



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília  
*Campus Samambaia*  
Curso Superior Tecnólogo em Design de Produto

JOÃO PEDRO DA ROCHA FARIAS

**UPCYCLING APLICADO À LUTHIERIA PARA A FABRICAÇÃO DE  
GUITARRAS ELÉTRICAS**

Brasília  
2023

João Pedro da Rocha Farias

**UPCYCLING APLICADO À LUTHIERIA PARA A FABRICAÇÃO DE  
GUITARRAS ELÉTRICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Tecnólogo em Design de Produto do Campus Samambaia do Instituto Federal de Brasília como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Design de Produto.

Orientador: Prof.º Dr. Frederico de Souza

Brasília  
2023

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA  
DO CAMPUS SAMAMBAIA DO IFB**

Bibliotecária: Gracielle Ribeiro – CRB 1/2128

F224 Farias, João Pedro da Rocha  
Upcycling aplicado à lutheria para a fabricação de guitarras  
elétricas / João Pedro da Rocha Farias -- Brasília, 2023.  
37 f.

Monografia (Tecnólogo em Design de Produto) – Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, 2023.  
Orientador: Frederico de Souza

1. Guitarra elétrica - Projetos. 2. Madeira - Reaproveitamento  
3. Palete - Reaproveitamento. I. Souza, Frederico de. II. Título.

CDU 674:780.653.1

JOÃO PEDRO DA ROCHA FARIAS

**UPCYCLING APLICADO À LUTHIERIA PARA A FABRICAÇÃO DE  
GUITARRAS ELÉTRICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Tecnólogo em Design de Produto do Campus Samambaia do Instituto Federal de Brasília como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Design de Produto.

Aprovado em: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Frederico de Souza - Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Paula Georg Dornelles

---

Avaliador externo: Dr. Rogério Marcos Magalhães – Pesquisador – LPF/SFB

Brasília  
2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me ajudar a superar todos os desafios encontrados ao longo do curso e na elaboração do trabalho final.

Agradeço principalmente a toda minha família, em especial a meus pais que sempre priorizaram uma educação de qualidade ao longo da minha vida. Aos meus amigos e colegas de curso que sempre me incentivaram e me apoiaram na realização desse sonho.

Ao meu orientador, professor Frederico de Souza por ter topado realizar esse sonho meu de infância e por ter me guiado ao longo dessa jornada, oferecendo apoio desde a definição do tema principal até o resultado final.

Aos técnicos de laboratório Brunna e Nailson por ter me auxiliado na disposição de todos os equipamentos necessários para a realização desse projeto.

Ao professor Ricardo Teles, por ter conversado comigo sobre a área musical e por ter ajudado no custeio de alguns materiais para a realização desse projeto.

A todos os professores e ao IFB Campus Samambaia, por todo o conhecimento e pelas experiências proporcionadas e por me ajudarem na minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Agradeço também ao Laboratório MultLab do IFB – *Campus Samambaia* por ter cedido todo o material disponível usado no projeto.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento e a realização deste projeto.

## RESUMO

Atualmente percebe-se que ocorre um grande descarte irregular de diversos materiais utilizados em indústrias e comércios, dentre eles, os pallets. Aplicando a ideia do *upcycling*, é possível realizar o reaproveitamento dos pallets fabricando-se protótipos de móveis e em design de interiores. Este presente estudo teve como objetivo a fabricação de uma guitarra elétrica utilizando o reaproveitamento de pallets. A metodologia de design aplicada foi a de Bernd Lobach, que foi adaptada para o projeto, passando pelas fases de análise do problema, pesquisa de similares, geração de alternativas e realização da solução problema (prototipagem). Para a prototipagem foram utilizados pallets descartados por uma indústria de refrigerantes localizada na região administrativa de Taguatinga Sul do Distrito Federal. A madeira foi separada em ripas e beneficiadas no laboratório de produção moveleira do IFB – *Campus Samambaia* e coladas uma sobre as outras para a fabricação do corpo da guitarra. O molde do corpo foi baseado no modelo “*Warlock*” e as demais peças foram confeccionadas por processos tradicionais de lutheria. Resultou-se na fabricação de um protótipo de guitarra, funcional, com boa sonoridade e que apresentou peso similar a outros instrumentos, comparativamente. Por fim, conclui-se que, a partir da madeira presente em pallets de pinus e eucalipto basicamente, é possível fabricar uma guitarra elétrica funcional, atendendo aos requisitos do instrumento musical.

**Palavras-chave:** pallets; guitarra; design; instrumentos musicais; prototipagem; *upcycling*.

## ABSTRACT

Currently we realize that there is a large irregular disposal of various materials used in industries and trades, among them, the pallets. Applying the idea of *upcycling*, it is possible to reuse pallets to make prototypes of furniture and interior design. The objective of this study was to manufacture an electric guitar using reused pallets. The design methodology applied was that of Bernd Lobach, which was adapted for the project, going through the phases of problem analysis, similar research, generation of alternatives and realization of the problem solution (prototyping). For the prototyping were used pallets discarded by a soft drink industry located in the administrative region of Taguatinga Sul in the Federal District. The wood was separated into strips and processed in the furniture production laboratory of the IFB - Samambaia *Campus* and glued one on top of the other to make the body of the guitar. The body mold was based on the "Warlock" model and the other parts were made by traditional luthiery processes. The result was a functional prototype guitar, with a good sound and a similar weight to other instruments, comparatively. Finally, it is concluded that, from the wood present in pine and eucalyptus pallets basically, it is possible to manufacture a functional electric guitar, meeting the requirements of the musical instrument.

**Keywords:** pallets; guitar; design; musical instruments; prototyping; *upcycling*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

Figura 01 - Formato diferentes de corpo, braço e pegadas de guitarra .....	13
Figura 02 - Etapa de geração de alternativas.....	13
Figura 03 - Alternativa escolhida .....	14
Figura 04 - Pallets de madeira utilizados para a fabricação do corpo da guitarra.....	15
Figura 05 - Seleção visual dos pallets .....	15
Figura 06 - Desmontagem dos pallets e seleção visual .....	16
Figura 07 - Seleção das ripas retiradas após o processo de aplainamento .....	16
Figura 08 - Destopagem das peças para eliminação de partes rachadas .....	17
Figura 09 - Processo de colagem das peças aplainadas .....	17
Figura 10 - Aplainamento e colagem do bloco de madeira.....	18
Figura 11 - Corte na CNC Laser .....	18
Figura 12 - Desenho do molde no bloco de madeira.....	19
Figura 13 - Corte do molde no bloco de madeira.....	19
Figura 14 - Lixamento do corpo da guitarra .....	20
Figura 15 - Rebaixo e perfuração no corpo da guitarra.....	20
Figura 16 - Corte do headstock .....	21
Figura 17 - Lixamento do braço .....	21
Figura 18 - Headstock com marcações das tarraxas .....	22
Figura 19 - Colagem do braço.....	22
Figura 20 - Marcação dos trastes na escala .....	23
Figura 21 - Escala finalizada .....	23
Figura 22 - Colagem do tensor e da escala no braço.....	24
Figura 23 - Aplicação da seladora no corpo.....	24
Figura 24 - Corpo da guitarra após o polimento .....	25
Figura 25 - Blindagem da guitarra .....	26
Figura 26 - Esquema elétrico .....	27
Figura 27 - Instalação da parte elétrica com 1 volume, 1 tom e 2 humbuckers .....	27
Figura 28 - Guitarra completa .....	28
Figura 29 - Análise ergonômica entre peso de 3 guitarras distintas.....	29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Metodologia de Design</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>Briefing e público alvo</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>Pesquisa de similares</b>	<b>13</b>
<b>4.3</b>	<b>Geração de alternativas</b>	<b>13</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Seleção da alternativa</b>	<b>14</b>
<b>4.4</b>	<b>Desenho técnico</b>	<b>14</b>
<b>4.5</b>	<b>CONCEPÇÃO DO DESIGN DO PRODUTO - PROTOTIPAGEM</b>	<b>14</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Fabricação do corpo da guitarra</b>	<b>14</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Fabricação do braço da guitarra</b>	<b>21</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Fabricação da escala do braço</b>	<b>23</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Acabamento do protótipo</b>	<b>24</b>
<b>4.5.5</b>	<b>Instalação da parte elétrica</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Análise ergonômica</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>30</b>
	<b>ANEXO A - Desenho técnico</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os pallets são um estrado ou plataforma, geralmente feito em madeira, plástico ou metal, usado para empilhar ou transportar materiais com grande peso ou volume por meio de empilhadeiras (STOKKI, 2020). Normalmente são estruturas de madeira na posição horizontal, e acomodam os produtos para diversos fins (MEDEIROS, 2014). A maioria dos pallets possuem diversas matérias primas em sua composição, em sua grande parte, feitos de madeiras, sendo constituídos principalmente por madeira Pinus e Eucalipto. Atualmente as duas espécies de árvores mais utilizadas como fabricação de pallets são o Pinus e o Eucalipto, vindo principalmente do plantio de reflorestamento (HAAS, 2018). Os pallets podem ter variações de medidas, ou seja, no padrão europeu a medida costuma ser de 1.200mm x 800mm, já o pallet brasileiro costuma-se ter como medidas principais de 1200mm x 1000mm (MECALUX, 2022).

Entendendo um pouco da aplicação do pallet no contexto atual, observa-se que mais de 70% de todos os pallets de madeira são reciclados, logo, acaba sendo uma taxa de reciclagem consideravelmente maior do que o alumínio, papel ou plástico. Em relação ao contexto global, a América do Norte tem como principais usuários de pallets, as indústrias de alimentos e bebidas, seguidas pelas indústrias químicas, farmacêuticas e por fim de agricultura (MORDOR INTELLIGENCE, 2022).

Os pallets, por se constituírem como peças muito importantes no setor industrial e varejo, vem ganhando espaço também principalmente para a decoração de espaços tanto interiores como exteriores (LAR DOCE LAR, 2022). Isto é visto como uma forma de sustentabilidade, visto que é um material de fácil acesso, classificando-se como uma decoração sustentável, proporcionando benefícios como conforto, qualidade de vida e evitando a poluição principalmente do meio ambiente (SALVADOR, 2018). Essa forma de reutilização acaba se enquadrando na ideia do *upcycling*, ou seja, uma forma de reciclagem que aproveita os materiais e resíduos que seriam descartados, para a construção de um novo produto com valor igual ou maior do que o dos itens que os originou.

Observando esse aspecto que beneficia o pallet em si, pode-se aplicar ele também à fabricação de instrumentos musicais utilizando como matéria prima as madeiras de reflorestamento. No dia a dia, a madeira tem sido muito utilizada para a fabricação de diversos instrumentos, como por exemplo, os de cordas, sopro, tábua harmônica para pianos, arcos de violinos e diversos outros (FOELKEL, 2014).

Para Foelkel (2014, p.4):

As razões para o sucesso da utilização da madeira são inúmeras. As madeiras conseguem superar em qualidade a maioria dos materiais para os tipos de instrumentos acima, pois apresentam capacidade importante de transmitir, ampliar e modificar a energia sonora (ondas do som). Além disso, as madeiras possuem durabilidade, beleza estética inigualável (tonalidade, grã, cor, desenhos dos lenhos, aparência e textura), resistências, dureza e leveza. As combinações dessas características permitem se construir instrumentos com diversas madeiras aplicadas no mesmo instrumento, cada uma delas desempenhando seu papel para o todo. Em função dessas características, cada tipo de madeira pode ser mais indicado para partes dos instrumentos: para o arco (pau-brasil), para o tampo da caixa de ressonância (abeto ou araucária), para o braço (ipê) e assim por diante.

## **2. OBJETIVOS**

### ***2.1 Objetivo Geral***

Fabricar uma guitarra elétrica reutilizando pallets e que atenda as especificações de um instrumento musical.

### ***2.2 Objetivos Específicos***

- Modelar um gabarito para o corpo da guitarra em softwares de computador;
- Fabricar um gabarito do shape da guitarra em laser CNC;
- Utilização de madeiras de pallets descartados para a fabricação do corpo de uma guitarra elétrica;
- Confeccionar o corpo e o braço da guitarra empregando os métodos tradicionais de lutheria;
- Instalação da parte elétrica no corpo da guitarra;
- Acabamento final da guitarra utilizando produtos tradicionais de marcenaria;

### 3. JUSTIFICATIVA

Os pallets são considerados para as indústrias e comércios em geral como um problema, ou seja, a maior parte das indústrias utilizam-se dos pallets descartáveis, denominados de “*oneway*”, nome dado por conta de não serem reutilizáveis depois do primeiro uso e conseqüentemente, propiciando o descarte irregular no meio ambiente (AMBIENTAL MERCANTIL, 2016).

Confrontando todos esses desafios, a escolha da matéria-prima principal usou a prática do *upcycling*, ou seja, dar um novo propósito/função a materiais que seriam descartados, diminuindo assim a quantidade de resíduos em lixões e aterros sanitários e contribuindo na diminuição de exploração de matéria-prima (ECYCLE, 2022).

Considerando os benefícios que os pallets tem como baixo custo e de fácil acesso, considera-se também um levantamento na área musical no Brasil, onde mais de 63% dos músicos são amadores e hobbistas (BUSINESSCOOT, 2022). Observa-se que a maioria do público que toca instrumentos musicais, não possui uma renda alta para adquirir instrumentos musicais de melhor qualidade tanto em som como em acabamento.

Atrelado a esse fator, observa-se também que o setor da educação necessita de instrumentos musicais de qualidade para seus estudantes, ou seja, retirando-se a crença dos estudantes na impossibilidade de praticar música e da ideia de que o ato de tocar esteja condicionado à aquisição de um instrumento musical (GARCIA, 2013). O projeto favorece na construção de um instrumento musical de cordas específico valorizando a sua própria customização, tanto na parte elétrica, como em seu acabamento.

### 4. METODOLOGIA DE DESIGN

Para a realização deste projeto, foi adotada a metodologia de Bernd Löbach, adaptada com a realização da prototipagem.

Segundo Löbach (1976, p.141):

Todo o processo de design é tanto um processo criativo como um processo de solução de problemas: Existe um problema que pode ser bem definido; Reúnem-se informações sobre o problema, que são analisadas e relacionadas criativamente entre si; Criam-se alternativas de soluções para o problema, que são julgadas segundo critérios estabelecidos; Desenvolve-se a alternativa mais adequada (por exemplo, transforma-se em produto). O trabalho do designer industrial consiste em encontrar uma solução do problema, concretizada em um projeto de produto industrial, incorporando as características que possam satisfazer as necessidades humanas, de forma duradoura.

Essa metodologia divide-se em quatro partes diferentes, mas nunca separáveis, uma vez que juntas seguem com avanços e retrocessos. São elas:

- A. Análise do problema - onde se conhece o problema, coleta e analisa as informações, define e clarifica o problema e define-se os objetivos.
- B. Geração de alternativas - faz-se a produção das ideias, a geração de alternativas, de forma livre sem julgamentos se aquela ideia serve ou não para resolver totalmente o problema.
- C. Avaliação das alternativas - onde seleciona e avalia as alternativas geradas na etapa anterior e julga qual melhor atende a necessidade.
- D. Realização da solução do problema (adaptada) - onde é feita mais uma avaliação da solução e o desenvolvimento da mesma, ocorre a elaboração do projeto, desenhos técnicos e documentação do projeto.

#### ***4.1 Briefing e público alvo***

O objetivo foi projetar uma guitarra elétrica, para músicos amadores/hobbistas, que oferecesse um conforto na utilização por tempos prolongados. A principal ideia a ser seguida foi o reaproveitamento de pallets na fabricação de instrumentos musicais de corda, nesse caso específico, na fabricação de uma guitarra elétrica. Com isso a guitarra deveria cumprir alguns requisitos, alguns deles são:

- Para músicos amadores e hobbistas que não tenham condições de adquirir um novo instrumento musical, ou seja, baixo custo de material;
- Ser personalizável, desde a definição do “*shape*” da guitarra até as peças escolhidas seletivamente;
- Auxiliar nas atividades do setor da educação musical, ou seja, a guitarra fabricada deveria ser funcional;
- Boa sonoridade;
- Baixo peso (leve), para maior conforto;

De acordo com as pesquisas, repara-se que, a procura por instrumentos musicais, em sua maioria, são músicos que tocam por hobby ou por amadores, que estejam iniciando a sua carreira musical buscando um instrumento musical que atenda a sua necessidade. Tendo isso como referência o público alvo foi pessoas a partir de 18 anos, que possuem o mínimo de marcenaria tradicional e de equipamentos elétricos para a fabricação de uma guitarra elétrica.

## 4.2 Pesquisa de similares

Para que melhor fosse realizado a geração de alternativas foi realizado uma pesquisa de similares na internet e em sites de fabricantes especializados na fabricação de guitarras para saber os tipos de guitarras que já existem no mercado, que levou em conta além da estética outros fatores como o formato do corpo da guitarra, formato do braço, desenho da guitarra, cores, modelos mais vendidos e modelos mais tradicionais (Figura 01).



Figura 01 - Formato diferentes de corpo, braço e pegadas de guitarra

Fonte: Google Imagens

## 4.3 Geração de alternativas

Com base no *briefing* foram criadas propostas de moldes de guitarras que tivessem algum diferencial e exclusividade. Essas alternativas foram desenvolvidas por meio de esboços, à mão livre, para que facilitasse o processo criativo (Figura 02).

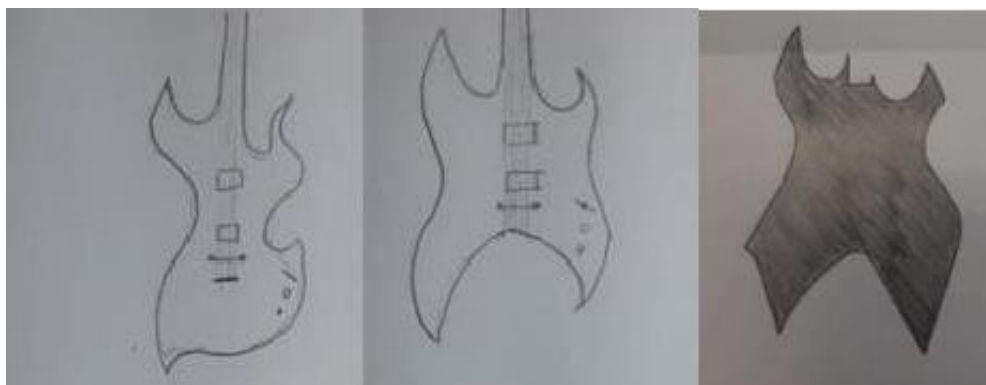


Figura 02 - Etapa de geração de alternativas

Fonte: Autor

### 4.3.1 Seleção da alternativa

Selecionou-se a alternativa que se baseou no contexto recente de uma série da Netflix chamada de “Stranger Things”, onde um personagem toca uma guitarra para atrair a atenção dos monstros enquanto o plano para salvar o mundo é executado por seus amigos (Figura 03).



Figura 03 - Alternativa escolhida

Fonte: Autor

## 4.4 Desenho técnico

O desenho técnico foi produzido por meio do *software* para computador Fusion 2022 e AutoCad 2022 e se encontra no Anexo A. O foco foi a definição do shape da guitarra e da escala da mesma. Também modelou-se a guitarra completa por meio do *software* Sketchup versão 2022.

## 4.5 CONCEPÇÃO DO DESIGN DO PRODUTO - PROTOTIPAGEM

### 4.5.1 Fabricação do Corpo da Guitarra

Para a produção do corpo da guitarra, foram utilizados pallets que estavam armazenados no Campus Samambaia e que foram provenientes de uma indústria de refrigerantes localizada na região administrativa de Taguatinga Sul – DF. Foram selecionados 20 pallets para análise visual, buscando madeiras menos rachadas, desgastadas, com menos furos e com menos porções de medula. Os pallets foram armazenados no laboratório de produção moveleira do IFB/*Campus* Samambaia para impedimento de influências externas que poderiam desgastar a madeira em si.

As madeiras selecionadas foram identificadas, como do gênero pinus e eucalyptus, a partir de características visuais e macroscópicas da madeira, como desenho, distribuição do lenho inicial e tardio, entre outras. A Figura 04 ilustra a pilha de pallets armazenados no *Campus* Samambaia do IFB.



Figura 04 - Pallets de madeira utilizados para a fabricação do corpo da guitarra

Fonte: Autor

Como material principal na fabricação do corpo da guitarra, obteve-se pallets que foram doados de uma indústria de refrigerantes da região de Taguatinga Sul e de comércios locais, logo, são pallets que normalmente são utilizados para o transporte de bebidas. Em seguida, todos esses pallets foram armazenados no *Campus* Samambaia com foco à impedir outras influências externas que poderiam vir a desgastar a madeira em si (Figura 05).



Figura 05 - Seleção visual dos pallets

Fonte: Autor

Para essa etapa inicial de fabricação do corpo de guitarra, foram selecionados 20 pallets para serem desmontados e passarem por um novo processo, visando buscar madeiras que tenham menos rachaduras, menos nós e diversos outros problemas que dificultam o processo de usinagem da peça.

Todos esses pallets selecionados foram desmontados manualmente com o auxílio de martelo e pé de cabra no laboratório de produção moveleira no *Campus Samambaia* e com isso foi feita a seleção visual das melhores peças para a fabricação de um bloco de madeira maciça para a fabricação do corpo da guitarra (Figura 06).



Figura 06 - Desmontagem dos pallets e seleção visual

Fonte: Autor

Em seguida, realizou-se a limpeza da superfície nas duas faces das tábuas por meio do aplainamento em uma plaina desgrossadeira de marcenaria, tendo conseqüentemente uma superfície mais lisa e uniforme (Figura 07).



Figura 07 - Seleção das ripas retiradas após o processo de aplainamento

Fonte: Autor

O dimensionamento do corpo da guitarra foi baseada em um modelo SG, da fabricante Gibson, tendo o comprimento total de 70cm com uma largura de 40cm e 35mm de espessura.

Diante disso, realizou-se a operação de destopar, ou seja, um processo de usinagem que utilizou a máquina esquadrejadeira para a remoção de rachaduras e nós presentes na madeira (Figura 08).



Figura 08 - Destopagem das peças para eliminação de partes rachadas

Fonte: Autor

Após o processo de aplainamento e destopo, partiu-se para a etapa de colagem das peças para a junção de um bloco final de madeira com dimensões de 70cm de comprimento, 50cm de largura e 40mm de espessura. Como ferramenta facilitadora neste processo, utilizou-se um sargento em barra do tipo T para a colagem, mantendo-se assim as peças juntas e fixas e aplicou-se um adesivo de acetato de polivinila, PVAc, da marca TiteBond. O adesivo foi aplicado nas faces das peças em linha de cola simples (Figura 09).



Figura 09 - Processo de colagem das peças aplainadas

Fonte: Autor

Antes do processo de junção de um único bloco de madeira, ambos os blocos foram aparelhados em plaina desengrossadeira após a cura do adesivo para se obter uma espessura de 40mm.

Ao final seguiram-se os mesmos procedimentos descritos para realizar a colagem dos dois blocos, com a finalidade de formar um bloco final, com as dimensões de 70cm de comprimento, 50cm de largura e 40mm de espessura (Figura 10).



Figura 10 - Aplainamento e colagem do bloco de madeira

Fonte Autor

Com o bloco único de madeira totalmente colado e aplainado, foi possível realizar a fabricação do molde/gabarito da guitarra de modelo específico: “Warlock”. Para a confecção desse molde, utilizou-se a CNC Laser, realizando um corte em acrílico de 3mm de espessura com o apoio do programa Thunder Laser e RD Works, tendo como configurações de corte, 15mm/s de velocidade e 80% de potência (Figura 11).



Figura 11 - Corte na CNC Laser

Fonte: Autor

Feito o corte do molde, realizou-se o processo de marcação do mesmo no bloco de madeira, sendo as medidas do molde, baseadas na da guitarra real com algumas alterações (Figura 12).



Figura 12 - Desenho do molde no bloco de madeira

Fonte: Autor

Com o apoio da máquina de corte elétrica manual, serra tico-tico, realizou-se o corte do molde conforme a marcação do gabarito (Figura 13).

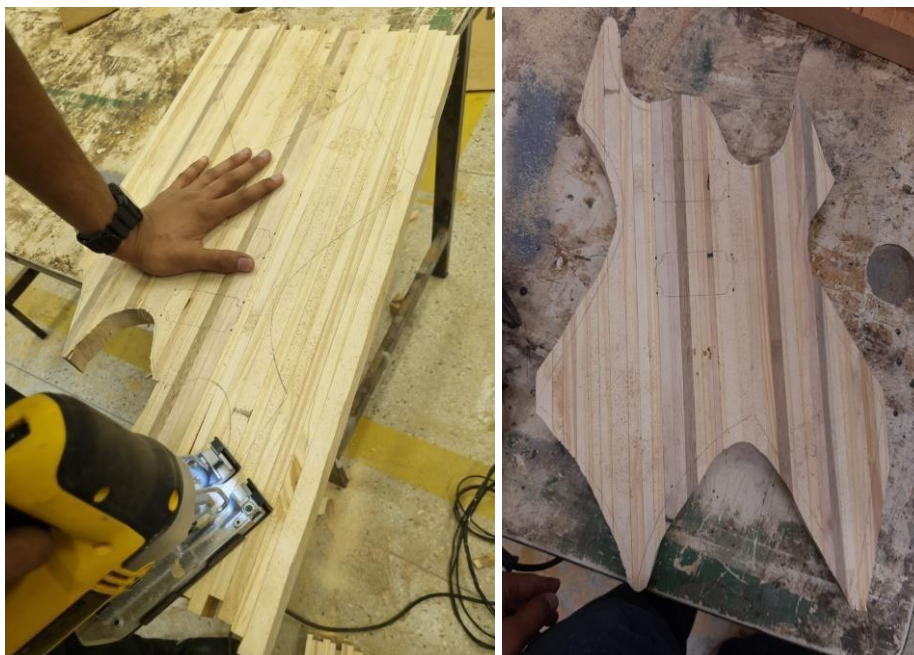


Figura 13 - Corte do molde no bloco de madeira

Fonte: Autor

Após o corte com a tico-tico, realizou-se o lixamento com a tupa estacionária para tornar as bordas mais lisas e exatas com o gabarito (Figura 14).



Figura 14 - Lixamento do corpo da guitarra

Fonte: Autor

Com a utilização de uma grossa meio cana, realizou-se o acabamento para as bordas e curvaturas onde a tupa não conseguiu alcançar. Em seguida, realizou-se o rebaixo para a parte elétrica com fresa de topo (broca para dobradiça) de 12mm de diâmetro e uma de 22mm de diâmetro.

Por fim, utilizou-se uma broca para madeira de 9,5mm de diâmetro, para a perfuração na parte elétrica da borda até os captadores para a passagem dos fios (Figura 15).



Fonte: Autor

Figura 15 - Rebaixo e perfuração no corpo da guitarra

Também foi realizada a furação da posição dos *knobs* com uma broca de 8mm de diâmetro para potenciômetros, 12mm de diâmetro para chave seletora e de 11mm de diâmetro para a ponte fixa.

Com o apoio de uma tupa refiladora juntamente com uma fresa de desquinar de 6mm de diâmetro, realizou-se o processo de refinamento dos contornos do corpo, deixando o mesmo em formato convexo e de maior conforto para se pegar.

#### 4.5.2 Fabricação do braço da guitarra

Para a fabricação do braço da guitarra, partiu-se de um protótipo fabricado no laboratório MultLab, que estava parcialmente finalizado.

Este protótipo foi fabricado com madeira cedro, e fez-se uma adaptação na máquina serra de fita com o corte das laterais do *headstock* e depois realizou-se a colagem de sobras de corte peças de cedro em sua volta para a definição de um novo *headstock* (Figura 16).

Após esse processo, definiu-se um novo molde de *headstock*, passando pelo corte na serra de fita (Figura 16).



Figura 16 - Corte do headstock

Fonte: Autor

Após o processo de definição do headstock, realizou-se o lixamento na lixadeira de cinta estacionária para deixar os contornos mais lisos e prontos para o acabamento (Figura 17).



Figura 17 - Lixamento do braço

Fonte: Autor

Por fim, realizou-se a marcação dos furos das tarraxas e perfuração dos furos com uma broca de 9mm de diâmetro (Figura 18).

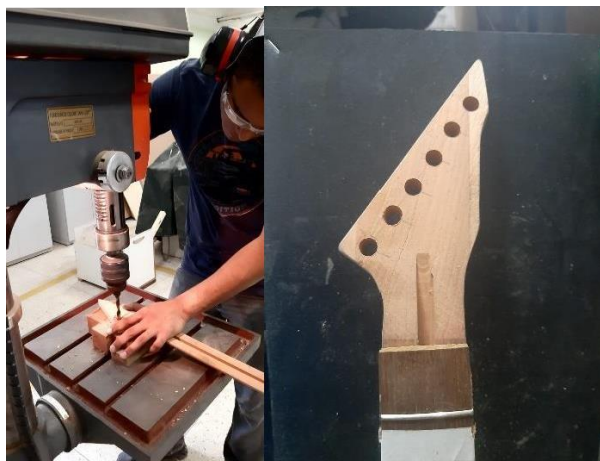


Figura 18 - Headstock com marcações das tarraxas

Fonte: Autor

Para a colagem do braço no corpo da guitarra fez-se um rebaixo com fresa de 22mm de diâmetro próximo aos captadores e por meio de adesivo de acetato de polivinila, PVAc, da marca TiteBond, em seguida, uniu-se as duas peças (Figura 19).



Figura 19 - Colagem do braço

Fonte: Autor

### 4.5.3 Fabricação da escala do braço

Para a fabricação da escala, também partiu-se em um protótipo quase finalizado do laboratório Multlab fabricado com madeira de ipê. Fez-se um lixamento nela para deixá-la um pouco convexa em relação ao eixo das cordas com uma lixa de grão 80. Após o processo de lixamento realizou a marcação dos trastes com um serrote de fita (Figura 20).



Figura 20 - Marcação dos trastes na escala

Fonte: Autor

Seguindo as medidas principais de espaçamento entre cada traste, realizou-se o espaçamento correto considerando o comprimento de uma escala, que estava pre-finalizada no laboratório MultLab, de 630mm e para um total de 22 trastes. (StewMac, 2022)

Por fim, realizou-se a colocação dos trastes na escala em suas respectivas posições, utilizando como ferramentas principais: alicate universal para corte dos trastes, adesivo instantâneo (cianoacrilato) para colagem e martelo para encaixe (Figura 21).



Figura 21 - Escala finalizada

Fonte: Autor

Para o acabamento da escala, utilizou-se uma lima para ajustar as extremidades da escala com o braço da guitarra, deixando todos em um formato simétrico.

Após este processo, colocou-se o tensor no braço da guitarra e em seguida realizou-se a colagem da escala no braço utilizando um adesivo de acetato de polivinila, PVAc, da marca TiteBond (Figura 22).



Figura 22 - Colagem do tensor e da escala no braço

Fonte: Autor

#### ***4.5.4 Acabamento do protótipo***

Realizou-se o acabamento final na guitarra utilizando-se, primeiramente, uma mistura de seladora com thinner para madeira na proporção de 50% (Figura 23).



Figura 23 - Aplicação da seladora no corpo

Fonte: Autor

Após a aplicação da seladora, foi utilizado um verniz poliuretano (P.U), aplicando-se 3 demãos juntamente com o seu catalisador na proporção 5:1, sendo aplicado com uma pistola de pintura, com uma pressão de 35libras/pol<sup>2</sup> aproximadamente, para facilitar o processo conferir o melhor acabamento possível.

Após 24h, realizou-se o polimento do corpo e do braço da guitarra com os produtos de corte e refino com boina de lã de carneiro e posteriormente, utilizou-se o produto de lustro Evox de gramaturas 100, 200 e 300 juntamente com uma boina de espuma preta (Figura 24).



Figura 24 - Corpo da guitarra após o polimento

Fonte: Autor

O processo de acabamento abrangeu 3 etapas principais, ambas as etapas com a sua devida importância de acordo com os produtos que serão aplicados. No caso, foi utilizado seladora para madeira, o verniz poliuretano e o polimento em sequência.

Cada uma dessas etapas de acabamento teve as suas características específicas utilizando o kit de polimento da marca Evox, normalmente utilizada no acabamento de automóveis, ou seja, a etapa 100 é caracterizada pelo polimento de corte, removendo marcas de lixas 1200 ou mais finas. O polidor 200 é mais indicado para uma etapa de refino, capaz de remover marcas deixadas na etapa anterior, promovendo um acabamento refinado e um bom nível de brilho. E por fim, o polidor 300, especialmente indicado para uma etapa de lustro durante o processo de polimento, ajudando na remoção de hologramas e microriscos, dando um excelente brilho e acabamento mais refinado no corpo e no braço da guitarra (EVOX, 2022).

A seladora é um produto composto de uma mistura química que ajuda a fechar os poros da madeira, conservando-a ou preparando-a para receber tinta ou verniz (QUADRILÁTERO, 2019). Ela pode ser utilizada para dar acabamento final em peças de madeira também, mas no

caso do projeto em si, foi utilizada para preparar a madeira para o recebimento do verniz, aplicando-se 4 de mãos necessárias para o fechamento dos poros.

Já o verniz, sendo a segunda etapa de acabamento, é um líquido muito utilizado para acabamento e proteção de peças e móveis (OBRAMAX, 2022). A diferença entre ele e a seladora é que acaba-se criando uma película protetora visível que protege contra ataques de insetos, fungos e diversas intempéries. O verniz também pode dar diversos tipos de acabamentos, como uma aparência fosca/opaca, brilhante e acetinado. No projeto, o foco foi aplicar 3 de mãos de verniz incolor com um pistola de pintura para atingir um acabamento mais brilhoso, facilitando-se assim o processo na etapa final.

O polimento, como etapa final, visa chegar ao efeito de nivelção com uma camada protetora de pintura, como no caso, é o verniz. Esse processo visa eliminar manchas, oxidações, riscos de leves a moderados e toda a contaminação existente sobre a pintura (ARTWAX, 2022).

No projeto, foi utilizado uma série de 3 etapas de polimento com o kit de polimento da marca EVOX, ou seja, cada etapa com um objetivo específico como a etapa de corte, de refino e de lustro.

#### 4.5.5 Instalação da parte elétrica

Antes de instalar toda a parte elétrica, foi de extrema importância fazer o processo de blindagem na guitarra para evitar ruídos elétricos utilizando papel alumínio de cozinha. (Figura 25)



Fonte: Autor

Figura 25 - Blindagem da guitarra

Para a instalação da parte elétrica, utilizou-se um esquema elétrico de 2 *humbuckers* da marca Malagoli, com 1 volume e 1 tom e chave seletora de 3 posições, disponibilizado pela Guitar Electronics. (Figura 26)

## 2 Humbuckers w/ 1 Volume & 1 Tone with 3-way toggle switch

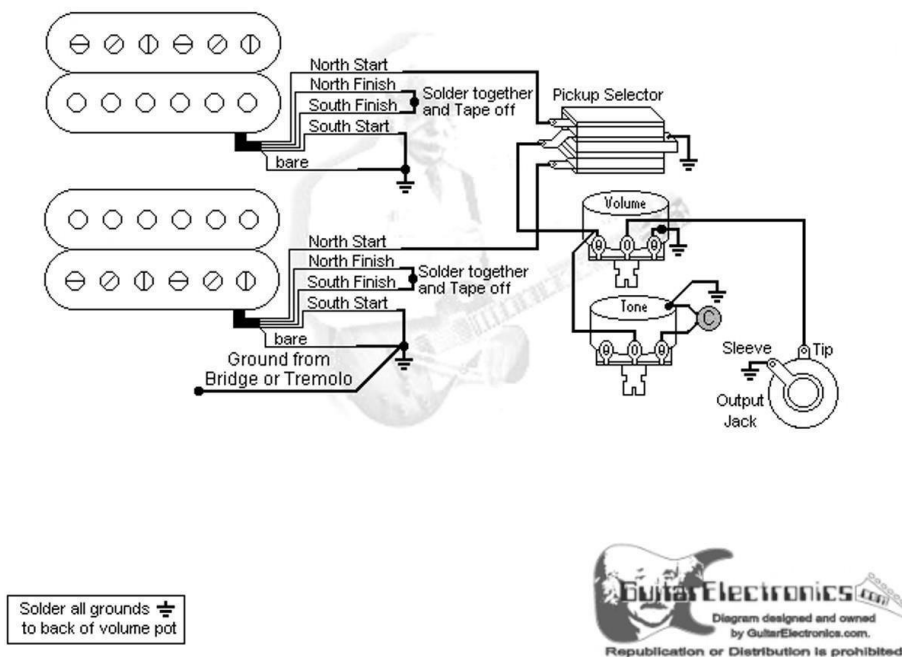


Figura 26 - Esquema elétrico

Fonte: guitarelectronics.com

Seguindo o esquema elétrico, obteve-se a instalação da parte elétrica da guitarra elétrica completa (Figura 27).



Figura 27 - Instalação da parte elétrica com 1 volume, 1 tom e 2 humbuckers

Fonte: Autor

Por fim, foi inserido as cordas na guitarra e fez-se a regulagem e afinação do protótipo (Figura 28).



Figura 28 - Guitarra completa

Fonte: Autor

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise ergonômica

A ergonomia é o estudo da adaptação do homem ao trabalho (IIDA, 2005). No protótipo a ser fabricado, o molde da guitarra seguiu o modelo da guitarra em referência (*Warlock*) para atender a todas as características ergonômicas como: apoio de braço, apoio de pernas, apoio de barriga e braço do instrumento.

Todas essas características foram observadas e aplicadas priorizando principalmente os movimentos que são feitos na guitarra como por exemplo, o manuseio na hora de fazer um acorde ou até mesmo na aplicação de uma palhetada no instrumento musical.

Como ponto positivo a acrescentar nessa análise ergonômica, o peso foi levado em conta, realizando-se uma comparação com uma guitarra comum vendida no comércio sendo notável a similaridade do peso entre a normalmente comprada e que foi feita neste projeto (Figura 29).



Figura 29 - Análise ergonômica entre peso de 3 guitarras distintas

Fonte: Autor

Após o teste verificou-se que a guitarra do projeto possui uma boa margem de peso, visto que se enquadra no escopo de pesos de outras guitarras, como o modelo da Gibson SG que pesa normalmente entre 2,80kg e 2,20kg, facilitando assim o seu uso prolongado durante a sua utilização.

Por fim, fabricou-se um protótipo de guitarra elétrica, onde empregou-se a madeira maciça proveniente de pallets para a fabricação do corpo. De uma forma geral, empregou-se os métodos, ferramentas e equipamentos tradicionais de lutheria e ao final, o protótipo apresentou as dimensões e formatos ilustrados no anexo A, onde aborda sobre o desenho técnico.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi realizado com um grande empenho e dedicação juntamente com a aplicação da metodologia escolhida, o que facilitou muito durante esta jornada, tendo como consequência, a fabricação de uma guitarra elétrica. No decorrer do processo de fabricação, houveram diversos desafios que com o ajuste de alguns parâmetros deu-se para atingir o objetivo final proposto, que foi a fabricação de uma guitarra elétrica fazendo o reaproveitamento de pallets das indústrias e comércios regionais.

Ocorreram também algumas dificuldades com os inúmeros processos de lutheria juntamente com a diversidade de processos e ferramentas empregados na fabricação da guitarra. Observou-se que o maior desafio era o tempo, pois como fabricação de um instrumento musical, era necessário atender as diversas especificidades do instrumento musical em específico que estava sendo fabricado.

Contudo, apesar de todos os desafios impostos ao longo do tempo, obtivemos um resultado positivo e satisfatório como instrumento musical feito de pallets, tendo como principal matéria prima utilizada, pallets de pinus e eucalipto que apresentaram uma boa qualidade sonora para um instrumento musical.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTAL MERCANTIL. **Quando os paletes de madeira tornam-se um problema para as indústrias.** 2016. Disponível em: <https://noticias.ambientalmercantil.com/01/07/2016/paletes-de-madeira-spanner-re2-zerma/> / Acesso em: (12/2022)

ARTWAX. **Polimento, o que é, e como funciona!** 2018. Disponível em: <https://www.artwax.com.br/loja/noticia.php?loja=606785&id=82> / Acesso em: (01/2023)

BARBIERI, Marta. **Design e sustentabilidade: uma produção responsável.** 2021. Disponível em: <https://blog.caiena.net/design-e-sustentabilidade/> Acesso em: (06/2022)

BUSINESSCOOT. **O mercado de instrumentos musicais no Brasil.** 2020. Disponível em: <https://www.businesscoot.com/pt/pesquisa/o-mercado-de-instrumentos-musicais-brasil> Acesso em: (11/2022)

CARDOSO apud NAIME, Roberto. **Design e sustentabilidade.** 2019. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/05/07/design-e-sustentabilidade-artigo-de-roberto-naime/> / Acesso em: (06/2022)

ECYCLE. 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/> / Acesso em: (12/2022)

EVOX AUTOMOTIVE. 2022. Disponível em: <https://evoxautomotive.com.br/> / Acesso em: (01/2023)

FOELKEL, Celso. **Instrumentos Musicais Produzidos com Madeiras de Reflorestamento.** 2014. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news46\\_Instrumentos\\_Musicais.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news46_Instrumentos_Musicais.pdf) / Acesso em: (12/2022)

GARCIA, Daniele Munhoz. **Som e vida após a lata: construção de instrumentos musicais com material alternativo.** 2013. 159 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Artes, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/108809> / Acesso em: (12/2022)

GIULLIANNI, Daniel Matheus Vieira. **Guitarra Conceito Kirbyan.** 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155069/000871062> / Acesso em: (01/2023)

HAAS MADEIRAS. **Qual a matéria-prima utilizada nos paletes de madeira?** 2018. Disponível em: <https://www.haasmadeiras.com.br/qual-a-materia-prima-do-paletes-de-madeira/> Acesso em: (12/2022)

IIDA, Itiro. **Ergonomia, projeto e produção.** São Paulo. 2005

LAR DOCE LAR. **Decoração com paletes: a nova febre do design de interiores.** 2022. Disponível em: <https://lardocelar.blog.br/decoracao-com-paletes-a-nova-febre-do-design-de-interiores/> / Acesso em: (06/2022)

LOBACH, Bernd. **Design Industrial, bases para a configuração dos produtos industriais.** 1976.

MECALUX. **Manual de armazenagem dos paletes de madeira.** 2022. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/paletes/paletes-de-madeira/> Acesso em: (12/2022)

MEDEIROS, Maxwell Osvaldo de Oliveira. **Casa palete: projeto residencial flexível com sistema construtivo alternativo.** 2014. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/899%3e.aceso%20em%2012/04/2017>. Acesso em: (12/2022)

MORDOR INTELLIGENCE. **MERCADO DE PALETES – CRESCIMENTO, TENDÊNCIAS, IMPACTO DO COVID -19 E PREVISÕES (2023-2028).** 2022. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/pallets-market/> / Acesso em: (01/2023)

NAIME, Roberto. **Design e sustentabilidade.** 2019. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/05/07/design-e-sustentabilidade-artigo-de-roberto-naime/> / Acesso em: (06/2022)

OBRAMAX. **Verniz para madeira: principais tipos e como aplicar.** 2022. Disponível em: <https://www.obramax.com.br/blog-do-max/pintura/verniz-para-madeira/> / Acesso em: (01/2023)

PIRES, Jorge Costa Filho. **CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS MÚSICAIS EM CONFIGURAÇÕES MONOFÔNICAS E POLIFÔNICAS.** 2022. Disponível em: <http://www.pee.ufrj.br/index.php/pt/producao-academica/dissertacoes-de-mestrado/2009-1/2009090801-2009090801/file> / Acesso em: (01/2023)

QUADRILÁTERO. **Guia da seladora: você sabe a importância de utilizar o produto em madeiras?** 2019. Disponível em: <https://www.quadrilatero.ind.br/blog/guia-da-seladora-voce-sabe-a-importancia-de-utilizar-o-produto-em-madeiras/> / Acesso em: (01/2023)

SALVADOR, Grasielle Ferreira; SANTOS JUNIOR, Marcelo Pereira dos; GASETA, Tamiris Bortolato; DIAS, Vitor Gabriel dos Santos; SILVA, Vivian Ayumi Mayeda da. **Decoração sustentável : uma opção para preservação do meio ambiente em forma de arte.** 2018.

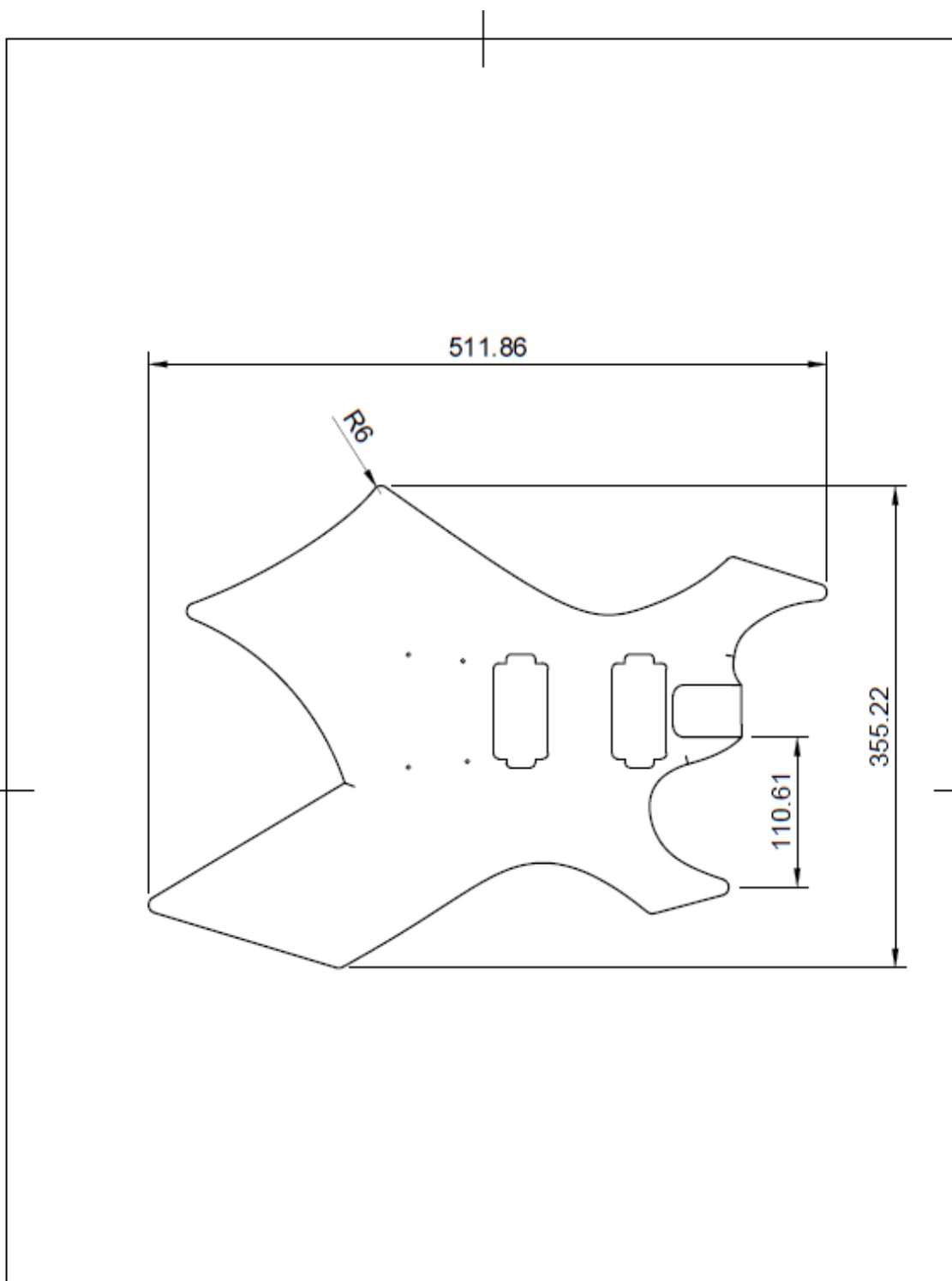
STOKKI. **O que é um palete e como ele auxilia no sistema de armazenagem?**. 2022. Disponível em: <https://www.stokki.com.br/2020/12/07/o-que-e-um-palete/> / Acesso em: (12/2022)

SIGNIFICADOS. **Significado de metodologia.** 2017. Disponível em: [www.significados.com.br/metodologia/](http://www.significados.com.br/metodologia/) / Acesso em: (06/2022)

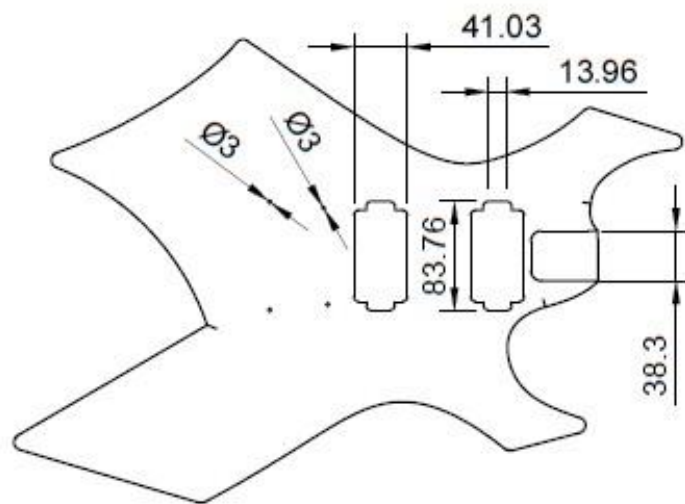
STEWMAC. 2022. Disponível em: <https://www.stewmac.com/> / Acesso em: (12/2022)

SUPER INTERESSANTE. **Quem inventou a guitarra elétrica?** 2022. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quem-inventou-a-guitarra-eletrica/> / Acesso em: (01/2023)

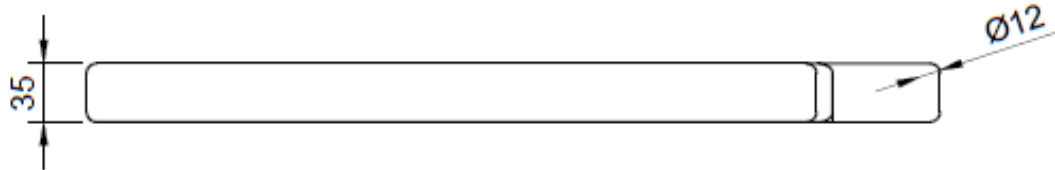
Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Administração) - Etec Professor Massuyuki Kawano, Tupã, 2018. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/7874> / Acesso em: (12/2022)



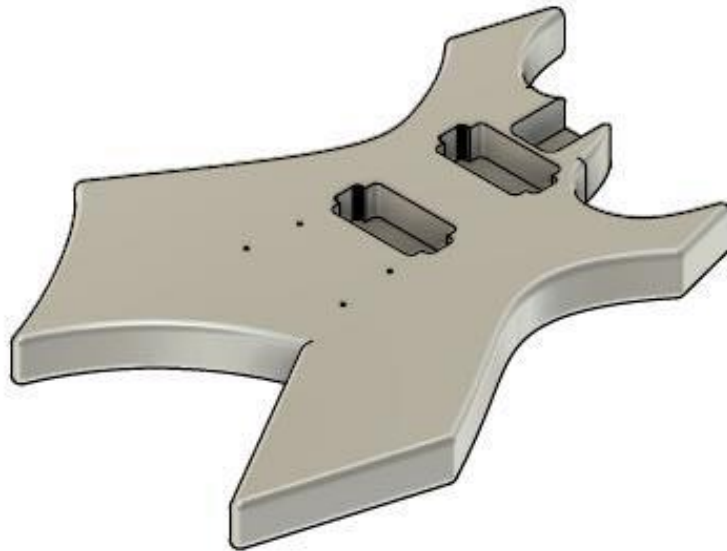
Dept.	Technical reference	Created by <b>João Pedro da Rocha Farias</b>	Approved by
		Document type <b>VISTA SUPERIOR</b>	Document status
		Title <b>Guitarra TCC 2023 v1</b>	DWG No.
		Rev.	Date of issue
		Sheet <b>1/4</b>	



Dept.	Technical reference	Created by <b>João Pedro da Rocha Farias</b>	Approved by	
		Document type <b>VISTA SUPERIOR</b>	Document status	
		Title <b>Guitarra TCC 2023 v1</b>	DWG No.	
		Rev.	Date of Issue	Sheet <b>2/4</b>



Dept.	Technical reference	Created by <b>João Pedro da Rocha Farias</b>	Approved by	
		Document type <b>VISTA FRONTAL 1</b>	Document status	
		Title <b>Guitarra TCC 2023 v1</b>	DWG No.	
		Rev.	Date of issue	Sheet <b>3/4</b>



Dept.	Technical reference	Created by <b>João Pedro da Rocha Farias</b>	Approved by	
		Document type <b>VISTA ISOMÉTRICA</b>	Document status	
		Title <b>Guitarra TCC 2023 v1</b>	DWG No.	
		Rev.	Date of issue	Sheet <b>4/4</b>