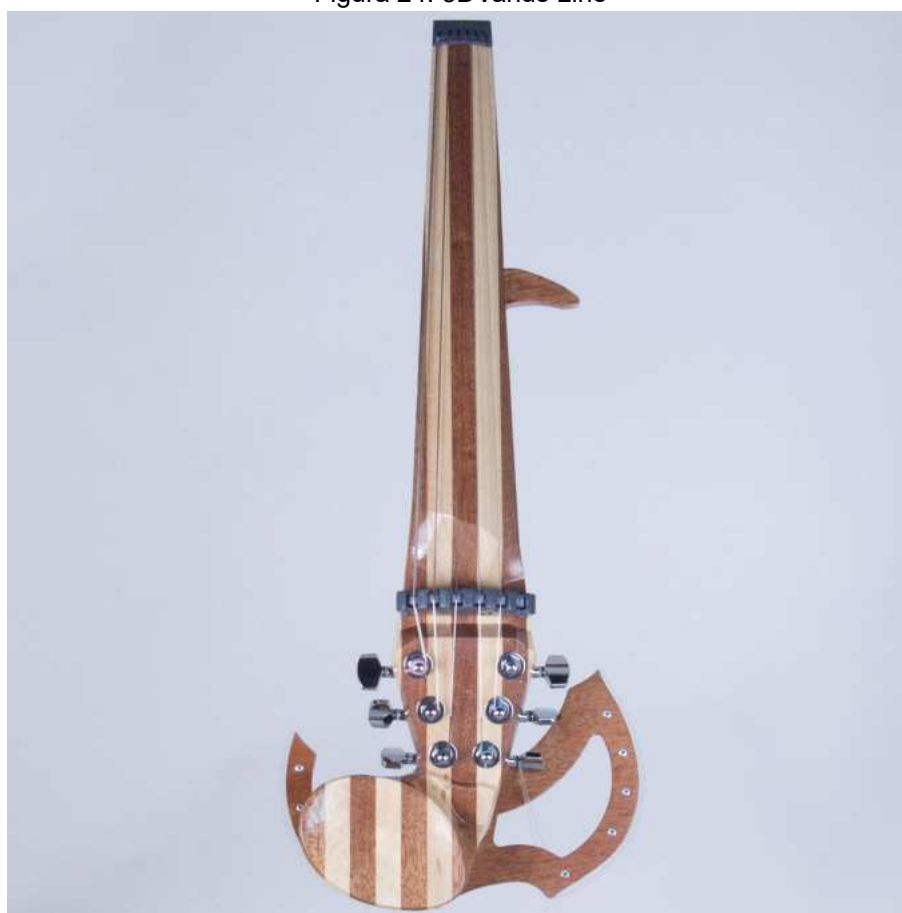


Fonte: electricviolinshop.com

II.3.6: 3DVarius Line

A 3DVarius é uma empresa de violinos elétricos focada no desenvolvimento de modelos utilizando a tecnologia de impressão 3D e usinagem por CNC. O modelo Line une o corpo, braço, espelho e queixeira em em uma única peça das madeiras sipo e faia intercaladas, sendo o apoio para espaleira uma peça separada. Possui de quatro a seis cordas e a captação individual de cada corda por um cavalete de fabricação própria de piezo. Sua afinação é feita por tarrachas localizadas no corpo do instrumento, o que ajuda bastante a aproximar o centro de gravidade da espaleira, tornando o uso do instrumento mais confortável. Seu preço vai desde US\$1.399,00 até US\$2.299,00

Figura 24: 3DVarius Line



Fonte: electricviolinshop.com

II.3.7: NS Design NXTa

A NS Design é a primeira marca de instrumentos elétricos de cordas friccionadas criada por um designer de produto. Os modelos desenvolvidos por Ned Steinberger vão desde violinos até contrabaixos elétricos, todos seguindo a mesma linguagem visual. Assim como Mark Wood, ele acredita que os instrumentos elétricos não devem se prender a como o seu antecessor acústico soava, e precisa criar uma identidade sonora própria.

Pensando nisso ele inventou o sistema de captação Polar™ que age de forma diferente quando o violino é tocado com o arco e com os dedos, na técnica chamada *pizzicato*, para uma maior riqueza da tonalidade.

O violino NXTa possui quatro ou cinco cordas e tem versões com o espelho liso ou escala com trastes. Seu método de afinação é patenteado pela empresa e possui pouca especificação, mas permite uma interface bem limpa do instrumento. A espaleira e queixeira são próprias, presas ao corpo do instrumento por uma haste ajustável. Esse modelo é o mais leve encontrado no mercado hoje, pesando apenas 585 gramas.

Seu modelo mais barato custa US\$749,00 e o mais caro US\$3.618,00.

Figura 25: NS Design NXTa



Fonte: electricviolinshop.com

II.3.8: Jordan

John Jordan é um violinista e lutier estadunidense que começou a construir instrumentos para uso pessoal, porém seu modelo de violino elétrico chamou muito a atenção de outros músicos pela qualidade sonora e pela sua construção, que permitia a utilização de até nove cordas. Seu corpo e o braço são esculpidos em um único bloco de madeira maciça, espelho em ébano, afinação é feita por tarrachas alinhadas em diagonal ao lado da queixeira.

A captação sonora é feita por um cavalete BTS ou starfish, bastante similares, em todas as versões. Sua espaleira é personalizada e não removível, o que gera uma dificuldade na utilização de estojos tradicionais de transporte. Seu preço varia de US\$2.280,00, podendo passar de US\$10.000,00 dependendo da customização.

Figura 26: Jordan



Fonte: electricviolinshop.com

II.4: Conversa com violinista Eduardo Geraissate

Eduardo Gerassaite é violinista da banda Deadmandance e pós-graduado em música pela UNESP, onde estudou o uso do violino no rock. Visando aprender com sua experiência, foi realizado um contato por mensagens para uma consultoria e alguns direcionamentos.

Ele desenvolveu o próprio violino elétrico que utiliza em shows com a ajuda de um lutier por tentativa e erro, e fez algumas observações importantes. A captação ainda é um problema de se encontrar no Brasil, por isso optou pela importação de um modelo para quatro cordas da marca BTS, pensando em fazer uma mudança para as cinco cordas por uma maior tessitura que permite fazer arranjos de músicas tradicionais do rock e do punk, estilos abordados por sua banda.

Figura 27: Violino do Eduardo



Fonte: Instagram da banda Deadman Dance

Alertou sobre a importância dos trastes e indicou um modelo que está pra colocar em seu violino, assim como o uso de tarrachas por serem eficientes e fáceis de achar. Recomendou o uso de um corpo de madeira sólida. Contou sobre a modificação que fez em seu violino, colocando ferragens de correia para guitarra no corpo do violino, permitindo uma sustentação semelhante a do modelo Viper.

II.5: Elaboração das restrições e requisitos do projeto

II.5.1: Restrições

Fabricação nacional

Um dos principais fatores que motivaram esse projeto é a carência de um modelo nacional e a dificuldade na importação. As soluções precisam ser possíveis de ser construídas de acordo com os materiais e tecnologias disponíveis nas indústrias brasileiras.

Uso de biomateriais

A responsabilidade ambiental é um dos principais focos que um designer deve ter ao projetar, diminuindo o impacto causado na produção, desde a concepção da ideia até o fim da vida útil do objeto de design, de forma a diminuir seu rastro.

II.5.2: Requisitos

Corpo maciço

Como uma das características sonoras do projeto é se adaptar bem aos diferentes efeitos de pedais presentes nos gêneros musicais onde o violino elétrico é utilizado, a interferência das vibrações de uma caixa de ressonância não seria interessante, permitindo um som mais cru ao instrumento. O corpo maciço é uma vantagem estrutural do instrumento, permitindo a redução no tamanho e uma melhor sustentação as cordas.

Trastes

Uma referência tanto dos instrumentos que antecederam o violino e amplamente utilizada no mercado internacional, os trastes físicos ou visuais são uma forma efetiva de guiar o músico em sua afinação utilizando o tato e a visão.

Tarrachas

Esse método de afinação além de ser eficiente, é fácil de manusear, permitindo um ajuste fino de forma mais precisa do que as cravelhas, que precisam de microafinadores no estandarte para auxiliar.

Cinco cordas

No começo do projeto a ideia era aumentar o máximo possível a tessitura do instrumento adicionando cordas, porém isso geraria alguns outros problemas. As cordas do violino são dispostas de forma arqueada, de modo que se consiga tocá-las de forma independente ao passar o arco. Ao adicionar mais cordas, a angulação entre uma e outra diminui, sendo necessária uma precisão muito maior para isolar o som da corda desejada sem esbarrar nas outras.

Outro fator que influenciou a escolha pelas cinco cordas é o delas terem que ser trocadas num intervalo de 3 a 6 meses. A quinta corda do violino é a Dó, que é a mesma corda usada na viola de arco, facilmente encontrada em lojas de música nacionais. A sexta corda é a Fá bemol, fabricada por empresas estrangeiras especializadas, sendo necessária a importação, além de ser mais grossa e exigir um arco mais robusto para fazê-la soar.

As cinco cordas são consideradas o número ideal, pois elas aumentam consideravelmente o alcance harmônico do instrumento, já podendo tocar músicas escritas na clave de Dó, e sua tessitura consegue descer até a do violoncelo utilizando um pedal oitavado, que deixa o instrumento uma oitava mais grave.

Queixeiros e espaleiras com medidas padrão

A queixeira e espaleira são as partes do violino que entram em contato com o usuário, sendo conveniente cada um escolher os que melhor se adaptam ao próprio corpo. Pensando nisso, algumas partes do instrumento serão feitas respeitando as medidas de encaixe desses acessórios.

Captação mais eficiente

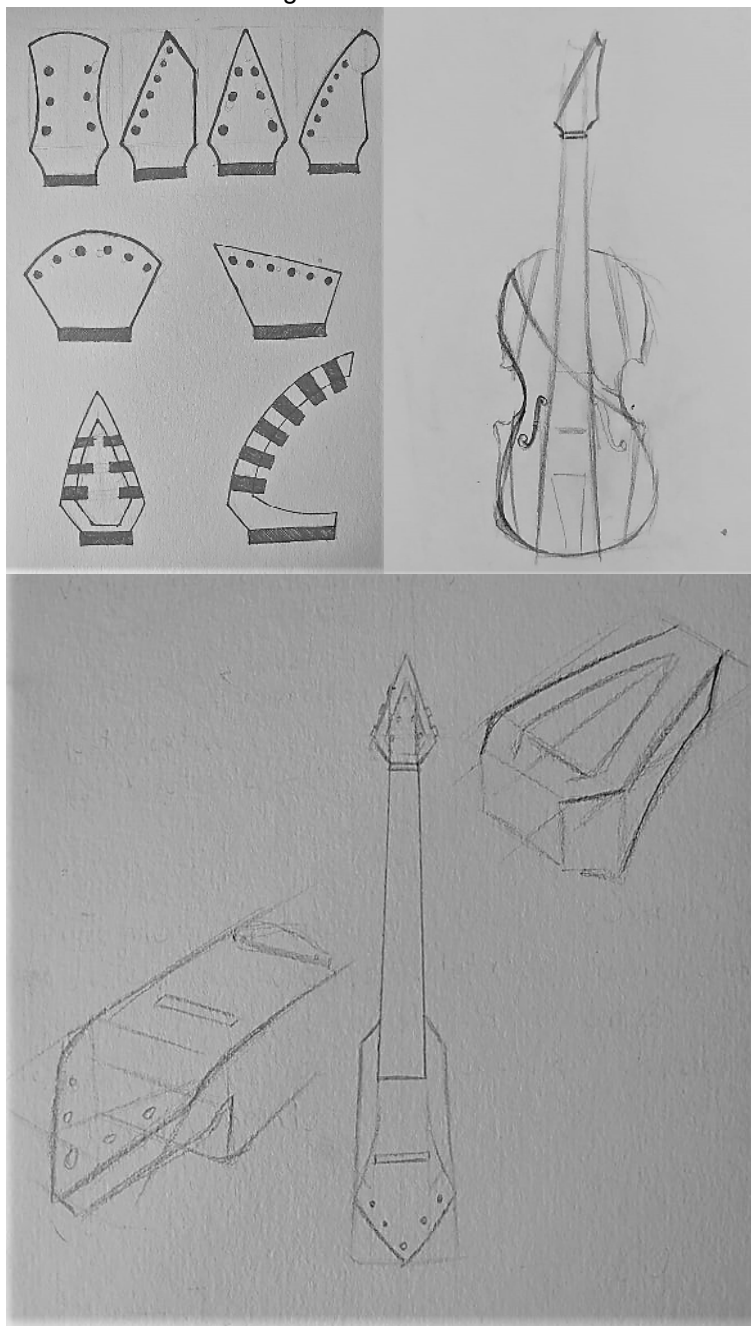
A captação é a parte mais importante de um instrumento elétrico, responsável pela sua identidade sonora e timbre. O método mais comum atualmente são sistemas utilizando transdutores piezoelétricos, o que abre um leque para diferentes tipos de configurações, desde a utilização de bases de piezo em cavaletes tradicionais de madeira, resultando em um som mais semelhante ao de um instrumento acústico, até a transformação do próprio cavalete em um transdutor com o piezo acoplado, podendo ser feita a captação individual de cada corda. O cavalete como captador é a opção mais alinhada com esse projeto.

CAPÍTULO III: CONCEITUAÇÃO DO PROJETO

III.1: Geração e desenvolvimento de alternativas

A fase de criação começou antes mesmo do término do levantamento de dados e definição dos requisitos de projeto com alguns desenhos e um modelo 3D para estudo de algumas formas e dimensões.

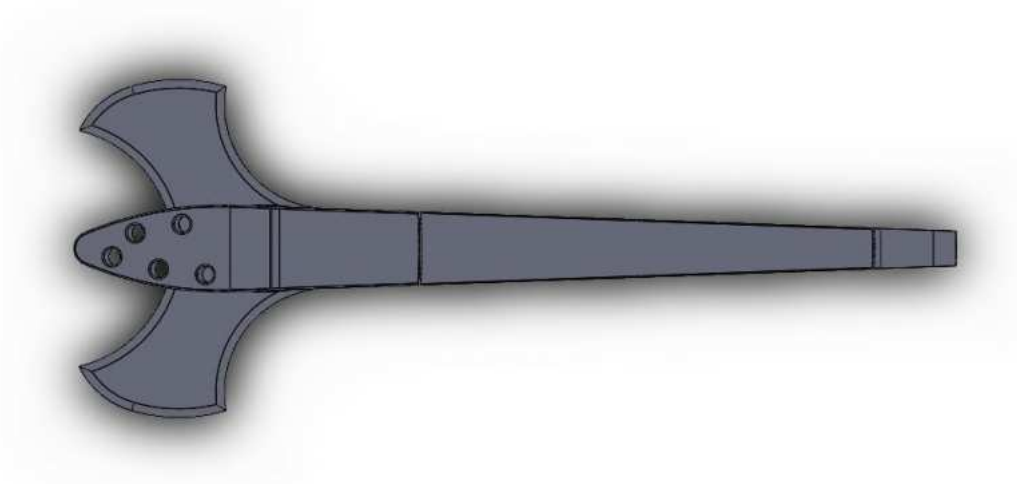
Figura 28: Desenhos



Fonte: Autor

Este modelo é uma forma bruta de tentar organizar uma ideia inicial dentro das medidas corretas do violino, se preocupando com as distâncias, angulações e relações entre as partes e servirá de base para futuras consultas.

Figura 29: Modelo de base - vista superior



Fonte: Autor

Figura 30: Modelo de base - vista lateral



Fonte: Autor

Depois do primeiro modelo 3D, houve uma mudança no direcionamento do processo criativo com o objetivo de conseguir o mínimo produto viável, simplificando a forma ao máximo e deixando somente o necessário para caracterizar o violino elétrico. Nesta etapa ainda não houve o planejamento da parte elétrica, sendo somente um estudo de forma e configuração. As medidas tanto do espelho quanto do braço e do cavalete foram adaptadas para o uso das cinco cordas, mantendo o raio de curvatura e espaçamento entre elas.

Figura 31: MVP - vista superior



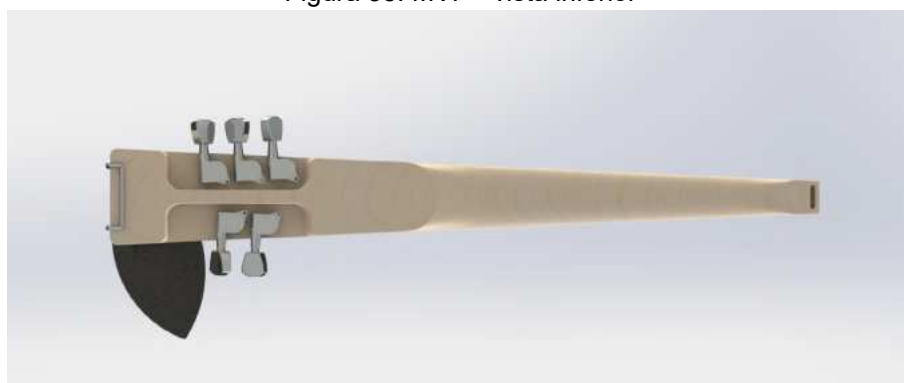
Fonte: Autor

Figura 32: MVP - vista lateral



Fonte: Autor

Figura 33: MVP - vista inferior

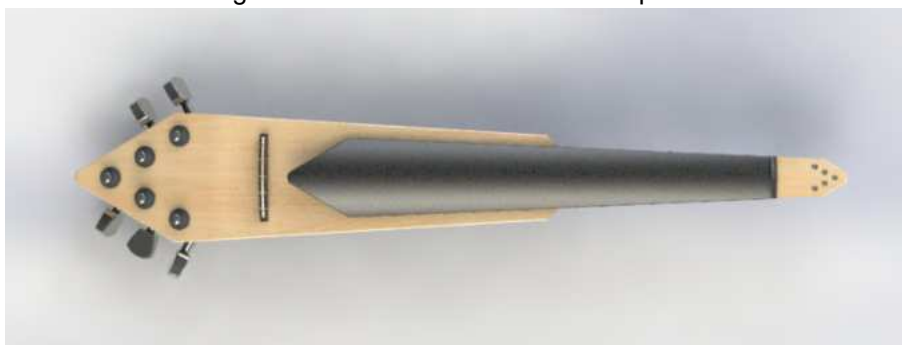


Fonte: Autor

Após a criação de MVP, a forma foi melhor trabalhada tomando como referência visual um dos desenhos feitos anteriormente. A forma do braço foi revertida depois de perceber que o seu comprimento era importante como referência tátil para o músico ao tocar as notas mais próximas ao final do espelho. As tarrachas foram reorganizadas para se alinharem ao sulcos do cavalete onde passam as cordas e não causar tensão excessiva nos pontos de apoio, aumentando a vida útil desses componentes.

A parte elétrica foi prevista na base com a colocação da entrada do cabo e os potenciômetros. Uma das dúvidas desse momento é sobre o uso de um potenciômetro único que controla o volume, ou um potenciômetro duplo, que além do volume também controla a tonalidade.

Figura 34: Primeira versão - vista superior



Fonte: Autor

Figura 35: Primeira versão - vista lateral



Fonte: Autor

Figura 36: Primeira versão - vista lateral



Fonte: Autor

O corpo do violino ainda precisa de uma peça para encaixar os acessórios que entram em contato com o corpo do usuário. Se iniciam nesta etapa alguns estudos utilizando chapa metálica para cumprir essa função.

Figura 37: Estudo de apoio 1



Fonte: Autor

Figura 38: Estudo de apoio 2



Fonte: Autor

Figura 39: Estudo de apoio 3



Fonte: Autor

Formas mais curvilíneas foram adicionadas ao projeto para deixar a estética mais agradável e um apoio com o formato do terceiro estudo, porém feito do mesmo material do corpo para harmonizar visualmente e os acessórios foram incluídos para teste e ter uma noção de como ficaria o aspecto real, ainda testando a quantidade de potenciômetros.

Figura 40: Segunda versão - vista lateral superior



Fonte: Autor

Figura 41: Segunda versão - vista inferior



Fonte: Autor

Figura 42: Segunda versão - perspectiva



Fonte: Autor

Ficou decidido o uso de apenas um potenciômetro simples para controle de volume, deixando o controle de tonalidade com os pedais de efeito e com o amplificador, diminuindo assim a caixa de componentes elétricos no corpo do instrumento. A saída do cabo que já foi cogitada na parte de baixo do corpo foi realocada para a lateral como nos modelos mais novos de violinos elétricos estrangeiros, para evitar de em qualquer puxada se desconectar, algo muito comum nos shows e que pode atrapalhar a apresentação. A preocupação com o peso do apoio fez com que ele voltasse a ser de chapa, com apenas o encaixe da queixeira no material do corpo.

Figura 43: Mudança no apoio 1



Fonte: Autor

Figura 44: Mudança no apoio 2



Fonte: Autor

Com o desenvolvimento do conceito em uma fase mais avançada, uma nova consulta ao violinista Eduardo foi realizada para pedir opiniões e tirar algumas dúvidas quanto aos processos de fabricação.

Tanto as grandes marcas de instrumentos quanto os lutiers independentes utilizam a usinagem por CNC para o corpo do instrumento, levando aproximadamente oito horas para a confecção de um violino elétrico. Após a forma ser usinada, o lutier finaliza com o acabamento, ajustes, instalação dos componentes e sonorização.

Tendo esse conhecimento, uma ideia surgiu de fazer o máximo possível do instrumento em uma peça única, reduzindo os processos de fabricação e montagem.

Figura 45: Terceira versão - vista superior



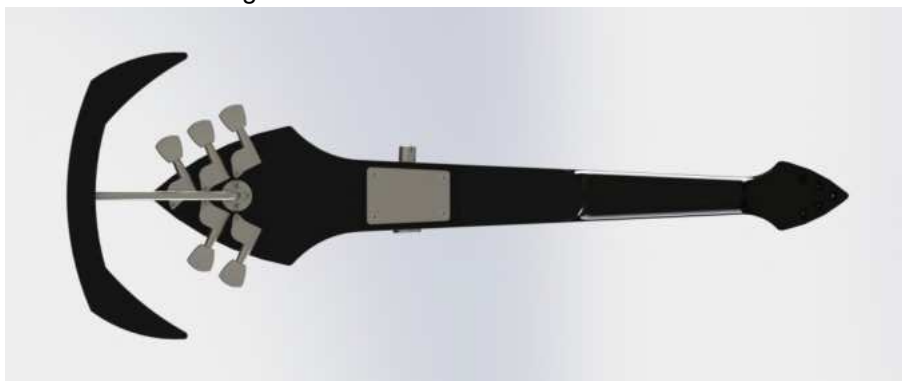
Fonte: Autor

Figura 46: Terceira versão - vista lateral



Fonte: Autor

Figura 47: Terceira versão - vista inferior



Fonte: Autor

Figura 48: Terceira versão - perspectiva



Fonte: Autor

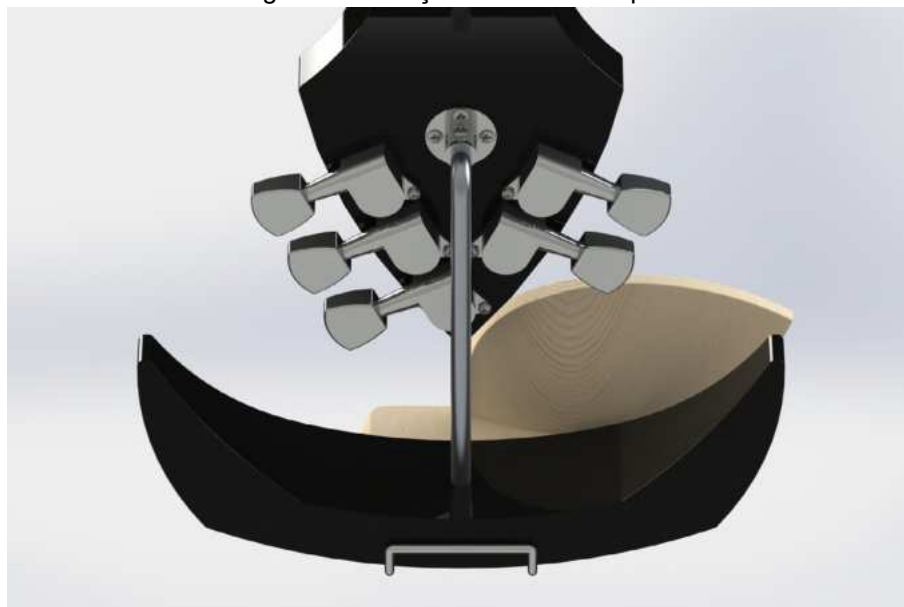
Figura 49: Terceira versão - explosão



Fonte: Autor

A parte elétrica foi organizada prevendo o espaço do potenciômetro, da entrada do cabo e a saída dos fios para o cavalete. O apoio foi trocado por uma peça menor de madeira com uma haste de alumínio presa a uma flange no corpo do instrumento. O espelho é agora integrado ao corpo, porém sem o acabamento onde haverá o contato com as cordas.

Figura 50: Fixação da haste do apoio



Fonte: Autor

Figura 51: Caixa dos componentes elétricos



Fonte: Autor

A haste curvada de 1/4" conectada pela flange gerou duvidas sobre sua resistência, foi então trocada por uma haste reta de 1/2" presa pou uma chapa utilizando a mesma furação da tampa do corpo, cresultando em um modelo satisfatorio e encer-ranco a etapa de conceituação.

Figura 52: Quarto modelo - vista superior



Fonte: Autor

Figura 53: Quarto modelo - vista lateral



Fonte: Autor

Figura 54: Quarto modelo - vista inferior



Fonte: Autor

III.2: Análise do conceito

Como o desenvolvimento se deu de forma bastante linear evoluindo um único modelo a cada nova versão, não existe um comparativo de soluções para a decisão da mais promissora, portanto, a análise será feita apenas do último modelo.

Os requisitos do projeto foram aos poucos incorporados a cada alteração, junto com algumas ideias que surgiram durante o processo de criação. Uma das principais características estruturais é a divisão do corpo em duas partes, sendo uma delas a parte funcional do instrumento, comportando toda a parte elétrica e de fixação das cordas, e a outra parte responsável pelos acessórios de sustentação que interagem com o corpo do usuário. Essa divisão foi pensada prevendo futuras modificações e o desenvolvimento de novos métodos de apoio, inspirados tanto no modelo Viper quanto no violino desenvolvido pelo Eduardo Geraissate.

O subsistema funcional do corpo agrega também o braço e o espelho como uma peça única, inspirado no modelo Line e facilitado pelo processo de usinagem por CNC para garantir a precisão de medidas. Essa união exige um material que seja resistente tanto mecanicamente, pois a flexão do corpo faria o instrumento desafinar, quanto ao desgaste causado pelos dedos do músico.

O subsistema de apoio possui espaço para ajuste de uma queixeira com encaixes padrão, podendo ser um modelo central ou assimétrico, e uma espaleira, possibilitando uma configuração que atenda as necessidades e gosto pessoal de qualquer usuário. Sua haste se conecta a outra parte do corpo por uma chapa, utilizando a mesma furação da tampa do corpo.

A adaptação do espelho para o uso das cinco cordas respeitou o raio de curvatura original, mantendo o ângulo de ataque do arco para facilitar a adaptação do violonista que está acostumado com as quatro cordas. A distância entre as cordas também foi mantida, alargando o braço e o espelho que receberão a corda extra com espaço suficiente para a digitação das notas sem acidentes.

O tipo de traste foi selecionado dentre os três tipos existentes que são definidos pelo tamanho, são eles os finos, os médios e os jumbo. Para este projeto foi utilizado o fino com o perfil mais baixo encontrado no mercado nacional. Essa decisão se deu pelo traste no violino ser apenas uma referência tátil e deve interferir o menos possível no som. O perfil baixo, deforma menos a corda ao ser pressionada permitindo o uso das técnicas feitas no espelho.

O cavalete do violino ainda é um desafio. O projeto de um cavalete novo com a qualidade de captação necessária para atender o requisito seria complexo demais para o prazo, devido a dificuldade de se achar similares para estudo e a falta de informação sobre eles disponibilizada na internet. As dimensões utilizadas foram tiradas dos modelos de cinco cordas das marcas Barbera Transducer System e Starfish.

As tarrachas escolhidas são modelos blindados para guitarra não linear, pois duas delas ficam no lado posto das outras três. Foi cogitado o uso de tarrachas para ukulele por serem mais compactas, mas as engrenagens delas são expostas o que causa travamentos devido ao acúmulo de impurezas.

A caixa do corpo comporta uma entrada P10 e um potenciômetro simples para o controle de volume. O objetivo desse violino elétrico é deixar o som o mais cru possível para responder melhor aos efeitos que forem adicionados pelo amplificador e pedais.

CAPÍTULO IV: DESENVOLVIMENTO E RESULTADO DO PROJETO

IV.1: Detalhamento da solução

Figura 55: Solução final - Vista superior



Fonte: Autor

Figura 56: Solução final - Vista lateral direita



Fonte: Autor

Figura 57: Solução final - Vista inferior



Fonte: Autor

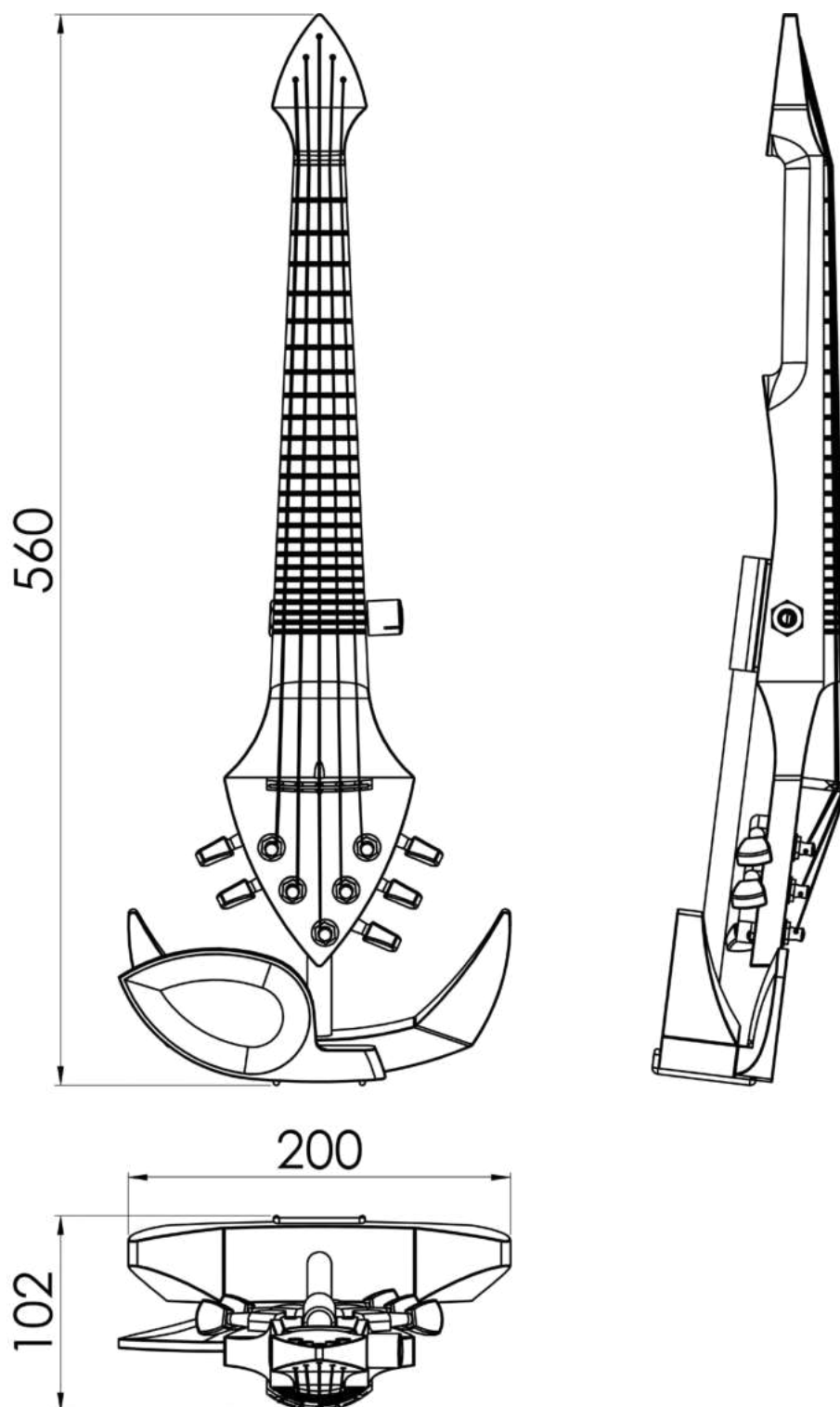
Figura 58: Solução final - Vista esquerda



Fonte: Autor

IV.1.1: Dimensionamento geral

Figura 59: Solução final - dimensionamento geral



Fonte: Autor

IV.1.2: Escolha dos materiais

A pesquisa de materiais se iniciou simultaneamente à fase de criação, focando em madeiras, que são o material mais comum devido aos seus benefícios no tratamento do som. Existem projetos de violinos elétricos em plástico ABS feitos por entusiastas da impressão 3D, mas essa opção foi descartada devido a qualidade sonora ser muito prejudicada.

Na busca por referências, foram observadas empresas de vanguarda que investem no desenvolvimento de tecnologia musical, como a suíça Relish, para saber quais materiais estão utilizando. Uma das principais características das guitarras da marca é a utilização de escalas de bambu. Essa fibra é resistente a umidade, dura e necessita de pouca manutenção. Esteticamente tem uma aparência diferenciada do ébano africano, que é a madeira mais utilizada nesse tipo de componente.

Figura 60: Escala de bambu da Relish



Fonte: relish.swiss

O bambu é uma fibra que se destaca por seu rápido crescimento e baixo impacto ambiental. Por ser uma fibra longa, possui uma excelente resistência mecânica linear, mas bastante flexível em qualquer outra direção que não seja paralela ao seu crescimento. Para aumentar a resistência multi direcional, é utilizada uma técnica chamada BLaC, bambu laminado colado, onde um sanduíche de chapas de bambu dispostas de forma que suas fibras fiquem em direções diferentes, geralmente em um ângulo de 90° ou 60° são unidas por uma resina.

Um material que se mostrou promissor durante a pesquisa foi um biocompósito que utiliza essa técnica com resina de poliuretano à base de mamona como matriz. O bambu utilizado é da espécie *Dendrocalamus Asper*, encontrada no Brasil, e precisa de apenas 4 anos para alcançar a maturidade necessária.

Devido a algumas dificuldades logísticas, não foi possível a aquisição do material para testes em corpos de prova específicos para este projeto, porém foi consultado um artigo analisando a resina de poliuretano à base de resina de mamona como revestimento em madeiras submetidas a flexão para testar se a resistência é aumentada.

Esse experimento consistiu em colocar corpos de prova sobre dois apoios submetidos a uma prensa hidráulica até o rompimento com um corpo de prova de madeira maciça para comparação e um corpo de prova de biocompósito. O resultado revelou um aumento considerável na resistência à flexão, diretamente ligado ao aumento da densidade.

Outro projeto, apresentado no Colóquio Internacional de Design 2017, documenta a construção de uma prótese transtibial construída com esse biocompósito que suporta o peso de um adulto de aproximadamente 80kg sem sofrer flexão. Cada corda do violino elétrico acrescenta um peso de 8kg diretamente sobre o cavalete, totalizando 40kg somando as cinco cordas. Esse projeto afirma que o biocompósito é de fácil laminação, possui um excelente acabamento e é resistente a choques e riscos.

Por atender aos critérios de fabricação nacional, de resistência estrutural, não expandir ao ser exposto a temperatura e umidade ser do contato humano e ter baixo impacto ambiental, este biocompósito foi o escolhido para a construção do corpo e do apoio, já as chapas e a haste que conecta o apoio ao corpo do instrumento serão de alumínio pela sua leveza e resistência.

IV.1.3: Escolha dos componentes

IV.1.3.1: Cordas

Apesar de ser algo bem ligado ao gosto pessoal, o jogo de cordas escolhido para acompanhar o instrumento é o Paganini PE 950. Sua excelente relação custo-benefício fez essa marca ser bastante utilizada por violinistas e violistas iniciantes e intermediários, sendo facilmente achada nas lojas pelo preço de R\$40,00. Esse jogo de cordas tem acabamento com um anel de metal em uma das extremidades, o que facilita muito a instalação e difere das demais marcas dessa faixa de preço.

Figura 61: Cordas Paganini



Fonte: mercadolivre.com.br

IV.1.3.2: Cavalete

O modelo Solid Model cinco cordas da marca BTS é o cavalete escolhido enquanto não é possível a criação de um cavalete com captação equivalente ou superior. Ele é vendido no valor de US\$400,00 pelo site oficial da marca.

Figura 62: Cavalete Solid Model BTS



Fonte: barberatransducers.com

IV.1.3.3: Tarrachas

Conjunto "3+3" da marca Guyker, com 3 pares espelhados modelo blindado com cabeça tulipa. Diferente do tipo linear, onde todas as tarrachas ficam lado a lado, esse conjunto possui três pares de tarrachas espelhadas. Podem ser facilmente encontradas por R\$130,00 em lojas digitais.

Figura 63: Tarracha Guyker



Fonte: mercadolibre.com

IV.1.3.4: Potenciômetro

Modelo linear B10K com eixo L15 estriado da Ffermarc. Vendido no valor de R\$2,70 no site oficial da empresa.

Figura 64: Potenciômetro Ffermarc B10K



Fonte: ffermarc.com

IV.1.3.5: Entrada P10

Modelo JP10 da marca Zad Som com entrada mono e circuito aberto. Vendido no valor de R\$4,00 em lojas online.

Figura 65: Entrada Zad Som JP10



Fonte: krunner.com.br

IV.1.3.6: Botão giratório

Modelo serrilhado com ponta plana de alumínio da marca Strinberg, vendido no valor de R\$15,00 nas lojas virtuais.

Figura 66: Botão giratório Strinberg



Fonte: barramusic.com.br

IV.1.3.7: Traste

Existem três tipos de traste: os finos, os médios e os jumbo. O que mais se adequa ao violino é o fino com o perfil mais baixo possível, pois eles servem apenas para referência tátil aos dedos, e não como delimitação das casas como ocorre na guitarra ou no baixo.

O modelo Fw 43080-s da Jescar é o menor existente, indicado pelo violonista da banda Deadman Dance, e por conta disso foi o escolhido. Ele é vendido por R\$67,38 nas lojas virtuais.

Figura 67: Traste Jescar Fw 43080-s



Fonte: mercadolibre.com

IV.1.3.8: Queixeira

A escolha desse acessório teve preferência pelo tipo mais comum, em formato de folha, que acompanha todos os violinos de entrada do mercado. Cada violinista tem preferência por um tipo de queixeira e é comum fazer a troca logo na compra do instrumento, portanto não há necessidade de colocar uma mais cara como item de série. A selecionada foi da marca Phoenix, custando R\$50,00 nas lojas virtuais.

Figura 68: Queixeira CCB



Fonte: mercadolivre.com

IV.1.3.9: Bucha americana

Esse componente foi escolhido para proteger a madeira do corpo do violino elétrico ao abrir e fechar sua tampa, ou para remover e colocar o apoio. O ato de colocar e retirar os parafusos diretamente na madeira agride o material e pode gerar folgas. Para isso foram utilizadas quatro buchas americanas tamanho M4. O valor do pacote com 50 unidades da marca MBastos é R\$37,00.

Figura 69: Bucha americana M4



Fonte: mercadolivre.com

IV.1.3.10: Parafuso

O parafuso utilizado no projeto para fixar a tampa e o apoio com um melhor acabamento é o cabeça chata phillips em zinco preto tamanho M4x20. O pacote da marca JM contendo 100 unidades custa R\$37,00.

Figura 70: Parafuso JM M4x20



Fonte: mercadolivre.com

IV.1.3.10: Pestana

Apesar do braço na região onde fica a pestana ter sido alargado em cinco milímetros, o tamanho padrão de uma pestana consegue ser utilizado, pois é vendido em um bloco de madeira maior que precisa ser trabalhado para se adaptar ao instrumento. Existem dois modelos, o de osso e o de ébano. A segunda opção orna melhor com o projeto e foi a escolhida, da marca Tarttan, que custa R\$9,00.

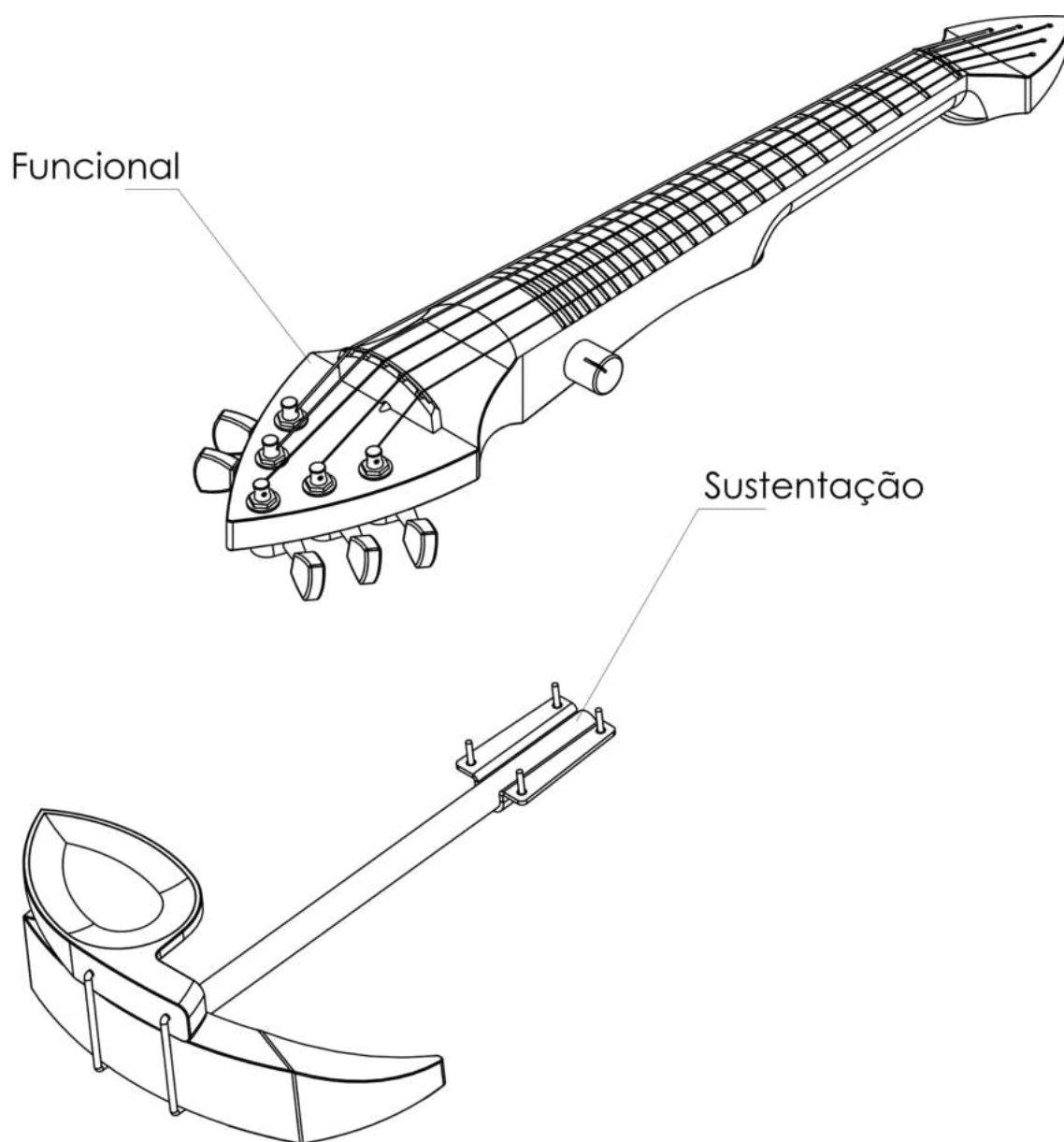
Figura 71: Pestana Tarttan



Fonte: mercadolivre.com

IV.1.4: Perspectiva explodida dos subsistemas

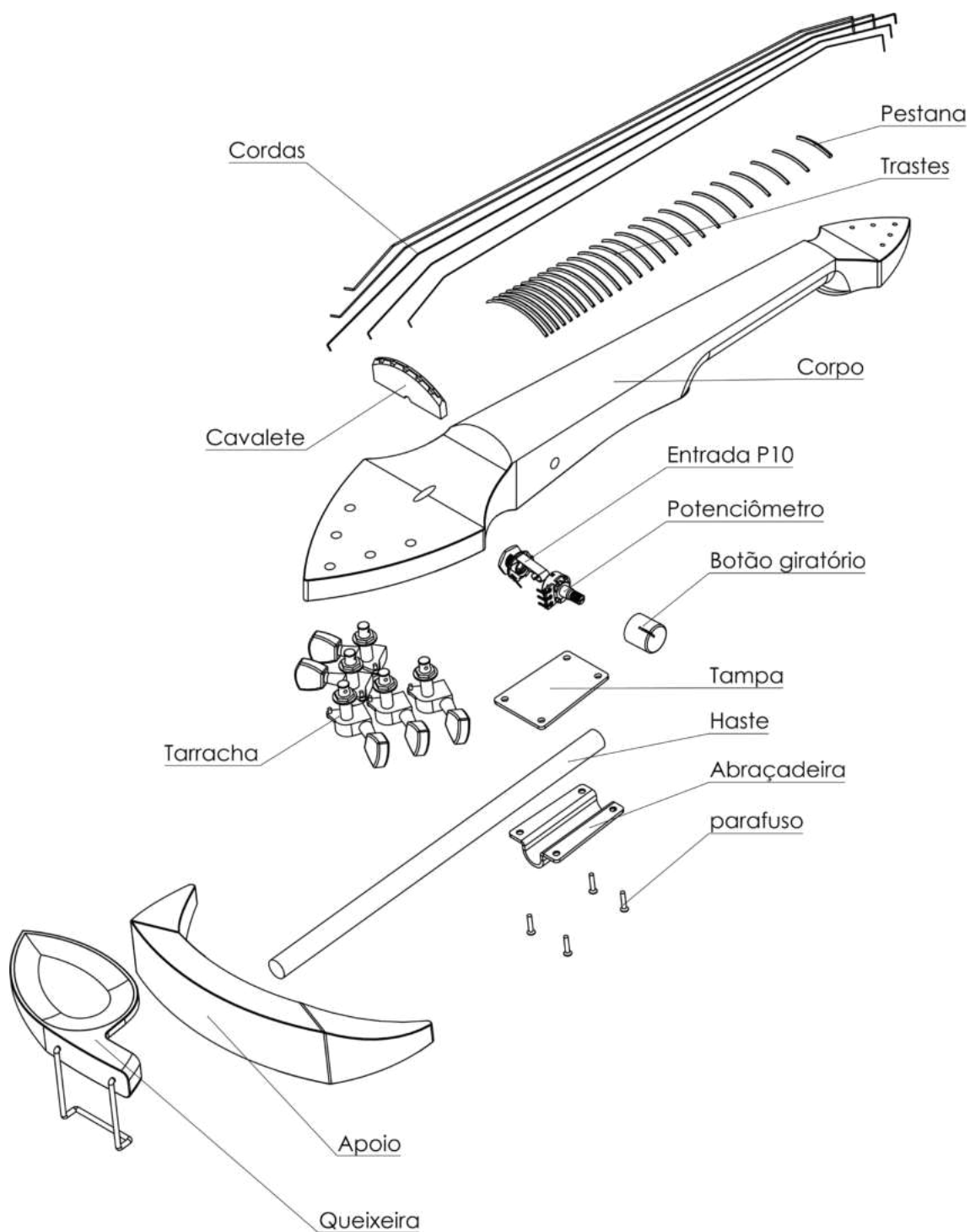
Figura 72: Perspectiva explodida dos subsistemas



Fonte: Autor

IV.1.5: Perspectiva explodida dos componentes

Figura 73: Perspectiva explodida dos componentes



Fonte: Autor

IV.1.6: Escolha do nome

O nome Korê significa flecha no idioma tupi-guarani, que foi utilizado para reforçar que o projeto é brasileiro e tem seu foco voltado para o esta nação. O corpo do violino possui uma silhueta que remete a uma flecha, então o nome faz essa brincadeira, não apenas com o lado estético, mas também com o funcional, pois o violino assim como a flecha é utilizado com um arco.

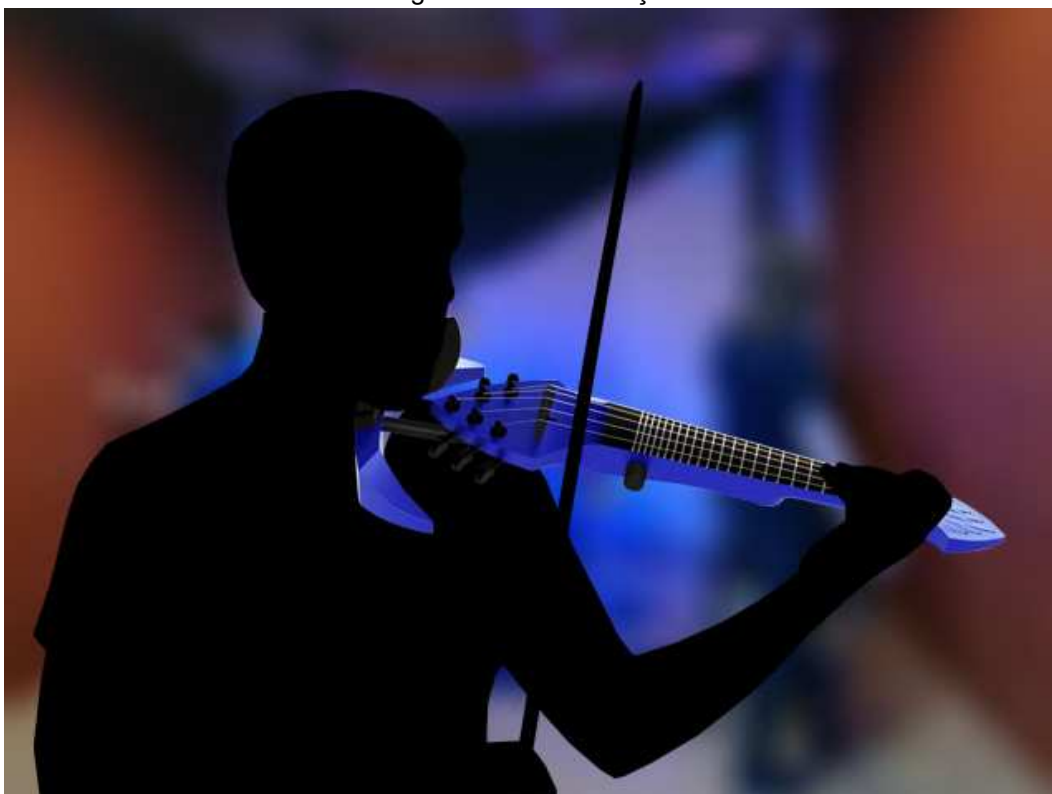
IV.1.7: Fabricação

Dentre as partes que serão fabricadas, estão o corpo e o apoio, ambas utilizando blocos de biocompósito de BLaC usinados em CNC e conectados por um tubo de alumínio de meia polegada. Esse tubo é colado no apoio utilizando a mesma resina de poliuretano à base de mamona e soldado à uma chapa de alumínio dobrada que se prende sobre a tampa do corpo, também feita em chapa de alumínio. Elas são fixas por 4 parafusos presos em buchas americanas rosqueadas no corpo do instrumento.

Os acabamentos nas partes de alumínio serão feitos por pintura eletrostática preta. O corpo e o apoio receberão camadas de resina em poliuretano à base de mamona após a pintura, com excessão da escala.

IV.1.8: Humanização

Figura 74: Humanização



Fonte: Autor

CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse projeto foi um desafio maior do que o esperado no início, a complexidade do estudo que um lutier precisa fazer pra desenvolver um produto de alta performance que resolva os problemas do músico é enorme.

O resultado alcançado foi bastante satisfatório, apesar de não ter cumprido todos os objetivos iniciais, principalmente por conta da captação que acabou se tornando um caso de estudo à parte para uma continuação do projeto no futuro.

O período pandêmico em que o mundo se encontrou nos últimos dois anos dificultou bastante alguns aspectos do desenvolvimento, por acabar com as aglomerações, e conseqüentemente os shows, que são o principal evento para o qual este produto foi criado, entretanto ao conhecimento empírico prévio compensou uma boa parte desse imprevisto.

O Korê foi fruto de um desejo antigo de popularizar o violino elétrico no Brasil, mostrar novos caminhos que a quarta arte pode seguir e dar uma voz diferente às notas tocadas por bandas pequenas e grandes nas casas de show deste país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUNARI, B. **Das Coisas Nascem Coisas**. 2002

LÖBACH, B. **Design Industrial Bases para a configuração dos produtos industriais**. 2001

SUZUKI, S. **Suzuki Violin School: Violin Part, Volume 1**. 1978

MURATOV, S. **The Art of the Violin Design**. 2015

SANTOS, J.V.G.; GODINHO, G.M.; PEREIRA, M.A.R. **Biocompósitos de Bambu e Resina de Mamona: Métodos e Aplicações no Design de Produtos**. Colóquio Internacional de Design, 2017.

RAMINELI, J.V.; MOÇO, J.P.M.; NINILLO, L.Q.; YANO, B.B.R. **Análise da Resina Poliuretana à Base de Óleo de Mamona Como Revestimento em Madeiras Submetidas à Tração**. Colloquium Exoctarum, 2019.

makingtheviolin.com

3D-varius.com

wikimedia.com

universohipermedia.wordpress.com

researchgate.net

rollingstone.com

ethnicmusicalinstruments.com

europeana.eu

metmuseum.org

120years.net

last.fm

deltaviolin.com

retrofret.com

reverb.com

yamaha.com

eagle.com.br

electricviolinshop.com

[instagram.com/deadmandance](https://www.instagram.com/deadmandance)

relish.swiss

mercadolivre.com.br

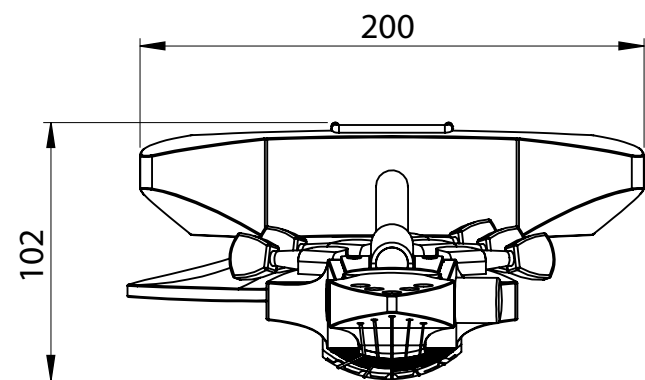
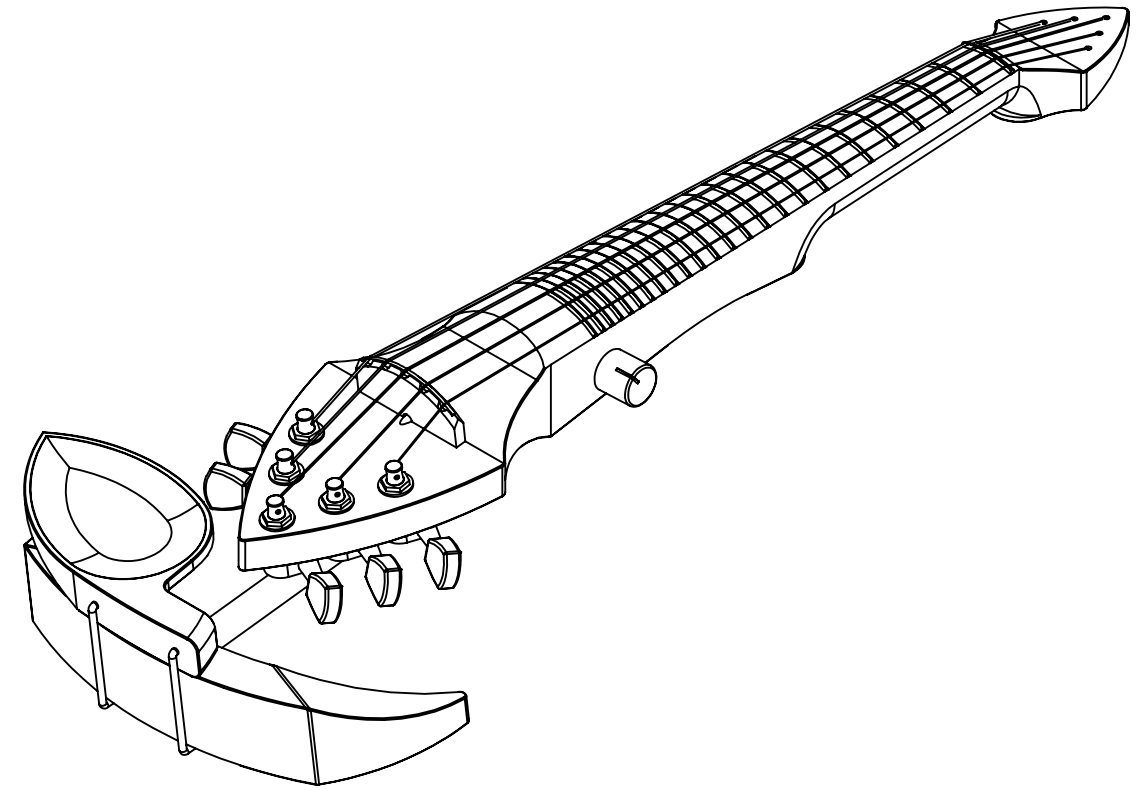
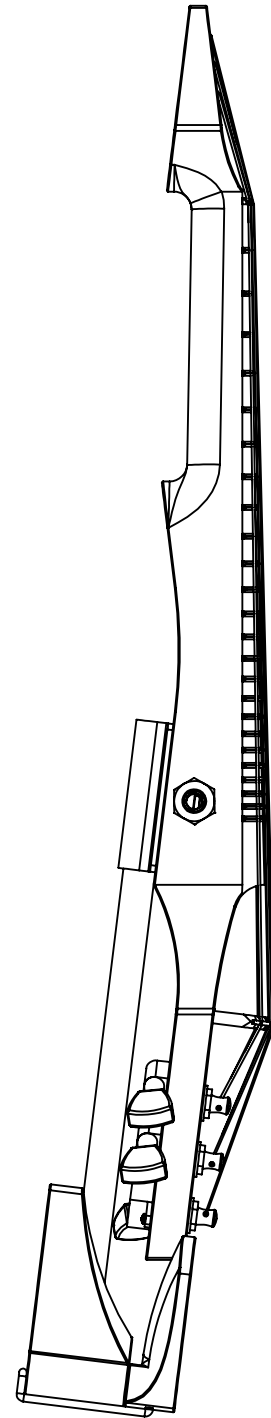
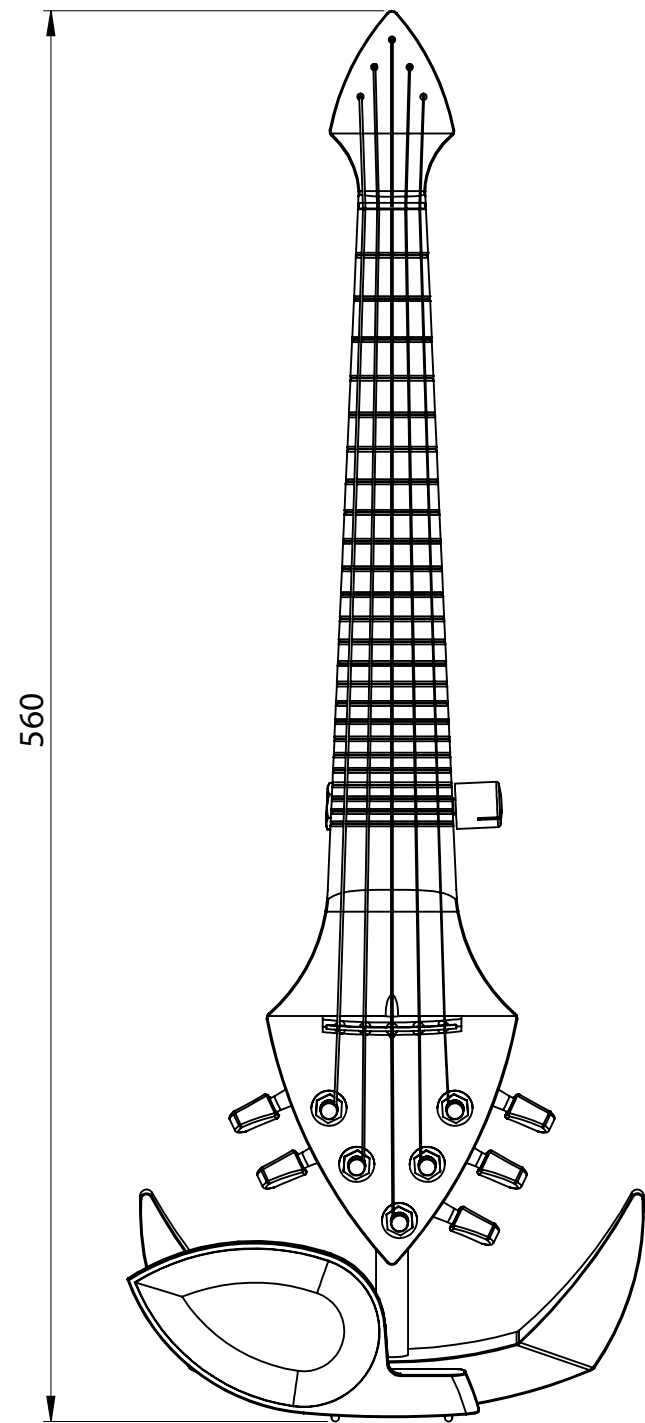
barberatransducers.com

fermarc.com

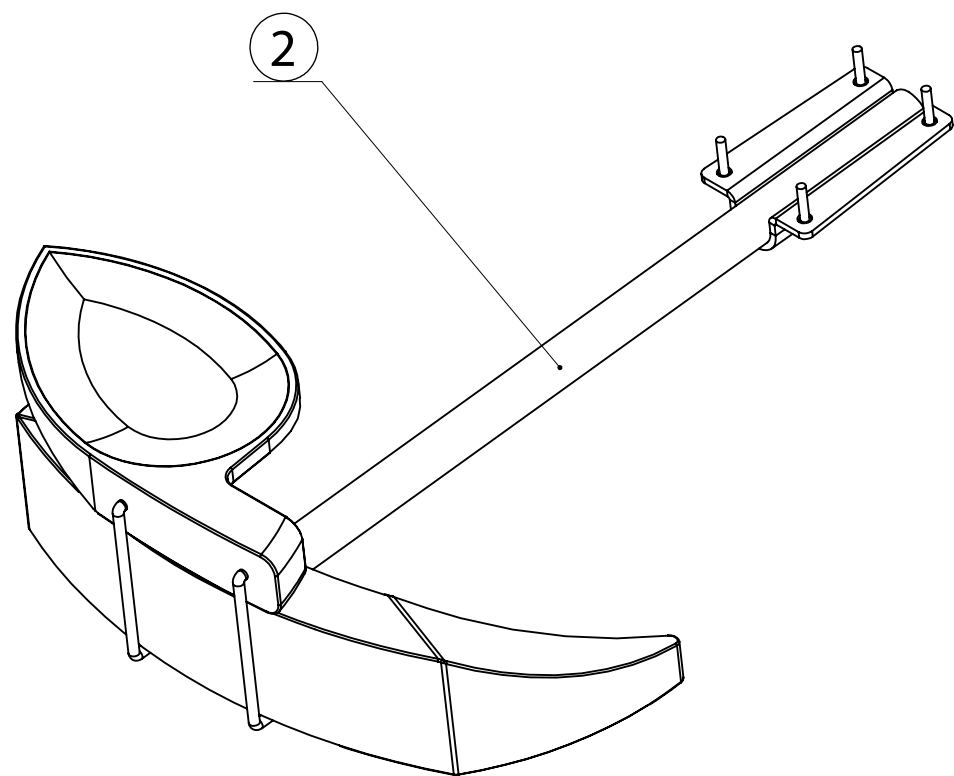
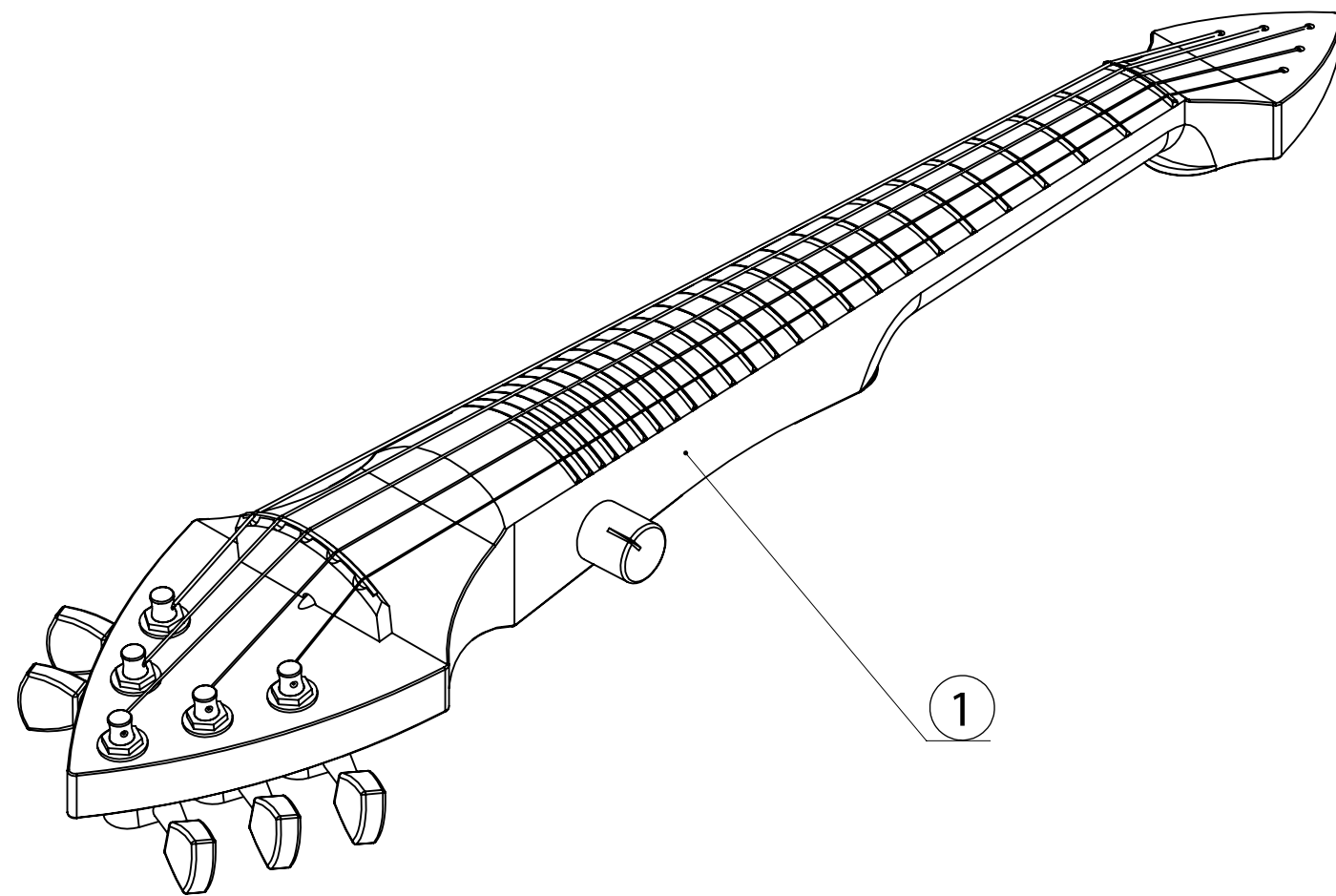
krunner.com.br

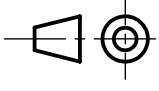
barramusic.com.br

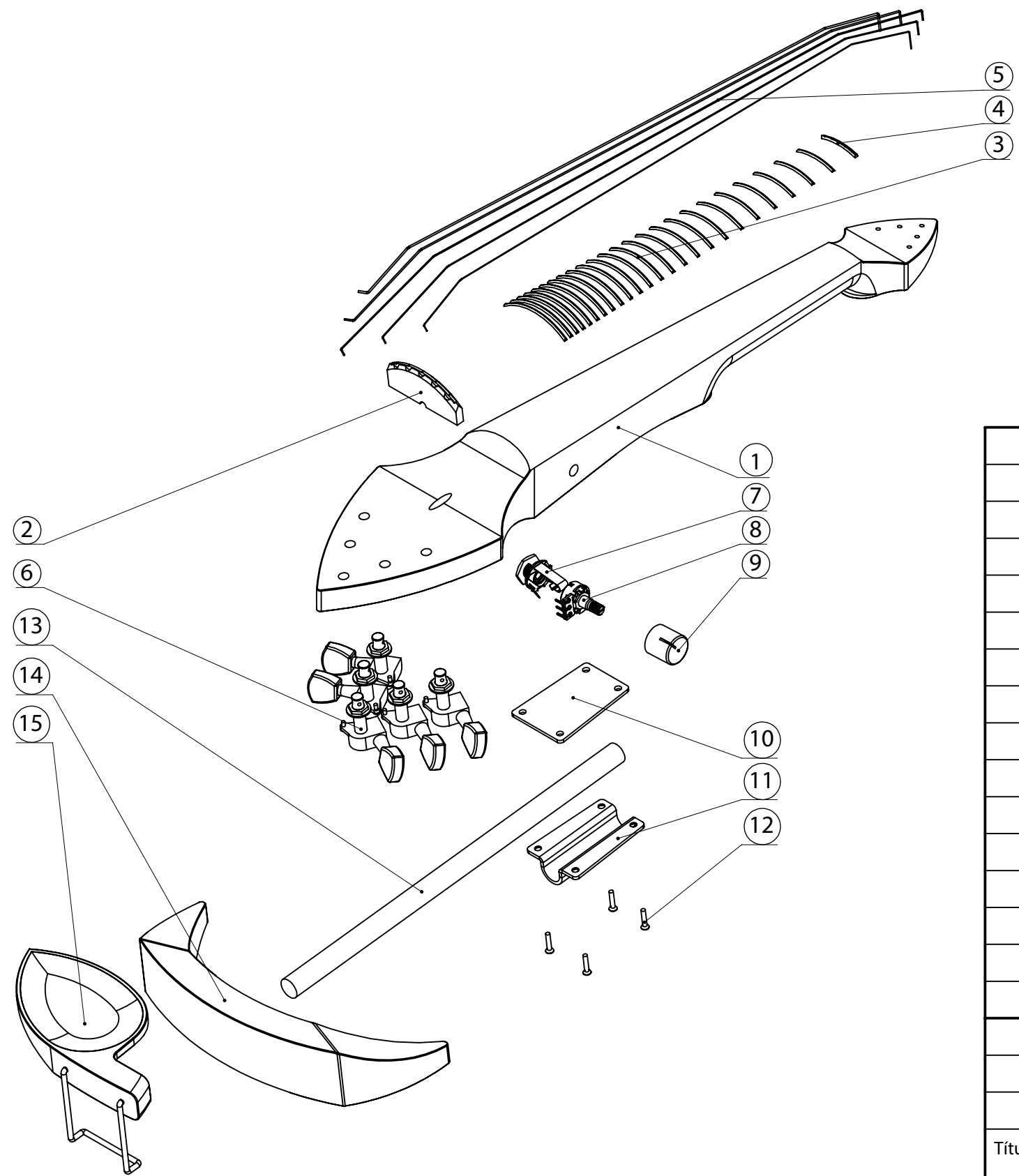
makingtheviolin.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Departamento de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto:	Sistema: Violino Elétrico - Dimensionamento Geral	
Violino Elétrico Korê	Sub-Sistema:	
	Componente:	
Autor: Fabricio Fraga e Oliveira	Escala: 1:3	Diedro:
Orientador: Rooswelt Teles	Unidade de medida: Milímetros	
Data: 19/11/2021	Folha: 1	



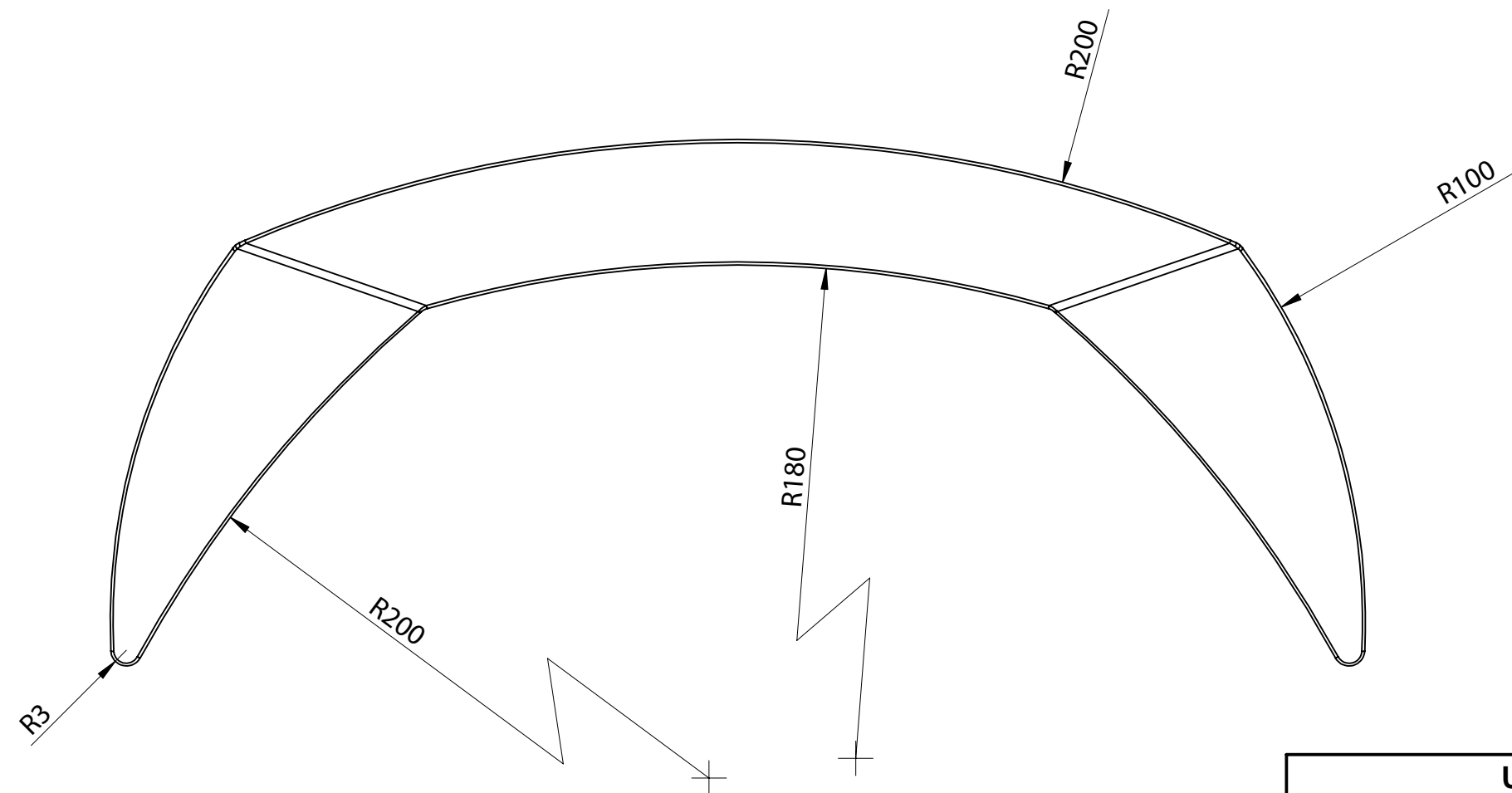
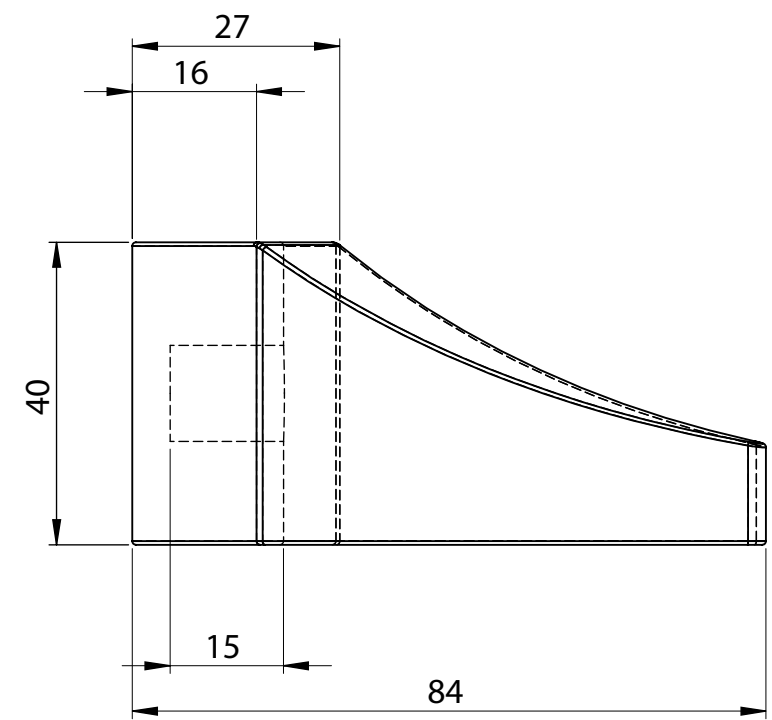
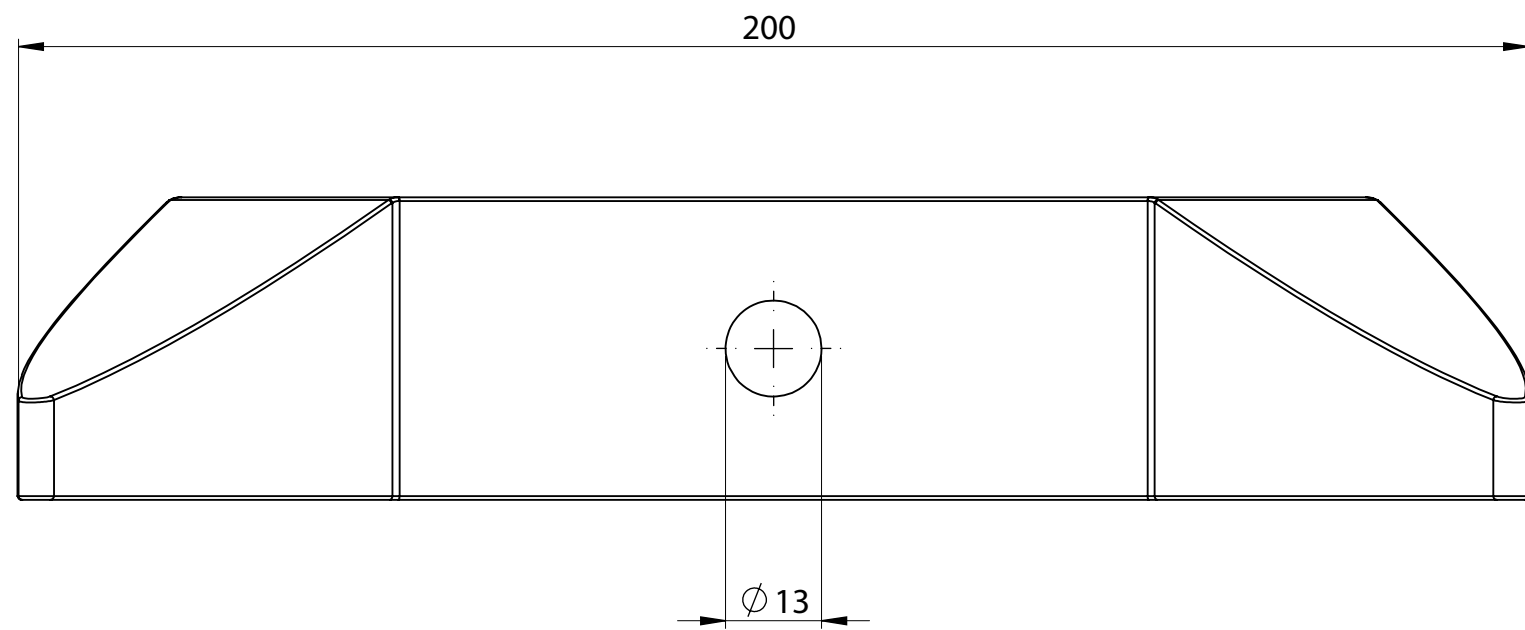
2	Apoio	
1	Funcional	
Número	Subsistema	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Departamento de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto: Violino Elétrico Korê	Sistema: Violino elétrico - Identificação dos Subsistemas	
	Subsistema:	
	Componente:	
Autor: Fabricio Fraga e Oliveira	Escala: 1:2	Diedro: 
Orientador: Rooswelt Teles	Unidade de medida: Milímetros	
Data: 19/11/2021	Folha: 2	



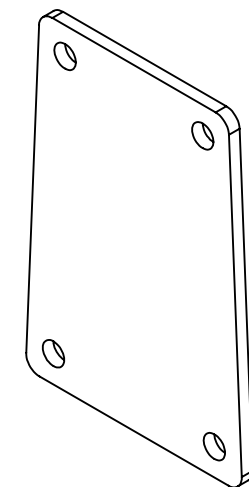
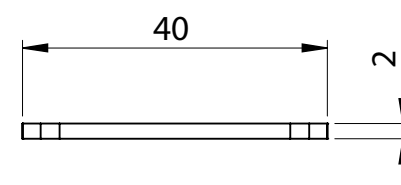
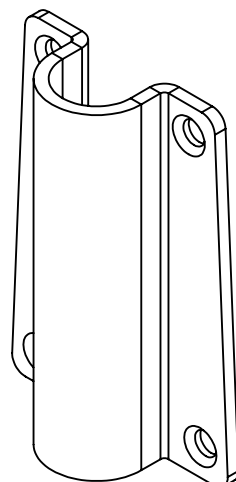
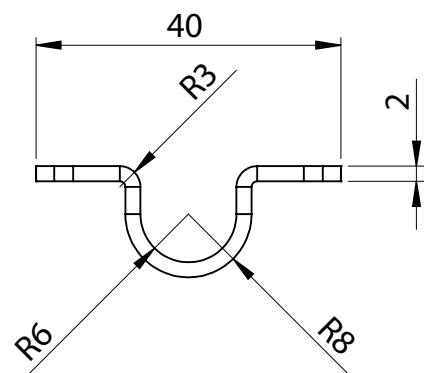
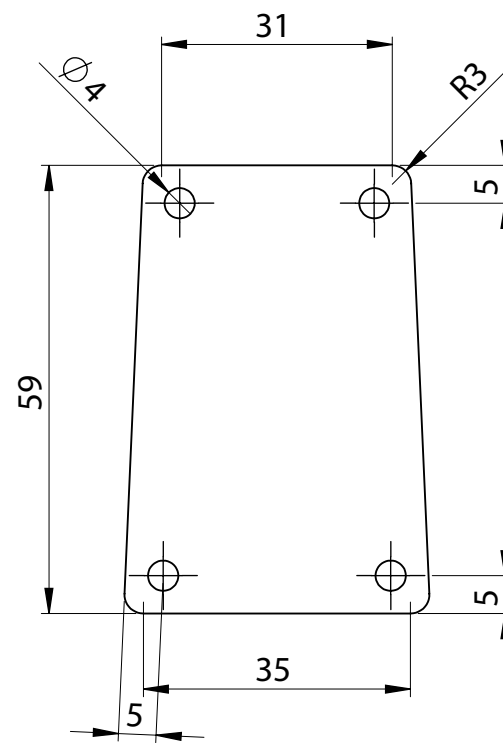
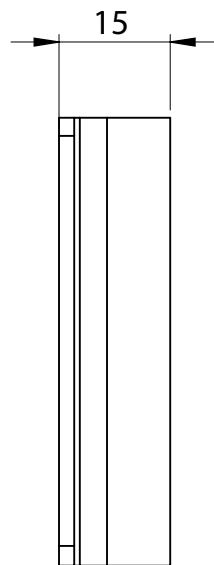
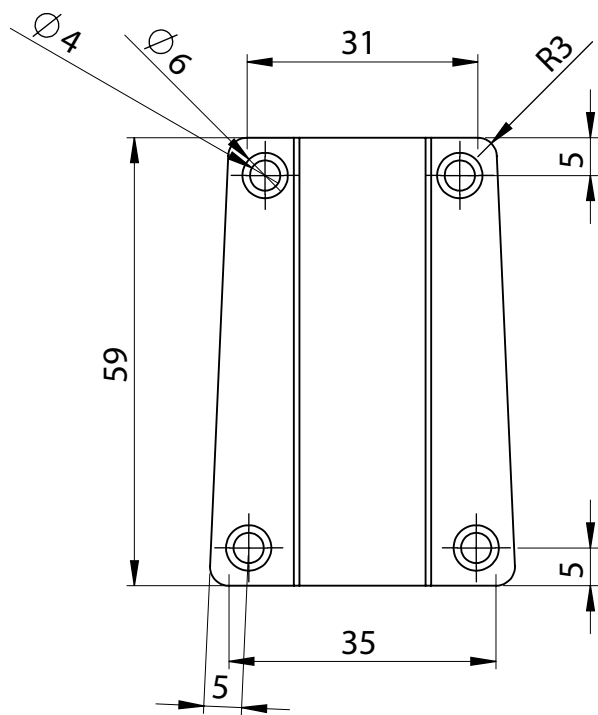
15	Queixeira	1
14	Apoio	1
13	Haste	1
12	Parafusos	4
11	Abraçadeira	1
10	Tampa	1
9	Botão giratório	1
8	Potenciômetro	1
7	Entrada P10	1
6	Tarrachas	5
5	Cordas	5
4	Pestana	1
3	Trastes	24
2	Cavalete	1
1	Corpo	1
Número	Componente	Quantidade

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

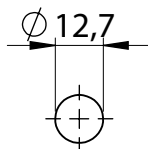
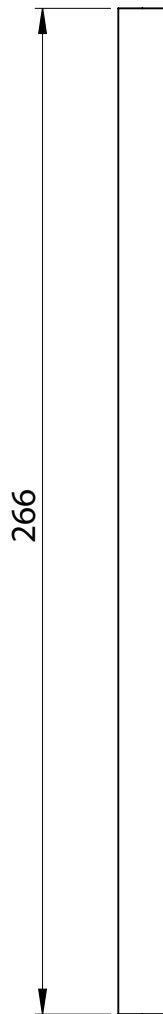
CLA - Escola de Belas Artes	Departamento de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto:	Sistema: Violino Elétrico - Identificação dos Componentes	
Violino Elétrico Korê	Subsistema:	
	Componente:	
Autor: Fabricio Fraga e Oliveira	Escala: 1:3	Diedro:
Orientador: Rooswelt Teles	Unidade de medida: Milímetros	
Data: 19/11/2021	Folha: 3	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Departamento de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto:	Sistema: Violino Elétrico	
Violino Elétrico Korê	Subsistema: Apoio	
	Componente: Dimensionamento do Apoio	
Autor: Fabricio Fraga e Oliveira	Escala: 1:1	Diedro:
Orientador: Rooswelt Teles	Unidade de medida: Milímetros	
Data: 19/11/2021	Folha: 5	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Departamento de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto:	Sistema: Violino Elétrico	
Violino Elétrico Korê	Subsistema: Funcional e Apoio	
	Componente: Dimensionamento da Abraçadeira e Tampa	
Autor: Fabricio Fraga e Oliveira	Escala: 1:1	Diedro:
Orientador: Rooswelt Teles	Unidade de medida: Milímetros	
Data: 19/11/2021	Folha: 6	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes		Departamento de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<p>Título do Projeto:</p> <p>Violino Elétrico Korê</p>		Sistema: Violino Elétrico	
		Subsistema: Apoio	
		Componente: Dimensionamento da Haste	
Autor: Fabricio Fraga e Oliveira		Escala: 1:2	<p>Diedro:</p>
Orientador: Rooswelt Teles		Unidade de medida: Milímetros	
Data: 19/11/2021		Folha: 7	