

# A Arte de Confeccionar o Ukulele

UMA ABORDAGEM SOCIAL,  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



Awdry Feisser Miquelin  
Gizele Iank Leite



4.0 Internacional

Esta licença permite compartilhamento do trabalho, mesmo para fins comerciais, sem a possibilidade de alterá-lo, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

# Apresentação

Como autores desse material, optamos por desenvolvê-lo apresentando uma prática de confecção de um ukulele com relações críticas da ciência e tecnologia nos estudantes da área da luteria em nível de Formação Inicial e Continuada.

Após muitas pesquisas por materiais que apresentassem questionamentos sociais, científicos e tecnológicos, foi percebido grande falta de materiais brasileiros que integram com totalidade os passos da luteria em linguagem acessível a formação proposta para o ingresso dos estudantes no curso do Instituto Federal do Paraná campus Telêmaco Borba.

Vindo de uma etapa metodológica de pesquisa-ação, este material foi desenvolvido e aplicado dentro de uma oficina chamada "A Arte da Luteria" que aconteceu durante o 9º Festival de Arte e Cultura IFPR, com ajustes adequados para o uso de todos os estudantes ou profissionais da área.

Possibilitando o interesse dos estudantes para a ciência, como busca do conhecimento na produção do instrumento musical ukulele e também da tecnologia, de maneira responsiva em relação a sociedade.

Diante disso, chegamos a resposta da nossa pesquisa que foi investigar quais as contribuições de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica para o ensino de confecção do instrumento musical ukulele, através deste material. A pesquisa pode ser encontrada na integra na biblioteca da UTFPR campus Ponta Grossa.

## **Awdry Feisser Miquelin**

Graduação em Física - Universidade Estadual de Ponta Grossa

Mestre em Educação - Universidade Federal de Santa Maria

Doutor em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina

## **Gizele Iank Leite**

Graduação:

Música - Centro Universitário Claretiano

Física - Instituto Federal do Paraná

Pedagogia - Centro Universitário Claretiano

Especialização:

Ensino de Ciência e Tecnologia - Instituto Federal do Paraná

Psicologia Educacional - Centro Universitário Leonardo da Vinci

Psicopedagogia - Centro Universitário Leonardo da Vinci

Canto Coral Infanto-Juvenil - Centro Universitário Claretiano

# Sumário

Luteria.....	04
Breve história do ukulele.....	06
Máquinas, ferramentas e materiais.....	08
Seleção da madeira.....	13
Medidas do instrumento.....	16
Fundo e tampo do ukulele.....	19
Laterais do ukulele.....	25
Braço do ukulele.....	29
Processo de colagem.....	32
Peças externas.....	36
Afinação.....	38
Tocando o ukulele.....	40
Dicas para futuros luthiers.....	43
Considerações finais.....	44

# A luteria

Teve início nos séculos XVI a XVIII na Itália, e surgiu com a preocupação de fabricar violinos de boa qualidade. Esta profissão, que tem como objetivo a construção, restauração e manutenção de instrumentos musicais, especialmente instrumentos produzidos em madeira.

A profissão da luteria está presente na sociedade desde que surgiram as necessidades de adaptações dos primeiros instrumentos musicais, considerando seus formatos e também sua projeção sonora. Caracterizada por construir e reparar instrumentos feitos de madeira, esta área profissional tem ganhado cada vez mais espaço no mercado de trabalho, diversificando tecnologicamente os modelos de instrumentos já conhecidos e também buscando inovações para apresentar ao mercado comercial.

Almeida e Pires (2012), caracteriza esta figura como o construtor que cria objetos, fazendo certos significados que se torna parte do instrumento musical como estruturais, acústicos e estéticos. Portanto, consideramos que ao iniciar a confecção de um instrumento musical de madeira é necessário o conhecimento científico mostrado durante o curso de forma teórica que irá prepará-lo para o processo dos saberes que permeiam sua prática diária como profissional, com o intuito de estabelecer padrões já estudados que buscam melhorar cada vez mais a qualidade dos produtos que por eles serão produzidos.

Soares (2014, p.53,) discorre que a luteria é uma arte tradicional milenar que quando trabalhada junto a ciência, pode produzir diferentes resultados

Resultados estes que deverão ser testados na prática a partir da criatividade do profissional proposto a sociedade. Mostrando a importância do luthier frente a sua comunidade e seu público. Assim, mostra-se a importância da abordagem social, científica e tecnológica dentro dos cursos de luteria, para preparar não apenas profissionais que saibam exercer a técnica, mas que trabalhem dentro das quatro vertentes: LUTERIA - SOCIEDADE - CIÊNCIA e TECNOLOGIA.

Os autores Tanguada e John King (2012), apresentam a história do ukulele a partir do século XIX, quando um grupo de madeirenses portugueses foi imigrado para as ilhas no estado do Havaí - EUA para trabalhar no cultivo de cana-de-açúcar. Em concordância com Bordessa (2012) e Cazes (2012), relatam que entre os anos 1878 e 1879, os portugueses embarcaram em um navio Ravenscrag, e após quatro meses de viagem desembarcaram em Honolulu.

Em forma de agradecimento, o relato é que os portugueses festejaram sua chegada com instrumentos de seu país que levaram para a viagem, entre eles o cavaquinho.

Bordessa (2012) coloca o ukulele como uma mistura entre os instrumentos braguinha e rajão, tornando-se símbolo cultural do Havaí. Vindo ao encontro de Almeida (2007), que discorre sobre o parentesco do ukulele havaiano com o cavaquinho português e sua popularização local, com o significado de “pulga saltitante”, se referindo ao movimento de salto da mão esquerda para a execução da melodia e acordes. Importante ressaltar que a história do ukulele só começou a ser estudada a partir de 1907, por Charmian London, que o considerou como parte do nativo em cada folia, voltando sua atenção para o instrumento que até então era desconhecido pela população local.

Entre os anos de 1842 a 1922, os marceneiros Augusto Dias, Manuel Nunes e José do Espírito Santo, que também fizeram parte deste grupo de trabalhadores, tiveram os principais papéis no desenvolvimento do ukulele.

Para um bom Responsável por levarem um instrumento musical de cordas chamado Braguinha, por eles utilizado na Ilha da Madeira em Portugal, com características também de madeira e cordas tensionadas, com o intuito de reproduzi-lo. Adaptado pelos materiais encontrados na época, foi originado e nomeado cavaquinho havaiano, pulgas saltitantes e conhecido mundialmente nos dias de hoje como ukulele.

O instrumento caiu em desuso durante aproximadamente 68 anos, e só os havaianos o colocavam em suas composições, o último relato encontrado foi na década de 90, voltando a sua popularização no século XXI, com o instrumentista Jake Shimabokuru e outros fabricantes de ukulele que perceberam seu grande potencial.

Em seguida, para a sociedade em geral o ukulele ganhou nome através do vídeo lançado em homenagem ao cantor Israel "IZ" Kamakawiwo, que adaptou em um medley as músicas Somewhere Over the Rainbow com What a Wonderful World para o ukulele, viralizando nas redes sociais. Em seguida, na década de 2010, diversos artistas internacionais realizaram interpretações do rock neste instrumento e nos dias de hoje é encontrado em orquestras e instituições de ensino.



# Máquinas, ferramentas e materiais 8

Para um bom andamento do processo de confecção do instrumento musical, é importante que todas as ferramentas, materiais e maquinário sejam preparadas antes do início da prática. Também é necessário lembrar que devem ser de uso cotidiano do profissional ou enquanto estudantes, que seja acompanhado por um professor apto para o auxiliar.

Quando pensamos em criar algo novo, neste caso o ukulele, o primeiro passo é nos perguntarmos sobre o todo que englobado no processo consiste na técnica, tecnologia, ciência e como isso tudo é separado dentro da luteria. Portanto, aqui deixamos a reflexão inicial:

É possível utilizar a técnica sem a tecnologia?

Qual a diferença entre a técnica e a tecnologia?

Temos essas duas questões como resultados da alfabetização científica envolvida tanto no processo da marcenaria, quanto no processo musical do profissional da luteria. Requisitos obrigatórios para entender a qualidade do instrumento que se produziu.

Além das teorias e técnicas necessárias, utilizamos enquanto estudantes a planta do ukulele soprano, que mostra exatamente as medidas que o instrumento deve ter. Claro que quando mais experientes, o luthier utilizará de sua criatividade para inovar seu trabalho.

Nesta página e nas páginas seguintes estão representadas por meio das fotos as máquinas, ferramentas e materiais que são utilizados pela luteria, para conhecimento inicial.

### Foto das máquinas utilizadas na luteria



3 – Serra fita



6 – Lixadeira de disco



2 - Desengrossadeira



5 – Lixadeira de cinta



1 - Serra circular



4 – Serra fita

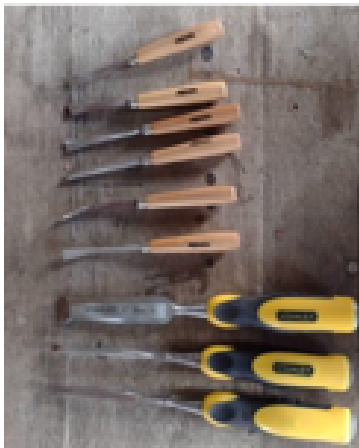
## Foto das ferramentas e material utilizados na luteria



3 – Martelos pequenos



2 – Serrate japonés



1 – Raspilhas



5 – Bancada de marcenaria

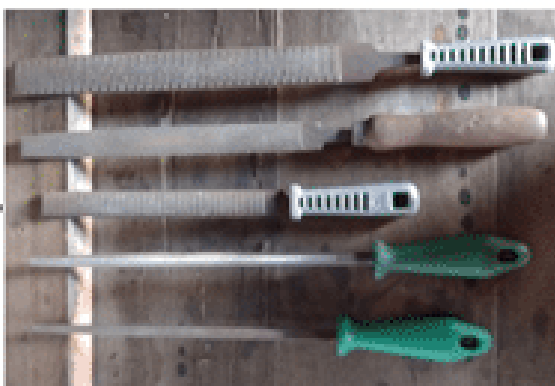


4 – Cola para madeira

## Foto das ferramentas manuais utilizadas na luteria



3 – Plana de ângulo baixo



6 – Limas e grosas



2 – Serra tico tico



5 – Formões

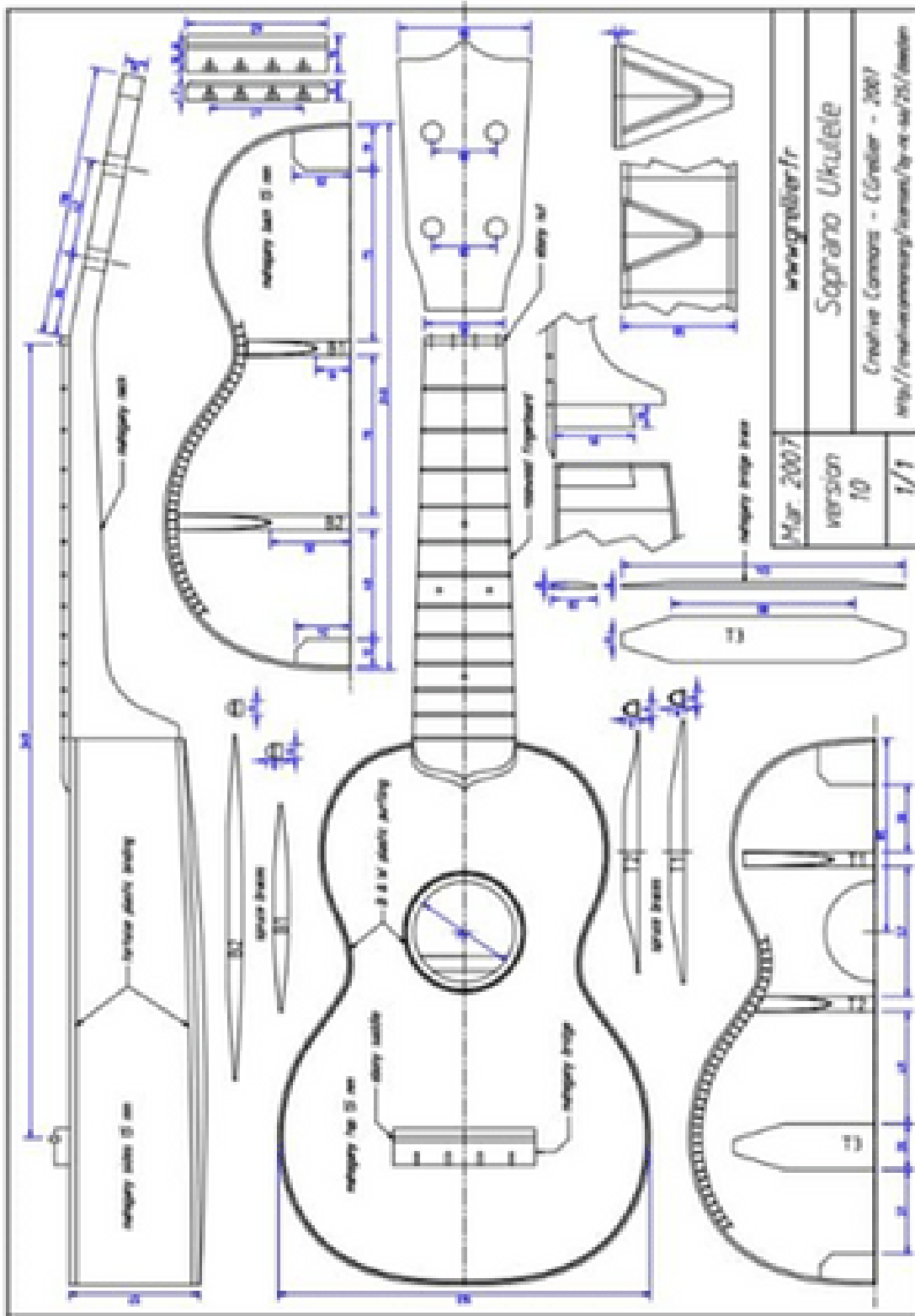


1 – Furadeira manual



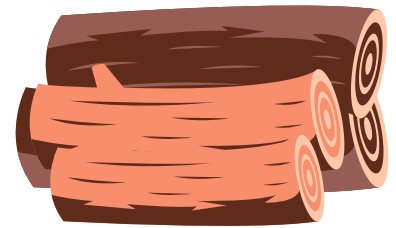
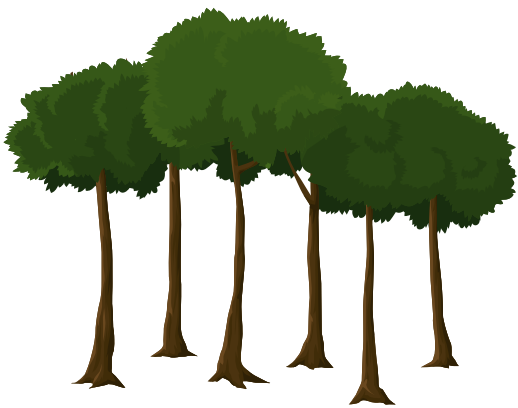
4 – Furadeira de bancada

# Representação da planta do ukulele soprano



## Seleção da madeira

Para selecionar a madeira devemos saber que existem várias espécies e dentre estas umas são apropriadas e outras não. Assim, enquanto profissionais devemos conhecer sua densidade, tempo de vida de cada espécie, região mais apropriada para seu plantio e também maneiras sustentáveis que possibilitem a reutilização.



Diante disso, imagine que você se tornou um excelente profissional da luteria e com isso veio a fama. Visando o grande lucro que você teria, justifica sair desmatando uma plantação inteira para ganhar dinheiro?

O que você julgaria mais importante, seu lucro e bem-estar momentâneo ou a natureza e bem-estar social?

Resposta:

Recentemente foi descoberta a madeira maple canadense, considerada como a madeira do momento e utilizada para a confecção de instrumentos musicais, fabricação de shape de skate, objetos decorativos, entre outros e é comparada a qualidade do pau-brasil.

O pau-brasil já foi considerada uma das melhores madeiras para construir instrumentos musicais, principalmente os mais pequenos, devido sua densidade que resulta em uma boa propagação sonora. Porém, está em processo de extinção e para nós da luteria seria um crime acabar com a árvore que representa nosso país para construir instrumentos musicais.

Seguindo de mais uma reflexão, colocamos mais um questionamento:

Você teria coragem de acabar com a madeira que leva o nome do nosso país?

Em sua opinião qual é a melhor madeira para a confecção do ukulele?

Dentro da nossa prática, temos as madeiras de pinus e eucalipto, que são ofertadas pela Klabin-SA como forma de reutilização da matéria-prima dentro do contexto econômico do município de Telêmaco Borba e região para beneficiar o aperfeiçoamento profissional e mão de obra local.

O eucalipto, como esse que usamos para desenvolver nossos instrumentos, conta como fonte renovável de madeiras na fabricação dos instrumentos musicais. Porém, dentre as espécies de eucalipto temos as que condizem com instrumentos musicais e outras não. Essa avaliação acontece de acordo com a fibra da madeira e densidade, fatores que influenciarão diretamente na confecção e qualidade do ukulele.

Vale refletir também, sobre o ciclo da madeira, o eucalipto por exemplo, tem um ciclo de 6 a 50 anos. Já as madeiras nobres apresentam um ciclo muito maior, como no caso do próprio pau-brasil que varia entre 40 a 70 anos.

Quando comparamos esses dois tipos de madeira, é possível perceber que o eucalipto tem aproximadamente 1/3 de tempo comparado ao pau-brasil e se bem estruturados, a qualidade do produto para serem utilizados, são similares. Exemplificamos através do pau-brasil para demonstrar que com alguns ajustes, podemos confeccionar instrumentos musicais com a qualidade equivalente de madeiras nobres que já estão com a exploração proibida.

Desta forma, a importância de conhecer as espécies de árvores renováveis onde o plantio e crescimento seguem um ciclo curto e sejam compatíveis com o instrumento que o luthier deseja confeccionar.



## Medidas do Ukulele

Antes de iniciar qualquer parte do ukulele é necessário ter em mãos a planta do instrumento, de acordo com a página 10. Existem 4 tipos diferentes de ukulele, que são: soprano, concert, tenor e baixo. Essas diferenças são dadas devido ao tamanho e sonoridade do timbre que varia entre o mais agudo ao mais grave.

Através da planta é possível fazer os moldes do instrumento na medida exata e a partir desses moldes passar o desenho para a madeira nas diferentes partes em que serão cortadas.

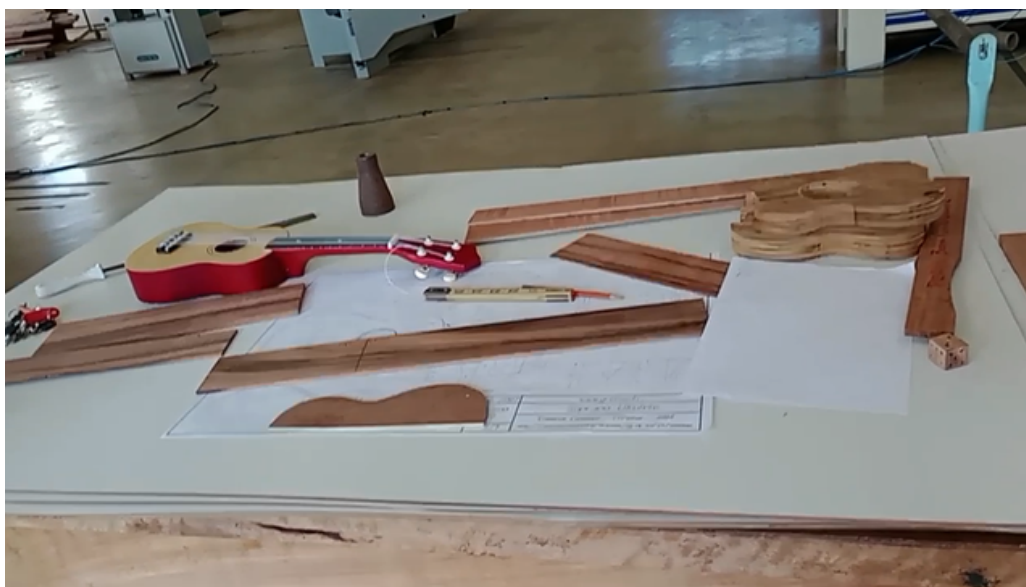
Para os iniciantes é importante ter por perto um ukulele já finalizado, para que possam sanar eventuais dúvidas relacionadas ao instrumento finalizado. Com o molde de todas as partes em mãos, facilitará o trabalho do luthier, pois poderá seguir a mesma linha de desenho e dará segurança na assertividade no corte e também processo de colagem de todas as peças.

A imagem a seguir mostra o nome de cada uma das partes do ukulele.



Para dar sequência na confecção, esta página estabelecerá as medidas de cada uma das peças, considerando suas curvaturas necessárias. É importante que quando cortadas, sejam medidas na planta para necessários ajustes.

Como vimos anteriormente na imagem, a estrutura do ukulele é composta pelo corpo, dividido em fundo e tampo, as laterais, o braço e a mão. Sua parte externa possui a pestana, o cavalete, as tarraxas, trastes, marcações e cordas. Na parte interna é colocada a barra harmônica, com a finalidade de ajustar a sonoridade do instrumento.



As medidas do fundo e tampo é de 23.6 cm x 17.5 cm

No tampo, é cortada a boca do ukulele, lugar que as ondas sonoras se propagam para o ambiente, este corte é redondo, e mede aproximadamente 4.5 cm.

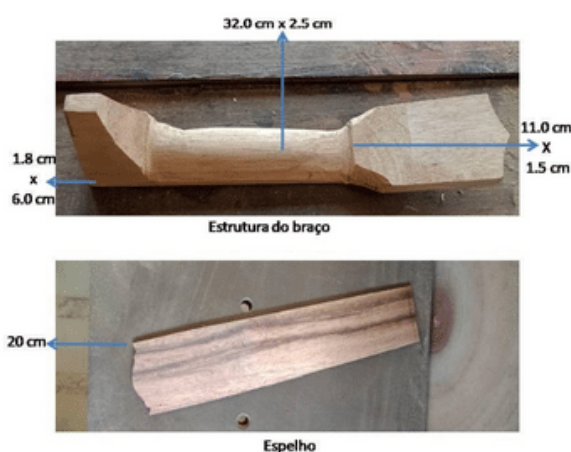
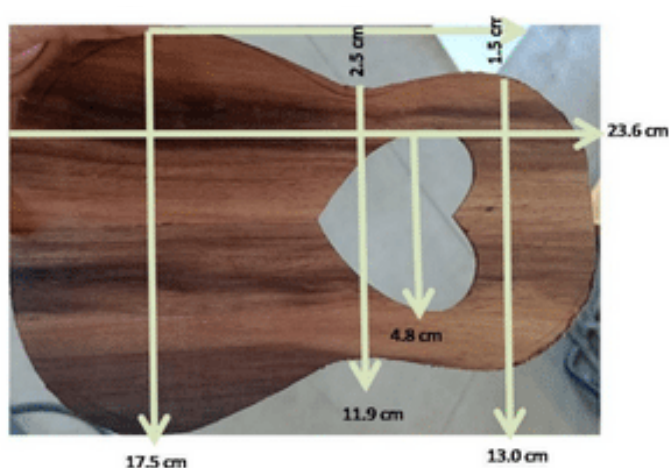
As laterais devem possuir 7 cm x 23 cm com espessura de 0,5cm, com finalidade de atingir a curvatura ideal.

O braço tem a medida de 32.6 cm x 2.5 cm, acompanhado do espelho que tem 20 cm.

A mão que possui 11.0 cm x 1.5 cm de largura.

O espelho mede 20.0 cm x 1.4 mm.

As imagens a seguir mostram como essas medidas devem estar encaixadas no instrumento, para facilitar o entendimento de todos os estudantes que utilizarão este material.



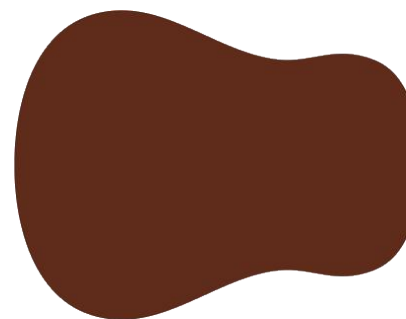
## Fundo e Tampo do Ukulele

O tampo e fundo do ukulele são as primeiras partes a serem cortadas, por isso é importante que os moldes estejam cortados nas medidas da planta para que não haja falhas nos tamanhos dos desenhos.

Também é necessário cuidar para que a madeira seja preparada na espessura correta para não quebrar e gerar a perda de material e no tempo de trabalho do luthier.

Como vimos anteriormente, as duas partes tem a mesma medida, porém trazem diferenças na parte interna quando o instrumento está sendo montado. No fundo é colocado a barra harmônica que interfere na igualdade das partes.

O fundo é o primeiro a ser cortado, respeitando as medidas, não sofre alteração alguma e segue a característica da figura de exemplo abaixo.



Em seguida, é cortado o tampo e feito o desenho da boca do instrumento, em grande maioria um círculo. Não existe uma exigência que a boca seja em formado de círculo, porém as medidas devem ser respeitadas para que o comportamento das ondas sonoras não sejam afetados.

Na marcenaria do IFPR em Telêmaco Borba, onde são realizados os trabalhos da luteria, em específico a confecção de ukuleles, são encontrados diversos filetes de madeiras de eucalipto, que quando jogados fora podem causar danos ambientais. Além de gerar a perda da matéria-prima que a empresa Klabin-SA oferece a instituição.

O primeiro item levanto para a continuidade da prática, é o prejuízo do desenvolvimento sustentável da economia brasileira e da biodiversidade. Temos a degradação por radiação e produtos químicos, além da biodegradação, que ocasiona maiores condições como fogo, calor, umidade, poluição, além de alimentar os agentes biológicos que sem dúvida são considerados os de maior importância.

Então, a reutilização da madeira na luteria permite transformá-la em instrumentos musicais que poderão ser vendidos, entrando no ciclo de contribuição entre a luteria e a sociedade.

Com diversas partes pequenas de madeiras encontradas, a proposta é juntá-las para formar o fundo e o tampo. A primeira etapa é selecionar pedaços retangulares maiores ou iguais a 13 cm x 10cm, que caibam a metade do desenho, pois elas serão espelhadas uma na outra.

A seguir, temos a sequência dos tampos do ukulele feitas na oficina de luteria do IFPR, com a reutilização de materiais.



Como as madeiras tem espessuras diferentes, mesmo que mínimas, é necessário ajustá-las na serra fita para padronizá-las até ficarem com espessura entre 2.8mm a 3mm.



Com a madeira preparada e o molde em mãos, é feito o desenho em cada um dos pedaços que em seguida serão colados.



Depois do desenho concluído, é passado a cola em todas as partes, juntando-as e pressionando-as com objetos em suas laterais para que a colagem tenha maior eficiência.



Feito o mesmo procedimento nas duas partes, fundo e tampo, é necessário esperar por no mínimo 1h30 para que a cola faça efeito. Quanto maior for o tempo de colagem, menor será o risco de descolarem nas próximas etapas.

Realizada a colagem das partes da madeira, como demonstrado nas imagens da página anterior, o desenho foi conferido com o molde para serem cortadas.

Utilizando a serra fita, a madeira é cortada seguindo o desenhos com algumas sobras para eventuais ajustes, que são feitos quando colados as laterais, na lixadeira de disco. De acordo com as imagens abaixo.



Para um melhor acabamento, é utilizado também a lixadeira de cinta. É comum o corpo do ukulele passar por alguns ajustes depois de cortados, também são utilizadas as ferramentas manuais para acertar os detalhes pequenos.



Para a barra harmônica, peça interna, por ser pequena, podemos fazer a reutilização dos pedaços de madeiras que sobraram dos cortes do fundo e tampo. Conscientizados com as questões ambientais presentes no início deste material, o consumo de materiais diminui e com isso buscamos utilizar toda a madeira que já foi preparada.

Na imagem a seguir, temos o fundo e as laterais coladas e preparadas para receber o tampo.



E você, qual estratégia usaria para diminuir o desperdício da madeira durante a confecção do seu instrumento?

Resposta:



O tampo só poderá ser colado com o restante das partes do corpo depois que sua boca estiver cortada, como demonstrada na imagem abaixo.



Percebe-se que a boca deste instrumento está diferente do formato comum dos demais ukuleles que conhecemos. Essas mudanças nos detalhes do instrumento, acontece devido o fazer artistico do luthier.

Diante disso, mostramos que a luteria, também está relacionada as artes, dentro dela podemos criar, inovar e modificar tudo que acharmos pertinente, desde que a medida do instrumento que fabricamos esteja correta.

Se fosse para modificar os detalhes apresentados neste material, como você faria o formado da boca do seu ukulele?

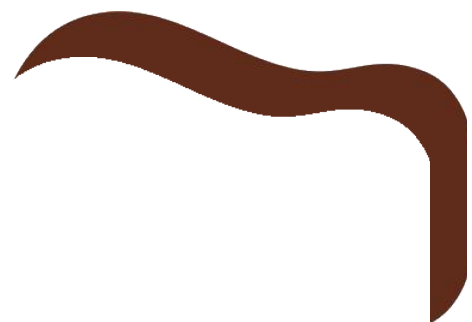
## Laterais do ukulele

As laterais do ukulele são feitas a partir das tiras de madeira na largura indicada. O procedimento para deixar a madeira lisa e com espessura correta é o mesmo realizado no fundo e tampo, citado no capítulo anterior.

Para que a curvatura corresponda a modelagem, é necessário a utilização de um aquecedor bending iron for guitar, que tem a função de moldar a madeira e fazer com que ela arredonde nas partes necessárias até formar a curva de laterais.

O primeiro passo após tratar as madeiras que serão utilizadas é deixá-las de molho na água em uma vasilha grande. Alguns profissionais utilizam soda para agilizar o processo de amolecimento da madeira, porém não é recomendado dentro de instituições que oferecem a atividade para alunos menores devido ao grande risco que os estudantes ficam expostos.

Portanto, utilizando só água, deixamos o material amanhecer de molho para que não demore tanto o processo de curvatura das laterais, diminuindo também a probabilidade de quebra, evitando resíduos e desperdício de matéria-prima.





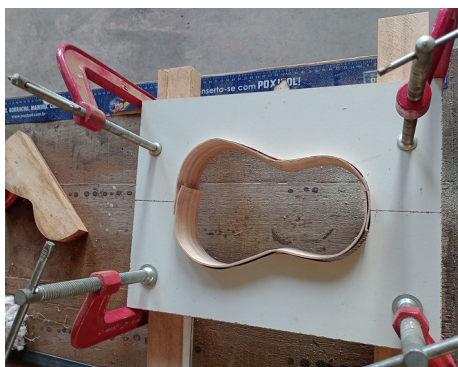
Na foto ao lado, apresentamos o molde utilizado para auxiliar no arredondamento da máquina para que as medidas não saiam erradas.



Com a madeira umidecida, é preciso colocar na máquina que estará ligada a uma temperatura elevada e assim vai criando o formato que queremos. Para auxiliar a curva nas medidas corretas se faz necessário que o molde seja colocado sobre a madeira.



Aqui temos as peças prontas para serem colocadas na forma e fixar a forma do corpo do ukulele.



Nesta imagem, temos as laterais já na forma para reforçar suas modelagens. Após esta etapa as sobras de ambos os lados serão ajustadas.

O ajuste das sobras é realizado com o serrote japonês para que as duas partes sejam colocadas com a mesma medida.



Depois do ajuste, com as laterais ainda na forma é assado a cola e esperado cerca de 24h para retirá-lo sem risco de descolar. Porém, as colas utilizadas na luteria tem capacidade de colagem rápida.



Não podemos colar o fundo ou tampo, antes de montar toda a estrutura interna do ukulele. Para isso foi reutilizada uma peça de madeira para fazer as pequenas peças internas, que apresentam a espessura maior.

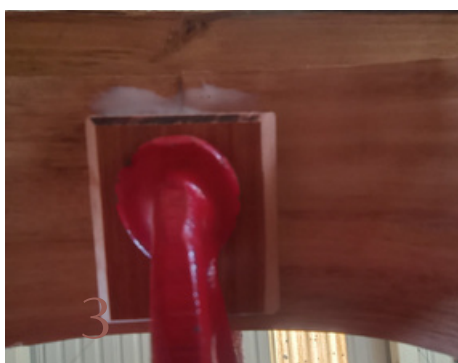


As peças foram cortadas em quadrados conforme a planta do ukulele e serão fixadas nas duas extremidades das laterais.





Nas duas imagens temos as peças sendo lixadas para encaixarem nas extremidades. Essas peças servem para diminuir o peso interno e abrir a ressonância da caixa, dando ao instrumento uma melhor resistência sonora.



Essas são as partes internas coladas junto as extremidades das laterais. Depois de todas as partes das laterais coladas é espapulado o tempo mínimo de 6h para dar continuidade e colocar ao fundo e tampo.



## Braço do ukulele

O próximo passo após o término do corpo do ukulele, é estruturar, cordar e colar as partes do braço. É no braço do instrumento que são feitas as notas e acordes musicais, por isso sua boa qualidade é tão necessária quanto as partes anteriores.

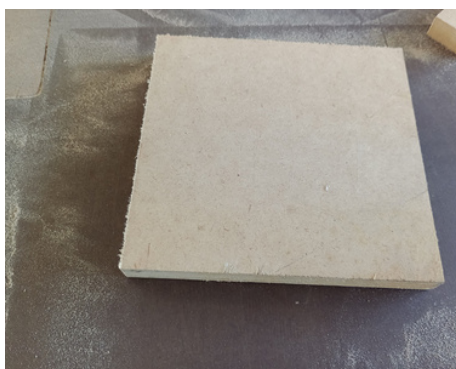
Segundo o mesmo passo do preparo da madeira, na espessura correta de acordo com a planta e desenho, respeitando a estrutura e medições com a madeira já preparada para que o braço seja cortado. O braço também é feito em duas partes, além da mão que é feita em uma madeira separada e colada com sua estrutura. Em seguida, lixada para que sejam identificadas como uma parte só.

Diferente das partes anteriores, a espessura precisa ser maior e tem curvatura e detalhada também, afinal é a parte mais rígida do ukulele. O espelho é colado no braço e é apenas um filete com medidas encontradas na planta do ukulele.





A primeira etapa é realizar as medições corretas e separá-las em partes. É necessário dividir em 4 etapas de corte. Primeiro o braço, em seguida a mão, depois o apoio do braço e por último a parte da frente.



Lembra da reutilização de partes que estavam osciosas? Seguimos a mesma ideia para este procedimento. Portanto, a mão do ukulele pode ser cortada de um pedaço de madeira que já foi utilizado.



O suporte do braço do ukulele vai colado entre o corpo e o braço arredondado de acordo com a planta. A peça da imagem foi lixada até chegar exatamente no modelo que precisamos.



Seguindo os mesmos procedimentos, com a utilização do maquinário da marcenaria é realizada a colagem das partes do braço que foram cortadas separadamente e coladas.

A parte que acompanha a frente do braço, chamado de espelho tem espessura fina e é a última parte a ser ajustada. Como nela contém detalhes finos, é utilizada a serra de arco para o ajuste do desenho de sua extremidade mais larga.



Na foto ao lado, temos esta peça pronta com os detalhes escolhidos. Neste instrumento, o desenho foi mudado, relacionando a luteria como arte mais uma vez.



Os mesmos procedimentos de lixar e colar foram realizados para a finalização do braço do ukulele.



Aqui temos o braço estruturalmente finalizado e pronto para ser colado junto ao corpo do ukulele. Em seguida será organizado os trastes, tarraxas, marcações e cordas.





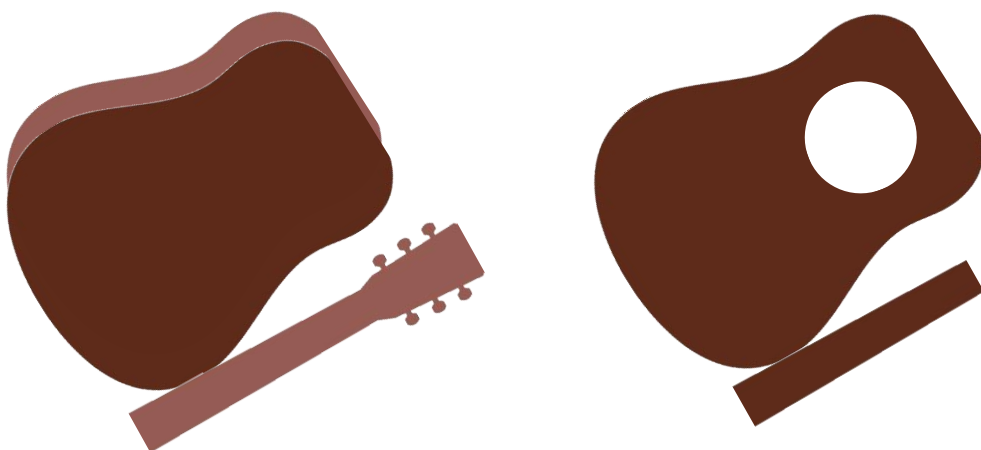
## Processo de colagem

O ukulele é um instrumento musical que devido a sua confecção artesanal não contém parafusos, pregos ou amarrações. Seu processo de junção é feito pela colagem das partes com cola específica e presilhas para melhor fixação até que ele cole totalmente.

Como o fundo, tampo e as laterais já estão colados, a próxima etapa é colar o braço do instrumento e o espelho também.

É recomendado que após passar a cola, o instrumento fique 48h colando, para que em casos de humidade ou eventuais quedas essas partes não descolem com facilidade.

Depois de montado, o instrumento musical fica com a formação completa de corpo (fundo, tampo e laterais) e braço. Qualquer ajuste necessário é realizado com as ferramentas manuais, não são utilizadas as máquinas a partir desse processo.



Vimos até aqui o processo de confecção do ukulele, além da madeira utilizada e do descarte dos resíduos, temos a utilização das máquinas da marcenaria, podendo elencá-las como a tecnologia presente dentro de cada processo desse instrumento musical.

A ciência está envolvida em todo o conhecimento necessário que é abordado através de teorias e métodos já conhecidos para executar a ação de cada etapa. Por isso a importância do profissional sempre estudar, pesquisar e investigar antigas e novas teorias e técnicas.

Porém, o profissional deve pensar também em todo o contexto social relacionado ao instrumento que deseja produzir. Por isso, aqui colocamos uma reflexão para você:

O maquinário em funcionamento gera um grande gasto de energia. Você como luthier, qual ideia teria para gerar uma fonte de energia sustentável que de maneira econômica mantivesse a utilização das máquinas continuamente?

Quais serão os danos ambientais de um grande consumo de energia?



Além do consumo de energia, vamos ser críticos sobre esse processo e pensar também nos restos de madeiras que sobram do processo, como a serragem e cepílios.

Se em todo esse processo a madeira quebrar, para onde vão os cepílios? E a serragem que sai da desengrossadeira?



Como você utilizaria essa matéria para inovar sua profissão? E se você conseguir produzir algo que não esteja relacionado apenas com a luteria, mas também com o artesanato?

## Peças externas

Das peças externas temos fixado no tampo o cavalete, onde as cordas também são tensionadas. As tarraxas, que ficam presas na mão do ukulele, que também recebem as cordas e por meio delas a tensão é corrigida pelo músico, até que a corda seja afinada.

A pestana é colocada na extremidade do braço, onde iniciam-se a colagem dos trastes que separam as notas do ukulele.

Na planta são encontradas as medidas de acordo com o cálculo da frequência, que pode ser encontrado com detalhes na dissertação de Michelato (2015). Nesta etapa temos a física introduzida diretamente como apoio para o luthier corrigir o lugar dos trastes para que a nota possa ser afinada.

O cavalete e a pestana são produzidos em grande maioria de osso, porém não impedem que o profissional tente produzir da própria madeira. As tarraxas são de plástico, podendo ser encontradas de aço também e os trastes são produzidos de metais e as cordas são de nylon. Cabe aqui uma consideração importante, pois diferente do violão, o ukulele não pode receber cordas de aço. O material nylon ajuda na característica do timbre do ukulele, como na sua leveza e facilidade de produzir o som.

Todas essas peças externas são vendidas separadamente e podem ser encontradas em lojas de instrumentos musicais ou também na internet.

Vamos observar através da imagem que as notas seguem a mesma sequência a partir da nota gerada nas cordas soltas. Ou seja, começando da primeira casa e subindo pelo braço do ukulele as frequências também vão aumentando, pois o distanciamento entre as extremidades da corda vai diminuindo e soando notas cada vez mais agudas.

Como exemplo, temos as sete notas musicais, todas com uma frequência exclusiva. Assim, a corda da nota Sol, quando pressionada a primeira casa soa a nota Sol#, na segunda casa a nota Lá, na terceira casa a nota Lá# e assim segue a sequência. Isso acontece em todas as cordas.

Com o ukulele, as notas servem para a execução de melodias específicas escritas para solos que são encontradas no meio das escritas dos acordes e também para a formação dos acordes, que quando estudados na teoria musical pode-se perceber que a posição dos acordes compõem as notas que os formam.

Depois de confeccionado, ajustado e afinado, o instrumento precisa ser testado e a forma natural de teste é que o luthier ou um músico toque diversas músicas para verificar a qualidade final do ukulele.

A seguir, será demonstrado como é o cálculo de frações que estabelece o distanciamento dos trastes no braço do ukulele. Se analisarmos o braço de qualquer instrumento de cordas, veremos que as medidas de uma casa com outra não são exatamente iguais. Isso acontece devido a esse cálculo, que foi estabelecido por Pitágoras através de seu estudo com um monocórdio, relacionando a matemática com a música.

Frações de cordas vibrantes para a formação de notas na escala tomando como base a nota dó.

Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si	Dó
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

Michelato (2015), de acordo com a tabela, explica que em uma corda tensionada com afinação Dó (263,63 Hz), reduzindo esta à metade, soaria a mesma nota Dó em uma oitava acima (527,26 Hz), em uma relação de divisão de dois para três soaria a nota Sol (391,99 Hz), uma quinta justa (três tons e meio acima da nota fundamental), e com a relação de três para quatro teríamos como nota resultante o Fá (349,23 Hz), uma quarta justa (dois tons e meio acima da nota fundamental) a partir da nota Dó.

# Afinação

O ukulele quando afinado e tocado sem cordas pressionadas soa o acorde de Am7, mas para isso é indispensável que as cordas estejam afinadas respeitando a frequência correta de suas cordas. Quando isso não acontece, os sons soam de forma distorcida dificultando a execução musical.

As cordas correspondes respectivamente a ordem dos sons: Lá - 440 hz, Mi - 329,63 Dó - 261,63 hz e Sol - 392 hz. Contamos de baixo para cima, a mais aguda devisa a sua frequência ser maior que as demais e a terceira corda é a mais grave, sendo esta também a nota musical mais grave encontrada no ukulele.

A imagem a seguir mostra o nome das notas musicais das cordas soltas e as notas musicais encontradas em cada casa do braço do ukulele. Note que a frequência aumenta de acordo com cada casa que subimos.

Para afiná-las é utilizado o aplicativo Soundcorset, disponível para todos os tipos de celulares e gratuito.



## Tocando o ukulele

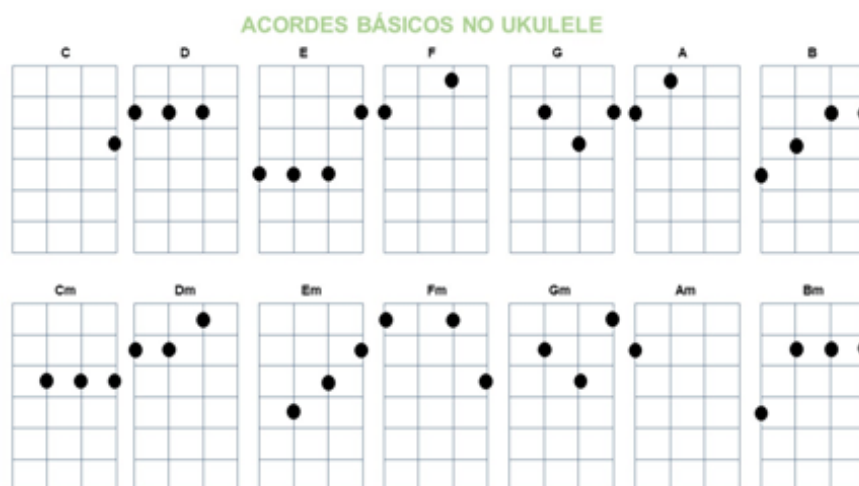
Na tabela a seguir são apresentados os acordes e as notas que compõem cada um deles. Sempre usamos a regra de 1-3-5 para formar esses acordes. Por exemplo, o acorde de Dó é formado pela primeira nota que é Dó, a terceira nota que é Mi e a quinta nota que é Sol. Assim conseguimos entender com facilidade como são formados os acordes seguintes.

Nome do acorde	Representação	Nomes do acorde
DÓ	C	Dó - Mi - Sol
RÉ	D	Ré - Fá - Lá
MI	E	Mi - Sol - Si
FÁ	F	Fá - Lá - Dó
SOL	G	Sol - Si - Ré
LÁ	A	Lá - Dó - Mi
SI	B	Si - Ré - Fá

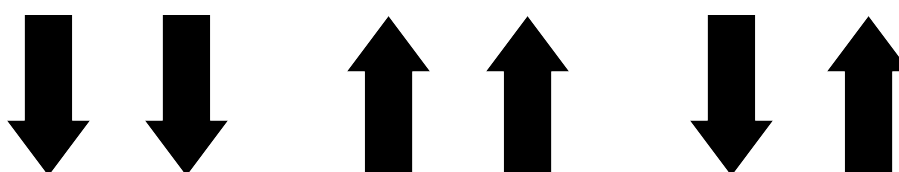
Além das notas naturais demonstradas na tabela, existe a diferença entre acordes maiores e menores, que são alterados sempre por sua terceira nota e transmitem a sensação de alegria no caso dos acordes maiores, ou tristeza no caso dos acordes menores. Vale um estudo aprofundado com o método Teoria da Música de Bohumil Med.

A seguir, a imagem nos mostra as posições corretas dos acordes maiores e menores. É viável que para iniciantes do instrumento as músicas escolhidas comecem com os acordes mais fáceis e ocorra uma progressão para os mais complicados de acordo com a evolução técnica do instrumento.





A mão esquerda é responsável por pressionar a corda na posição correta, ou seja, nas casas e cordas que deseja. Já a mão direita é responsável pelas batidas rítmicas que são representadas por setas que indicam o sentido da batida.



A batida mais comum é a que está representada na imagem anterior. Falamos baixo, baixo, cima, cima, baixo, cima. É preciso saber que cada estilo musical exigirá uma batida diferente.

Para iniciantes temos como proposta musical Love me do - The Beatles por ser tocada com apenas 3 acordes que não exige muita técnica dos músicos. Como uma música de nível avançado, temos Somewhere over the rainbow, que acrescenta o número de acordes e modifica a batida.

Durante a confecção do ukulele não podemos deixar de lembrar que o principal objetivo de finalizar o instrumento musical é que ele apresente condições de ser utilizado para práticas musicais, com qualidade adequada para todas as situações em que um músico é colocado no seu cotidiano.

Por isso, se faz válido pensar em algumas questões básicas para agregar ao profissionalismo e exercer uma confecção crítica sobre o ukulele, com finalidades que vão além da estética do instrumento musical.

Das reflexões temos agora as seguintes questões:

Qual o papel da música na sociedade?

Podemos atrair o máximo de jovens, adolescentes e crianças para o ensino musical através do ukulele?

De que forma a música contribui com o crescimento cultural e social da região?

É possível tornar o ukulele um instrumento de baixo custo e acessível a todos? O ensino desse instrumento pode gerar a inclusão social em grupos musicais?

E para o planeta, será que a longo prazo o país sofrerá danos? Como podemos diminuir o impacto ambiental causado pela confecção do ukulele?

## **Dicas para futuros luthiers**

- 1 - Ao confeccionar um instrumento musical é importante entender as técnicas, tecnologia e ciência já existente para criar outros meios que beneficiem a prática da luteria.
- 2 - É importante sempre pensar nas questões sociais e ambientais.
- 3 - Escolha madeiras que sejam renováveis e espécies que possuem um ciclo menor, que sejam reutilizadas em um curto espaço de tempo.
- 4 - Reaproveite os materiais de mesma espécie para produzir novos instrumentos musicais e contribuir musicalmente para a sociedade.
- 5 - Invista no conhecimento científico e tecnológico, pois isso servirá como apoio para despertar seu interesse e aprimorar a técnica de confecção do ukulele de maneira mais prática e sustentável.

## Considerações finais

A preocupação de inserir a ciência e tecnologia no curso de luteria surgiu através da experiência enquanto professora de física e música, em observação de um curso já existente na instituição. Essa motivação foi o que desencadeou os passos metodológicos deste trabalho, tentando responder as inquietações levantadas enquanto professora.

A proposta da alfabetização científica e tecnológica através da confecção do ukulele deve brilhar aos olhos dos estudantes, considerando este interesse positivo para a alfabetização científica e tecnológica que esperamos. Não podemos falar de ciência com estudantes que ainda não conhecem a ciência. Assim, conforme a metodologia que utilizamos, o desenvolvimento deste produto didático veio para auxiliar em caráter científico e tecnológico os estudantes.

A inserção deste material, aguçou o interesse exploratório dos estudantes a buscar além do conhecimento apresentado durante os encontros, mas também pensar em inovações tecnológicas voltada a prática da luteria.

Esperamos que a partir a mediação dos saberes necessários para a confecção do ukulele, apresentado em forma de material didático realce também a capacidade de transformação do pensamento crítico dos estudantes e formem luthiers presentes na sociedade.

# Referências

BORDESSA, B. Live ukulele. 2012. Disponível em:. Acesso em: 4 dez. 2012.

MICHELATO, Rafael Augusto. A interdisciplinaridade de um monocórdio: uma análise fenomenológica envolvendo estudantes do ensino médio profissionalizante. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

HALLIDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009 vol 4.

TANQUADA, Jim.; KING, John. The Ukulele: A History. University of Hawai'i Press, Honolulu, 2012.