

# Breve estudo avaliativo das madeiras maranhenses para a fabricação de baixo elétrico

## *Brief evaluative study of Maranhão woods for making electric bass*

**David Guilhon**  
**Olímpio José Pinheiro**  
**Helton de Jesus Costa Leite Bezerra**

**Resumo:** Os instrumentos musicais são coadjuvantes no marco histórico-social da evolução humana, presentes nas diversas culturais e atualmente usados para as mais variadas finalidades. As descobertas tecnológicas também surtiram efeitos na linha evolutiva do contrabaixo, cuja morfologia outrora acústica deu lugar à simplificação produtiva trazida pela amplificação elétrica. A madeira, ainda como matéria-prima base para o fabrico desses instrumentos, sofre influência dessa maneira de projetar, o que afeta na escolha assertiva na composição do produto. Observando o potencial do que é comercializado e produzido no Maranhão, este artigo traz a comparação das espécies usadas neste estado com as utilizadas pelos maiores fabricantes mundiais de baixo elétrico, por meio das propriedades tecnológicas. Os cruzamentos de dados dos gráficos gerados propuseram a possibilidade de 16 das 21 madeiras locais estarem aptas para aplicação, tanto no corpo quanto no braço e escala do instrumento.

**Palavras-chave:** madeiras ressonantes; instrumentos musicais; baixo elétrico; design de produto; análise comparativa.

**Abstract:** Musical instruments are supportive in the historical-social framework of human evolution, present in different cultures and currently used for the most varied purposes. Technological discoveries also influenced the evolutionary line of the double bass, whose formerly acoustic morphology gave way to the productive simplification brought about by electrical amplification. Still as a basic raw material for the manufacture of these instruments, wood is affected by this way of designing, which affects the assertive choice in the composition of the product. Checking the potential of what is commercialized and produced in Maranhão, this paper compares the species used in this state with those used by the world's largest manufacturers of electric bass, through technological properties. Crossing data from the generated graphs suggested the possibility that 16 of the 21 local woods could be suitable for application, both in the body and in the instrument's neck and scale.

**Keywords:** tonewoods; musical instruments; electric bass; product design; comparative analysis.

## Introdução

A música tem um importantíssimo papel na história. A sua descoberta é, para Andrade (2015), o marco divisor entre o homem primitivo e as civilizações antigas; em que o primeiro gerava ruídos que tentavam imitar o ambiente que o cercava, enquanto o segundo trazia construções musicais mais complexas com registros escritos. Os instrumentos musicais podem ser considerados como testemunhas e documentos que ajudam a contar a história dos seus povos. Essa declaração encontra apoio na fala de Bürdek (2006) que menciona a respeito da “capacidade” dos objetos “falarem” de si em termos construtivos, materiais, culturais e sua relação multidimensional com as pessoas, coisa que desarrolha no discurso de Bucur (2016), que traz tais artefatos como objetos culturais, não sendo um observador distante das relações geohistóricas.

O ativismo trovadoresco que os artefatos musicais têm em si é visto no exemplo do violão dado por Llanos (2016), que narra sobre si e suas realidades. Estas realidades estão em constante mudanças, especialmente quando observadas no final do século XIX. Tais transformações, influenciadas pelos meios de produção da época, também impactaram não somente na forma de pensar em objetos, mas na maneira de usufruí-los. Essa mecanização do processo fabril comentada por Denis (2002) teve o design como mediador decisivo para instigar, particularmente no fabrico de instrumentos musicais, inovações que são atualmente consumidas pelo mercado.

O baixo elétrico faz parte desse contexto. Trata-se de um instrumento que, para Ananich (2021), é extremamente versátil em termos melódicos e harmônicos, com tessitura que abarca tons mais graves, inicialmente concebido com a afinação das quatro cordas do violão (Mi, Lá, Ré e Sol) em oitava mais grave. Brewer (2003) descreve que sua forma atual é a evolução amplificada do baixo acústico que saiu do cenário erudito e passou a ser integrante de bandas de música popular americana, como ragtime e jazz. Mas, por volta dos anos de 1930, foi dado o primeiro passo de inovação do instrumento. Essa caminhada foi iniciada por Paul H. Tutmarc, considerado o “pai do baixo elétrico”. Multi-instrumentista, cantor e entusiasta do ramo da eletricidade, percebeu que o som produzido pela caixa ressonante dos baixos acústicos na orquestra não era suficiente para o adequado desempenho da banda, além da dificuldade de traslado por causa do tamanho e peso. Depois de muitas adaptações, testes e protótipos e com a inserção de captadores elétricos, nasce o primeiro baixo elétrico, pensado também na performance do instrumentista, que tinha o controle do volume do som do modelo Audiovox 936 (Brewwe, 2003; Ananich, 2021; Tutmarc, 2022).

Depois do grande feito de Tutmarc, surge em 1951 o Precision Bass Fender que, segundo Brewer (2003), é considerado o marco da história do instrumento. O autor o descreve como semelhante em forma e maneira de tocar (horizontal) a uma guitarra elétrica, em que o instrumentista dispõe de uma escala dividida por trastes – algo revolucionário quando observado o surgimento de novas técnicas e formas de “tirar o som” do baixo elétrico. Errede (2000) aponta que este instrumento trouxe a simplificação do processo fabril de forma pensada, em que se adota um braço fresado parafusado (que antes era colado) a um corpo sólido (que outrora era uma caixa acústica). French (2012) confirma isso enaltecendo o quanto o design desse baixo foi e ainda é amplamente utilizado, tendo em vista que foi projetado para ser fácil de fabricar, como pode ser visto na anatomia do instrumento na Figura 1.

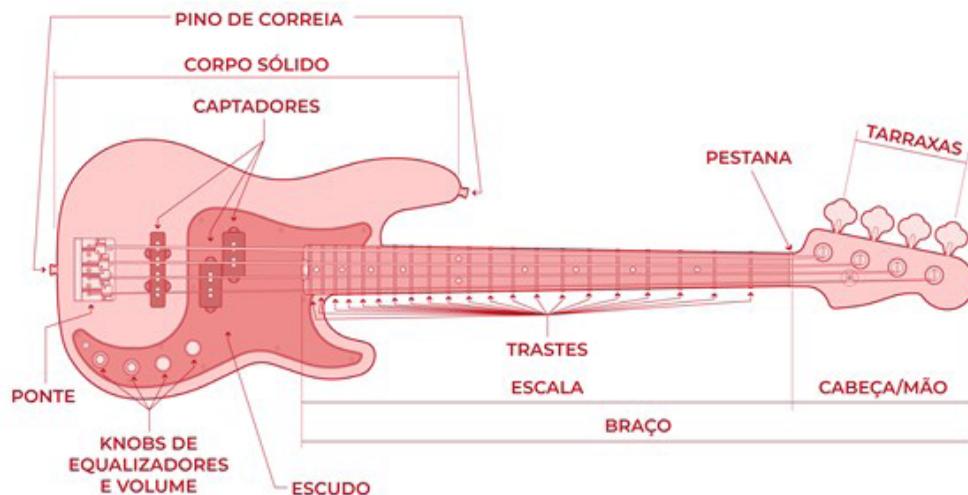


Figura 1: Anatomia do baixo elétrico.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

A simplificação do fabrico também afetou a escolha de madeiras, que ainda continua sendo a matéria-prima base de instrumentos de cordas (Bennett, 2016; Ncube; Masilinga, 2017; Wegst, 2006; Yoshikawa; Shinoduka; Senda, 2008). Brémaud (2012) frisa sobre a grande importância que a escolha dos materiais possui dentro da projeção e produção de instrumentos musicais, bem como na qualidade sonora, formação de cenário musical e identidade cultural do lugar em que é construído. Ainda sim existem complicadores que tornam inviáveis a escolha de espécies tradicionalmente usadas, como o *rosewood*. Não só a escassez citada por Bennett (2006) é o fator preponderante para elevar o preço final de um baixo elétrico de qualidade, como também o demorado período que uma árvore passa para contrair as propriedades desejadas (Sproßmann; Zauer; Wagenführ, 2017).

A busca por alternativas competitivas e ambientalmente adequadas é algo que preocupa pesquisadores e até mesmo alguns fabricantes, como ressaltam Guilhon, Guimarães e Lourenço (2021). Diante deste cenário, este trabalho pretende traçar de forma preliminar uma lista de madeiras consumidas e produzidas no Maranhão que estejam, conforme propriedades tecnológicas, aptas para a fabricação de baixo elétrico.

## Metodologia

Este artigo tem por fundamento o método de seleção de materiais adotado por Ashby e Johnson (2010), em que os critérios adotados para a escolha de materiais estabelecem também parâmetros para a formação dos pressupostos projetuais de um produto, bem como fornecem subsídios necessários para a listagem de processos produtivos viáveis para o projeto em si.

Os princípios de similaridade e análise presentes no referido procedimento norteiam este estudo comparativo. Estudo este visa o confrontamento de dois grupos de materiais, em que um é denominado como a referência, formada por espécies tradicionalmente utilizadas no baixo elétrico, e o outro como a alternativa, formado por madeiras que podem ser potenciais substitutas. Desse modo, o designer que deseja projetar um baixo elétrico lançará mão desse tipo de triagem que, para Guilhon *et al.* (2022), auxilia na identificação das qualidades, restrições e peculiaridades que estejam em harmonia com os requisitos do projeto.

O grupo formado por espécies, que são a referência para os espectros de valores que serviram de abalçamento, é pautado na descrição de catálogos e sites oficiais dos seguintes fabricantes de baixo elétrico: Epiphone (2023), Fender (2023), Gibson (2023), Hofner (2023), Rickenbacker (2023), Strinberg (2023), Tagima (2023) e Yamaha (2023). Os valores das propriedades estudadas desta série seguem a tabulação dos estudos de Meier (2007) e IPT (2023). Enquanto o segundo grupo, formado por madeiras nativas e comercializadas no Maranhão, é fruto das pesquisas de Nahuz *et al.* (2013) e Vasconcellos *et al.* (2001). Os dois grupos foram avaliados conforme cada parte do instrumento, observando a compatibilidade da característica da madeira com a referida peça. Adaptou-se para a morfologia do baixo elétrico a divisão proposta por Ncube e Masilinga (2017). Assim, as três partes avaliadas foram o corpo sólido (C) (corresponde ao tampo, fundo e laterais de instrumentos de corda acústicos), braço (B) e escala (E). O cavalete ou ponte não entra nessa listagem pelo fato de o mesmo ser uma peça metálica no instrumento.

Aramaki *et al.* (2007) frisa sobre a relevância das propriedades mecânicas e anatômicas e o quanto elas influenciam na qualidade do som dos instrumentos musicais. Em atenção a isto, valeram-se de cinco grandezas de ordem físico-mecânica norteadas por literatura específica (Bennett, 2016; Kúdela; Kunštár, 2011; Sproßmann *et al.*, 2017; Wegst, 2006; Yoshikawa; Shinoduka; Senda, 2008). No que versa acerca da característica física da madeira, contam-se com as retrações tangencial e radial, contrações cuja razão entre si geram o Coeficiente de Anisotropia (Canis), como lembra Costa (2017). Os aspectos mecânicos estão delimitados pela densidade ( $\rho$ ), módulo de elasticidade (E), módulo de ruptura à flexão (G) e dureza Janka (Hj).

Foram gerados diferentes tipos de gráficos, com base nos dados tabulados destas grandezas. O primeiro tipo de gráfico é o de dispersão, obtido a partir do cruzamento da densidade ( $\rho$ ) e do módulo de elasticidade (E). Atua como indicativo de qualidade acústica e conta com o apoio de uma elipse de confiança 95%, resultante dos índices gerados pelo primeiro grupo de madeiras. Cada parte do baixo elétrico gerou um gráfico como esse originou quatro parâmetros classificatórios, tais como: 1) semelhantes à referência; 2) próximas da referência; 3) dentro do espectro e; 4) fora do espectro. O módulo de ruptura à flexão (G), dureza Janka (Hj) e coeficiente de Anisotropia (CANISOT) apresentaram gráficos de coluna, mostrando suas taxas máximas e mínimas que geraram duas zonas, que são 1) alta (dentro da faixa limitada pelo maior e menor valores listados pelas espécies referência) e; 2) baixa (abaixo do menor índice das madeiras referência). Com peso classificatório e eliminatório, a trabalhabilidade e o tipo de grã indicam a facilidade de manejo e processamento que a madeira analisada possui, apontando sua viabilidade técnica.

Cada propriedade originou em um ranqueamento parcial. A soma da colocação de cada espécie gerou o ranqueamento final, tendo em vista que os menores valores de cada grandeza resultaram nas melhores posições no quadro geral.

## Resultados e discussão

Foram avaliadas 23 madeiras maranhenses para ser comparadas com 21 espécies normalmente usadas para a construção de baixo elétrico, sinalizadas com siglas para melhor entendimento na leitura dos gráficos.

A tabela 1 mostra o resumo dos valores das propriedades levantadas para o grupo de madeiras listadas pelos principais fabricantes de baixo elétrico e sua aplicação por partes do instrumento, sinalizadas pelas letras B (braço), C (corpo) e E (escala).

LISTA DAS MADEIRAS USADAS PELOS FABRICANTES DE BAIXO ELÉTRICO							
ESPÉCIE (NOME CIENTÍFICO)	SIGLA	PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS					PARTE
		Canis	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	E (GPa)	G (MPa)	Hj (N)	
African Mahogany (Khaya ivorensis)	AM	1,68	545	9,72	80,9	3800	C/B
Alder (Alnus rubra)	AL	1,66	450	9,52	67,6	2620	C
Ash (Fraxinus americana)	AS	1,59	675	12	103,5	5870	C
Ayous (Triplochiton scleroxylon)	AY	1,71	380	6,69	60,8	1910	C
Basswood (Tilia americana)	BW	1,41	415	10,07	60	1820	C
Beech (Fagus grandifolia)	BE	2,16	720	11,86	102,8	5780	C
Ebony (Diospyros crassiflora)	EB	0,74	955	16,89	158,1	13700	E
Indian Laurel (Terminalia elliptica (syn. T. tomentosa))	IL	1,54	855	12,46	101,4	10390	B
Indian Rosewood (Dalbergia latifolia)	IR	2,19	830	11,5	114,4	10870	B/E
Imbuia (Ocotea porosa (Nees & C. Mart.) Barroso)	IM	2,33	540	19,306	59,3	4276	C
Maple (Acer saccharum)	MP	0,48	610	12,62	109	6450	C/B/E
Marfim (Balfourodendron riedelianum)	MF	1,96	730	13,602	43,6	6835	B/E
Marupá (Simarouba amara Aubl.)	MR	1,42	370	6,57	43,6	1343	C
Okoume (Aucoumea klaineana)	OK	1,54	430	8,47	75	1790	B
Pau-Ferro (Machaerium spp. (Machaerium scleroxylon))	PF	2,39	865	10,86	122,4	8710	B/E
Poplar (Liriodendron tulipifera)	PP	1,78	455	10,9	69,7	2400	C
Rosewood (Dalbergia nigra)	RW	0,63	835	13,93	135	12410	B/E
Spruce (Picea sitchensis)	SP	0,57	425	11,03	70	2270	C
Walnut (Juglans nigra)	WN	0,71	610	11,59	100,7	4490	C/B

Tabela 1: Propriedades tecnológicas das madeiras tradicionalmente usadas.

Fonte: Adaptado de Meier (2007), Epiphone (2023), Fender (2023), Gibson (2023), Hofner (2023), IPT (2023), Rickenbacker (2023), Strinberg (2023), Tagima (2023), Yamaha (2023).

Já a tabela 2 traz a listagem das espécies consumidas, comercializadas e nativas do Maranhão, com seus respectivos índices.

LISTA DE MADEIRAS MARANHENSES						
ESPÉCIE (NOME CIENTÍFICO)	SIGLA	PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS				
		Canis	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	E (GPa)	G (MPa)	Hj (N)
Angelim (Hymenolobium petraeum Ducke)	AG	1,54	590	11,572	70,6	5325
Bacuri (Platonia insignis Mart.)	BA	1,76	670	12,739	96,8	6953
Cachaceiro (Coupia glabra Aubl.)	CA	1,90	710	17,142	96,7	6266
Cedrorana (Vochysia vismiaefolia Sp. Ex Warm.)	CE	2,20	490	11,18	60,5	5492

Cerejeira-da-Amazônia (Torresa acreana Ducke)	CR	2,14	600	9,277	68,3	3325
Copaíba (Copaifera multijuga Hayne)	CO	1,87	575	10,339	93,5	4109
Cumarú (Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.)	CM	1,55	908	19,306	123,8	9787
Curupixá (Couratari sp.)	CX	1,57	500	10,591	57,8	5315
Freijó (Cordia goeldiana Hub.)	FR	2,09	480	11,101	79,9	3932
Goiabão (Planchonella pachycarpa Pires)	GO	1,81	730	12,847	98,9	8120
Guanandi (Agonandra brasiliensis Miers)	GD	2,02	620	8,32617	63,7	-
Louro-cravo (Ocotea cymbarum H.B.K.)	LC	2,08	660	11,866	78,0	4717
Louro-rosa (Nectandra rubra Mez)	LR	2,50	642	10,032	71,5	3076
Maçaranduba (Manikara huberu (Ducke) Stand)	MÇ	1,62	833	14,769	117	9611
Maracatiara (Astronium lecointei Ducke)	MT	1,91	810	12,3	101,6	7737
Mogno (Swietenia macrophylla King)	MG	1,41	520	9,11	80,5	4942
Pau-d'arco (Tabebuia serratifolia (Dahl) Nichols)	PD	1,48	840	15,298	148,5	10807
Piqui (Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.)	PI	2,28	850	13,258	103,6	4874
Piquiá (Caryocar villosum (Aubl.) Pers.)	PQ	1,67	930	14,111	113,6	5864
Sucupira (Diploptropis purpurea Benth.)	SU	1,50	780	16,06	147,6	9542
Tatajuba (Bagassa guianensis)	TA	1,29	683	17,304	100	7208

Existem duas espécies comuns aos dois grupos que, automaticamente, já serão enquadradas para uso. São elas: o cedro, usado geralmente para o corpo, e o jatobá, aplicado na construção do braço. Em decorrência disso, ambas não foram mencionadas nas duas tabelas.

Para este estudo discutiu-se os seus resultados, conforme a viabilidade técnica de fabricação que cada parte do instrumento requer como necessidade projetual. Observando que existem muitas espécies usadas apenas para a fabricação do corpo do baixo elétrico, enquanto outras são usadas tanto para braço, quanto para a escala (e algumas para as três peças, variando de fabricante para fabricante), optou-se por dividir o estudo em dois tópicos: 1) corpo e; 2) braço e escala. Cada tópico apresentou quatro gráficos gerados com base nas tabelas, como o gráfico de dispersão gerado pelo confronto da densidade ( $\rho$ ) e do módulo de elasticidade ( $E$ ) e os outros três gráficos de colunas com duas linhas limítrofes dos valores máximo e mínimo estabelecidos pelos módulos de ruptura à flexão ( $G$ ), dureza Janka ( $H_j$ ) e coeficiente de anisotropia ( $Canis$ ) das madeiras referência.

A trabalhabilidade, juntamente com a grã (preferencialmente direita), traça diretrizes construtivas, que avalia a viabilidade fabril das espécies avaliadas diante do processo produtivo. Logo, verifica-se, por exemplo, se as madeiras classificadas têm facilidade ou não para acabamentos, cortes, lixamentos, perfurações e outros manejos descritos por IPT (2023). Essa parte analítica é descrita nas Considerações finais.

## Corpo

A caixa acústica que, outrora, era a única forma de trazer o som desejado com um volume aumentado, ganhou releituras, conforme as necessidades musicais. Deste modo, o corpo sólido, composto geralmente por uma única madeira maciça ou a laminação de duas ou mais, agregou em sua estrutura materiais de outras origens e novas funções. Podem ser citados alguns exemplos

*Tabela 2:  
Propriedades  
tecnológicas  
das madeiras  
maranhenses.*

*Fonte: Adaptado de  
Nahuz et al. (2013)  
e Vasconcellos et al.  
(2001).*

dessas mudanças, como na ponte. Gore (2011) menciona que esta peça, feita com a madeira mais densa e rígida que as outras partes do referido artefato (Bennett, 2016), é responsável por fixar as cordas na caixa acústica de instrumentos acústicos e, conforme Bower (2008), por transferir as vibrações diretamente para esta mesma caixa. Pela simplificação dos processos produtivos, nos instrumentos eletrificados é fabricada em aço. Além dela, estão os captadores, artefatos responsáveis pela coleta da vibração das cordas e a sua condução a um sistema elétrico que a converte em ondas elétricas para que assim sejam simultaneamente amplificadas em um sistema de sonorização.

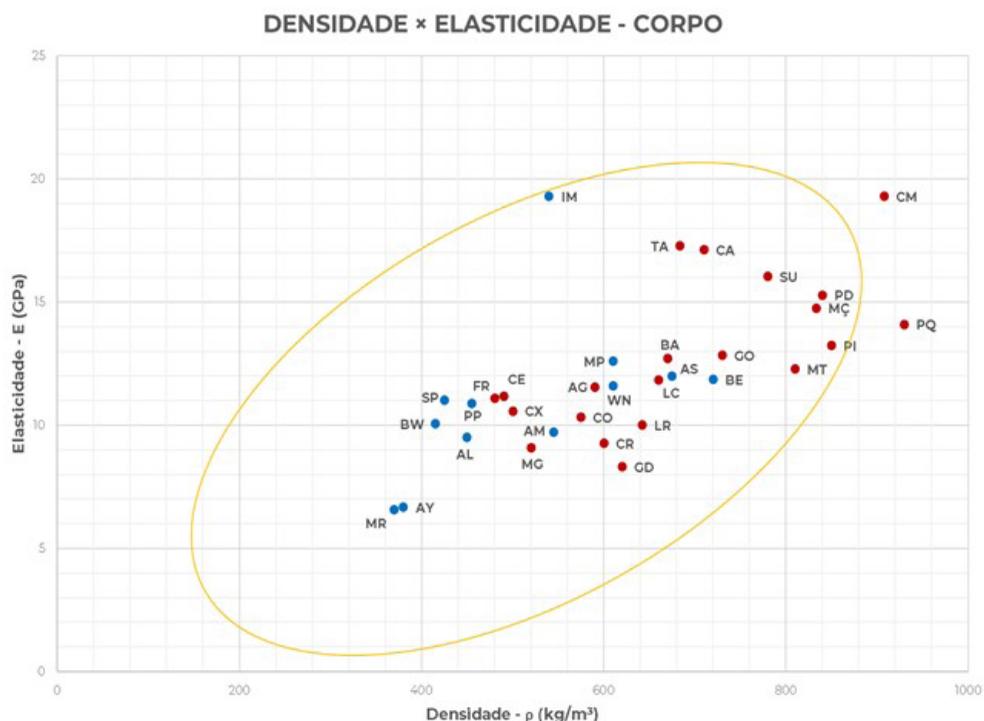


Gráfico 1: Gráfico de dispersão da densidade e elasticidade do corpo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Em uma vista geral acerca do Gráfico 1, as madeiras locais (em vermelho) tendem, em média, a ser 33,02% mais densas e 16,36% mais elásticas que as espécies consideradas como referência (em azul). Sendo assim, Soares (2014) comenta que madeiras mais densas apresentam maiores características vibracionais, enquanto as menos densas tendem a absorver mais o som. Para este tipo de gráfico, planejou-se a observação da relação entre as espécies de grupos diferentes em quatro níveis: 1) muito próximas; 2) próximas; 3) dentro do espectro e; 4) fora do espectro.

No primeiro nível, destacam-se o grau de semelhança entre o angelim (AG) e walnut (WN), assim como louro-cravo (LC) e bacuri (BA) com ash (AS). Em segundo nível, ressaltam-se a considerável proximidade entre o goiabão (GO) e beech (BE), mogno (MG) e curupixá (CX) com african mahogany (AM), bem como a relação da cedrorana (CE) e poplar (PP). Há madeiras nativas situadas dentro de uma zona interna delimitada pela elipse de confiança 95%, com sensível variação de proximidade das referências, que são: cachaceiro (CA), cerejeira-da-Amazônia (CR), copaíba (CO), guanandi (GD), louro-rosa (LR), maçaranduba (MÇ), maracatiara (MT), pau-d'arco (PD), piqui (PI), sucupira (SU) e tatajuba (TA). Ao observar a parte externa desta mesma elipse, vê-se a presença de 10% das madeiras locais (CM e PQ), a princípio. Teoricamente, não apresentam qualidades necessárias para um corpo de um baixo elétrico.

Os quatro níveis apresentados ilustram o grau de semelhança entre espécies, sendo que o que computou enquanto dados classificatórios e eliminatórios foi o valor da velocidade de propagação do som gerado pela razão da raiz quadrada da densidade pelo módulo de elasticidade. Percebendo uma tendência para uso de materiais menos densos e elásticos, também pensando na facilidade de processamento, o ranqueamento que orientou esse gráfico categoriza como melhores resultados os menores valores.

A densidade tem relação direta com a resistência, visto que quanto mais densa a espécie, mais resistente ela é (Guilhon; Guimarães, Lourenço, 2021). Logo, cabe avaliar a capacidade que a madeira tem de suportar uma determinada pressão até o seu rompimento. Guilhon, Figueiredo e Silva (2021, p. 7) comentam que “quanto maior o índice G mais a madeira resiste às tensões externas relacionadas com sua rigidez e durabilidade”. Apesar da preferência ser pelos maiores valores, devem ser consideradas as proximidades com os índices traçados pelas espécies tradicionalmente usadas.

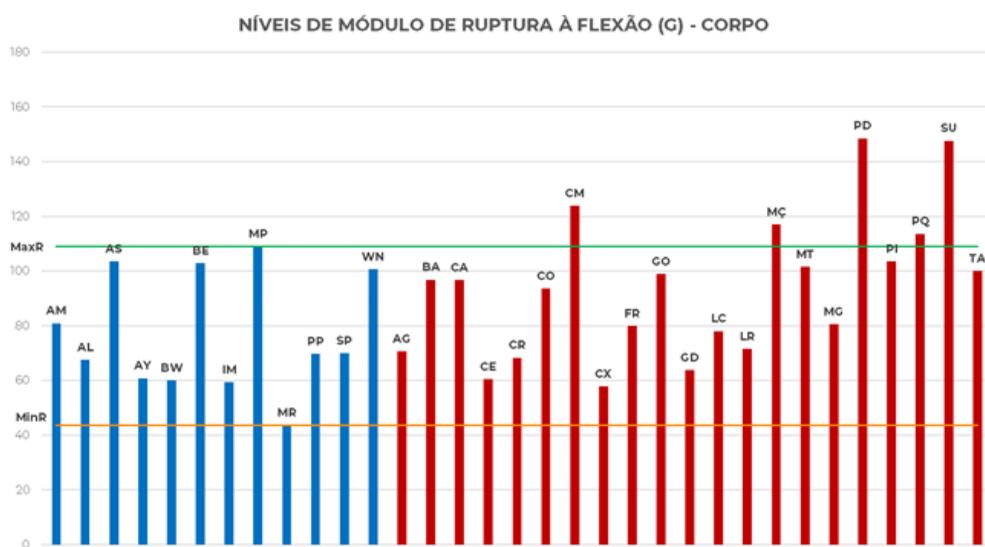


Gráfico 2: Gráfico comparativo do módulo de ruptura à flexão do corpo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, o Gráfico 2 comparativo do módulo de ruptura à flexão (G) mostra duas linhas horizontais que representam os valores máximo (verde) e mínimo (laranja) das madeiras referência. Consequentemente, todas as madeiras avaliadas (em vermelho) ultrapassam a margem mínima e seis delas pontuando acima da margem máxima (CO, GO, MÇ, PD, PQ e SU). Por conta disso, são, em média, 28,07% mais resistentes que as espécies referência (em azul).

É preciso observar o espectro delimitado entre as duas linhas traçadas, já que se pretende listar opções competitivas em termos de qualidade tecnológica e acústica.

Com relação parecida com a resistência e densidade, encontra a dureza Janka (Hj), que trata especificamente da medição da carga máxima que a madeira suporta quando perfurada por um objeto metálico, podendo ser, no caso dos instrumentos musicais, associado a inserção de pregos e parafusos usados para a união de peças diversas (Guilhon *et al.*, 2023).

Diante do fenômeno revelado pelo Gráfico 3, também com os mesmos tipos de demarcadores do gráfico anterior (linhas de máximo e mínimo da referência), observa-se que as madeiras maranhenses são, em média, 77,09% mais duras que as consideradas tradicionais. Todas as

nativas superam a margem mínima estabelecida e oito delas ultrapassam o limite máximo (BA, CM, GO, MÇ, MT, PD, SU e TA).

Apenas uma delas não apresenta dados para traçar o comparativo (GD). É interessante salientar que nesse caso madeiras extremamente duras não são as almejadas. O gráfico mostra o quanto as espécies tradicionalmente usadas não são tão duras, o que pode ser um indicativo de materiais mais fáceis de perfuração, limagem, usinagem com Router e outros processos típicos da cadeia produtiva dos instrumentos musicais.

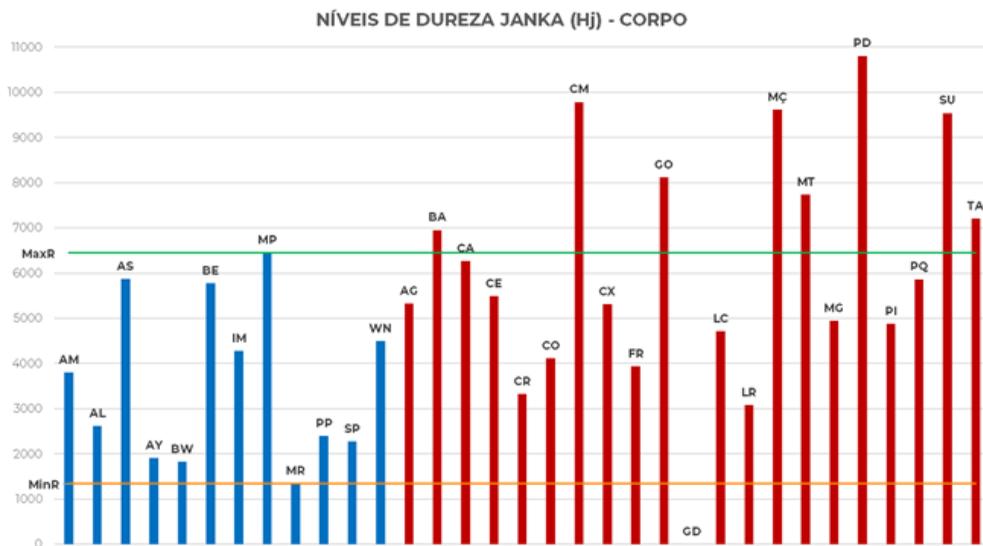


Gráfico 3: Gráfico comparativo da dureza Janka do corpo.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Sobre esta propriedade, Moreschi (2009) alerta sobre a relação entre a anisotropia e o tipo de uso das madeiras, observando sua dilatação volumétrica (estabilidade dimensional), ao relatar três níveis para tais propósitos, salientando que quanto menor e mais próximo de 1%, menos defeitos como fendilhamentos e empenamentos a peça apresentará. O primeiro fala que madeiras entre 1,2% e 1,5% são consideradas excelentes, adequadas instrumentos musicais. O segundo define as espécies entre 1,6% e 1,9% como normais, para usos gerais. E o terceiro menciona que valores iguais ou maiores que 2,0% são para madeiras de baixa qualidade, descartadas nesta pesquisa.

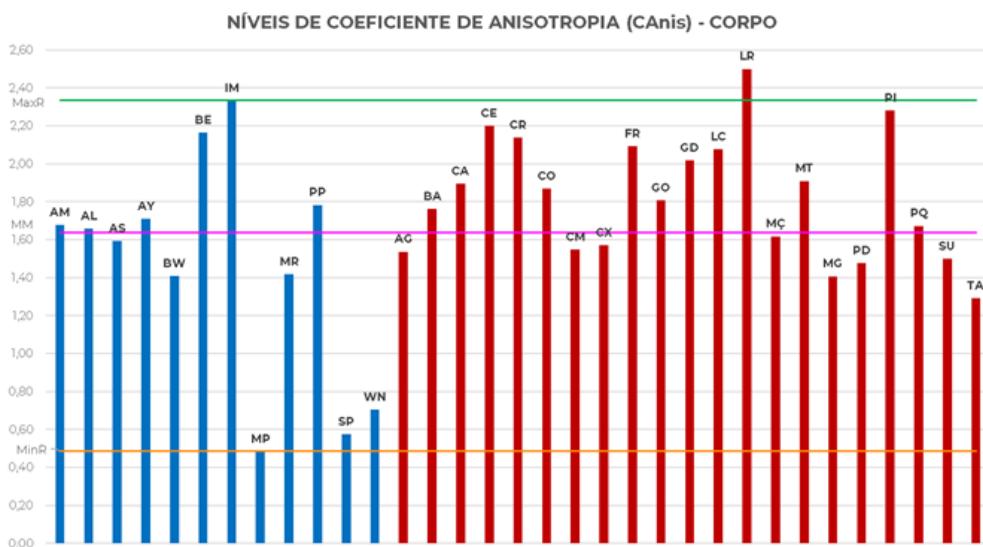


Gráfico 4: Gráfico comparativo do coeficiente de anisotropia do corpo.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante do exposto no Gráfico 4, percebe-se que apenas cinco espécies tradicionais se encaixam no perfil anisotrópico ideal (BW, MP, MR, SP e WN) e que este mesmo grupo apresenta duas representantes que não seriam, teoricamente, próprias para uso em artefatos musicais e móveis comuns (BE e IM). Dos três gráficos de coluna, essa foi a propriedade que apresentou valores mais próximos da limitação que as margens máxima e mínima traçaram. Entretanto, as espécies do Maranhão tendem a ter menor estabilidade dimensional, 24,59% acima da média da referência. Apresenta uma única espécie com índice acima do maior valor limítrofe (LR). Existe a possibilidade teórica de aumentar a listagem de madeiras nativas apenas levando em consideração a média das médias dos dois grupos (MM=1,64%), além do fator que Moreschi (2006) comentou. Portanto, são adicionadas mais outras quatro maranhenses, que são: angelim (AG), cumaru (CM), curupixá (CX) e maçaranduba (MÇ).

Em relação à trabalhabilidade, observaram aquelas espécies que possuem grã direita, facilidade de corte, perfuração, aplainamento, serragem, colagem e uso de resinas e pigmentos. Por ser um critério pautado em parâmetros da literatura, sem cunho comparativo com outras espécies, as definições classificatórias cabem tanto para o corpo, quanto para braço e escala do baixo elétrico.

Dessa forma, dois grupos foram formados, tendo o tipo de grã como delimitador. Levou-se em conta o discurso de Portela (2014) e Flores (2015) sobre a facilidade de ofertar um bom acabamento com a qual a grã regular (direita) tem em decorrência da ausência de desvios das fibras em relação ao tronco, as demais espécies que tem grã irregular não estão aptas. O primeiro, com dez espécies (FR, LR, MG, CE, GO, MT, BA, GD, PD e MÇ), é formado por aquelas que possuem grã direita, em que a maior apresenta facilidade de manuseio para os processos acima listados e bom acabamento. Alguns reverses que definiram a ordem classificatória foram, por exemplo, a dificuldade de se pregar que o bacuri apresenta e a dificuldade de aplainar, serrar e pregar encontradas na maçaranduba (apesar do acabamento excelente). O segundo grupo é dotado de sete madeiras locais (CA, CX, CR, LC, AG, TA e CO), cuja grã varia de direita a reversa. Mesmo com esse desvio de grã, a maioria aponta facilidade no processamento, que gera um bom acabamento. As poucas exceções que definiram a ordem classificatória dessa categoria podem ser citadas na necessidade de efetuar na tatajuba a furação antes de pregar ou parafusar e na oleosidade da superfície da copaíba, que dificulta um pouco a fase de colagem.

## **Braço e escala**

Duas partes do baixo, assim como na guitarra, que tiveram simplificação em seu processo de produção que afetou na sua morfologia. Essa busca pela minimização das fases de fabricação, visando redução de custos e manutenção da qualidade, também influenciou na escolha das madeiras.

## DENSIDADE × ELASTICIDADE - BRAÇO E ESCALA

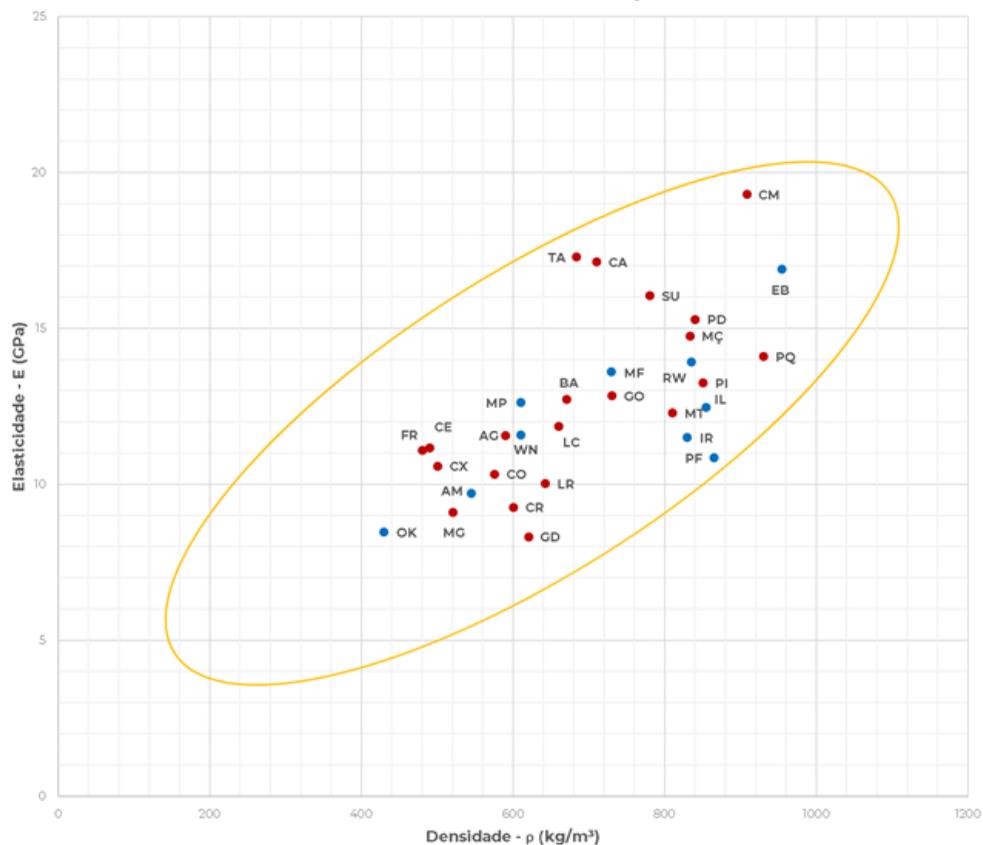


Gráfico 5: Gráfico de dispersão da densidade e elasticidade do braço e escala.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificando a relação acústica formada pela densidade e elasticidade das madeiras para braço e escala, no Gráfico 5, percebe-se que as espécies declaradas como padrão do estudo são 5,79% mais densas que as avaliadas. Em contrapartida, este segundo grupo é 5,12% mais elástico que o grupo padrão. Em outras palavras, tais diferenças são sutis, tendo em vista que a elipse de confiança 95% contempla todas as madeiras nativas, mesmo as mais distantes das referências, como cachaceiro (CA), cumaru (CM), sucupira (SU) e tatajuba (TA).

Trazendo mesmo critério de proximidade entre grupos usada no corpo, têm-se os seguintes dados: em primeiro nível (muito próximas), o angelim (AG) e walnut (WN); em segundo nível (próximas), goiabão (GO) e marfim (MF), mogno (MG) e african mahogany (AM), maracatiara (MT) e indian rosewood (IR) e piqui (PI) e rosewood (RS); em terceiro (dentro do espectro), estão as demais com maior variação de proximidade. Assim como fora observado esse nivelamento na avaliação com o corpo do instrumento, também faz-se saber que os critérios para definir as espécies aptas para construir braço e escala reside nos valores da velocidade de propagação extraído dos cálculos feitos com os índices das duas propriedades sinalizadas no gráfico acima. Como se pôde ver, as madeiras estabelecidas como padrão são mais densas e elásticas. Logo, há a preferência por espécies com os maiores indicadores, considerando que todas se encontram em condições para uso, conforme a elipse de confiança 95%.

Não diferente do enquadramento observado no gráfico anterior, o Gráfico 6 apresenta todas as espécies nativas devidamente dentro do espectro criado pelas margens máxima e mínima

do módulo de ruptura à flexão apontadas pelas tradicionais, ainda que sejam 10,78% menos resistentes. Isso significa que, em termos de resistência à pressão que as cordas esticadas da mão à ponte exercem ou, até mesmo, a excessiva digitação das inúmeras execuções musicais ao longo do tempo, as espécies regionais correspondem (teoricamente) às expectativas. Isso é confirmado pela estabilidade dos índices das madeiras locais, em que o desvio padrão é 80,60% dos valores apontados pelas tradicionalmente usadas.

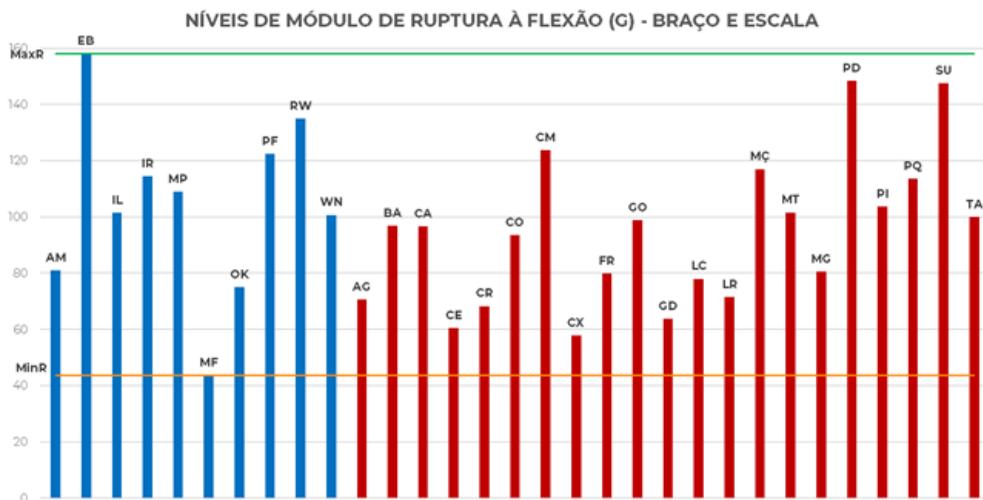


Gráfico 6: Gráfico comparativo do módulo de ruptura à flexão do braço e escala. Fonte: Elaborado pelos autores.

A relação direta dureza × resistência é confirmada pelo Gráfico 7. Tal qual o gráfico anterior, todas as madeiras maranhenses (exceto guanandi que não possui dados declarados), situam-se dentro das limitações definidas pelas espécies-padrão. Apesar do segundo grupo ser 25,11% menos duro que o primeiro, percebe-se uma variação de valores menores, cujo desvio padrão é 58,25% menor, se comparado com as referências do estudo. Tecnicamente, as nativas encontram-se, neste critério aptas para aparafusamento, desbaste e pregamento, processos próprios da fabricação e montagem de braço e escala do baixo elétrico.

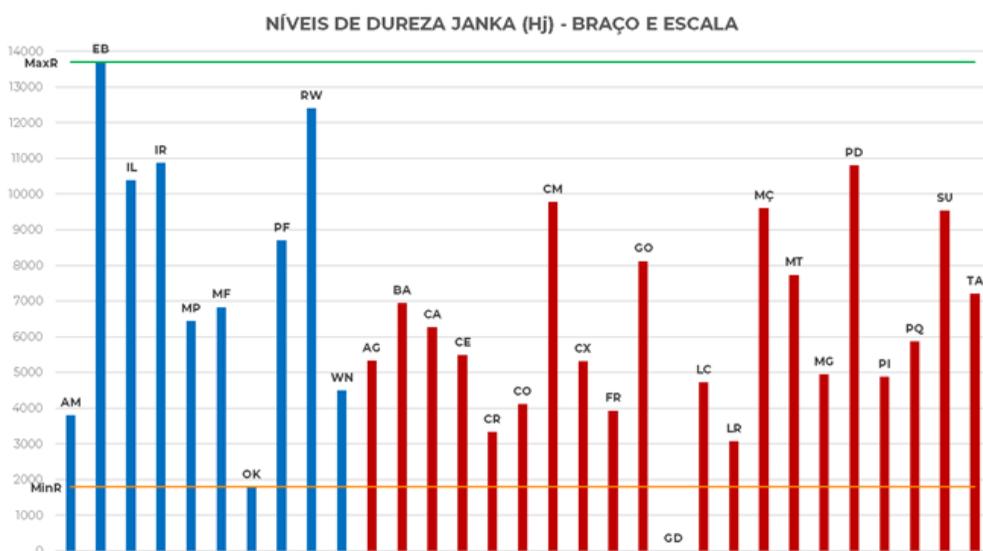


Gráfico 7: Gráfico comparativo da dureza Janka do braço e escala. Fonte: Elaborado pelos autores.

A estabilidade dimensional para o braço e a escala são importantes, pois o comportamento higroscópico da madeira pode fornecer consequências negativas para estas partes, como empenamento, arqueamento e outros defeitos.

Visto isto, a anisotropia observada nas madeiras referência para braço e escala apresenta comportamento diferente da vista na mesma lista para o corpo do baixo. O Gráfico 8 aponta que 60% delas não seriam adequadas para instrumentos musicais, contra 58,33% da lista anterior, como descreve a categorização de Moreschi (2006). Entretanto, as médias das madeiras padrão de cada peça (corpo – 1,46%, braço e escala – 1,39%), parecem garantir a “classificação” deste grupo em suas respectivas partes.

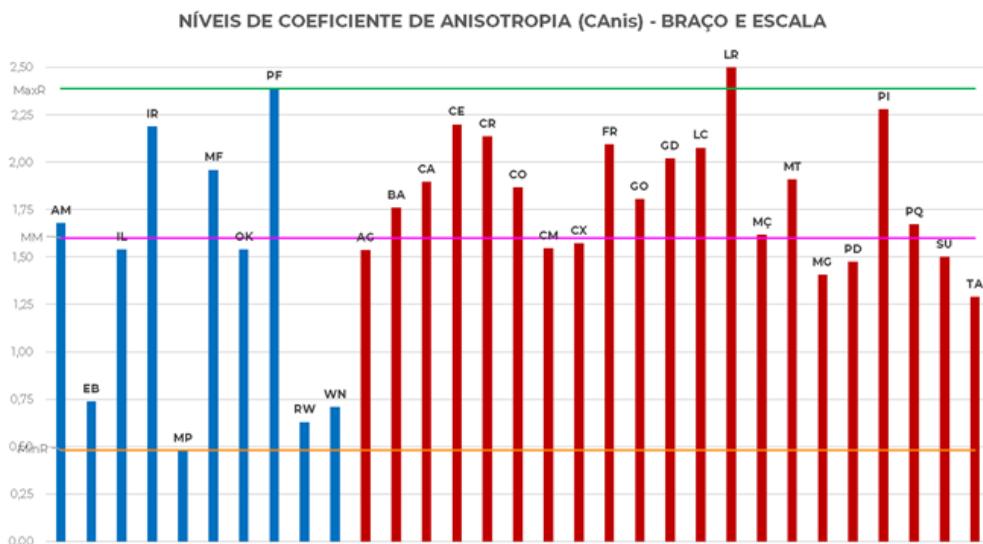


Gráfico 8: Gráfico comparativo do coeficiente de anisotropia do braço e escala. Fonte: Elaborado pelos autores.

A respeito das espécies locais, o louro-rosa (LR) novamente foi a única a ultrapassar o limite máximo definido. Tanto para corpo, quanto para braço e escala, quatro espécies seguem as diretrizes de Moreschi (2006): mogno (MG), pau-d'arco (PD), sucupira (SU) e tatajuba. Apesar disso, as referências usadas mostram que apenas quatro espécies se encaixariam nestes mesmos parâmetros (EB, MP, RW e WN) e três representantes não estariam, tecnicamente, adequadas, nem para a fabricação de móveis (IR, MF e PF). Ainda que pontue uma média 46,12% acima das tradicionais, as maranhenses podem ampliar a margem de candidatas por conta do pico elevado sinalizado por parte de algumas do primeiro grupo. Dessa forma, a linha lilás que marca o valor médias de cada grupo (MM=1,60%), traz para este rol: angelim (AG), cumaru (CM) e curupixá (CX).

### Considerações finais

Tendo avaliado as madeiras maranhenses para corpo, braço e escala, o gráfico 10 traz a síntese de cada estudo por meio de seus ranqueamentos parciais, frutos dos melhores resultados de cada propriedade estudada. De forma preliminar, tanto para o corpo, quanto para braço e escala, 16 espécies apresentaram-se como aptas para cada peça estudada. Nota-se que algumas madeiras não estão dentro do perfil esperado para baixo elétrico, pois, se adotadas, podem gerar problemas durante a fabricação ou manuseio. É importante citar que a avaliação acústica gerada pelo gráfico de dispersão e a trabalhabilidade são critérios tanto classificatórios quanto eliminatórios, enquanto

módulo de ruptura à flexão, dureza Janka e coeficiente de anisotropia são classificatórios. Cabe frisar que a soma da posição das propriedades avaliadas gera o ranqueamento final em cada peça.

É interessante visualizar que, praticamente as mesmas espécies declaradas como aptas dão para cada parte pesquisada do instrumento. A diferença vista no ranqueamento final foi influenciada, sobretudo, pela avaliação do gráfico de dispersão de cada peça. Recapitulando o que houve neste gráfico, percebeu-se que a tendência de as espécies tradicionais serem menos densas e elásticas. Logo, os menores valores de velocidade de propagação do som foram considerados como fator classificatório e a elipse de confiança como elemento eliminatório. Para este mesmo gráfico, considerou-se os maiores valores como ideais para densidade e elasticidade de madeiras para braço e escala, o que resultou na ordenação quase que inversa, apesar de ambas terem pontos de semelhanças entre as referências em algumas partes.

Portanto, o baixo elétrico pode ser fabricado (a princípio) se valendo da combinação das seguintes espécies locais: pau-d'arco, maçaranduba, maracatiara, goiabão, mogno, tatajuba, bacuri, angelim, copaíba, cachaceiro, curupixá, louro-cravo, cerejeira-da-Amazônia, louro-rosa, cedrorana e freijó. É interessante lembrar que o tipo de madeira para o corpo influencia na sonoridade final a ser captada no instrumento. Portanto, a amplitude de espécies previamente classificadas nesse estudo contempla madeiras que oferecem um som mais brilhante e leve (menos densas e elásticas), como as que propiciam timbre mais pesado e grave (mais densas e elásticas).

RANKING DAS PROPRIEDADES - CORPO																					
CRITÉRIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$\rho \times E$	GD	PQ	MT	CR	PI	LR	MG	GO	MÇ	LC	CO	PD	BA	AG	SU	CX	CM	CE	FR	CA	TA
G	CX	CE	GD	CR	AG	LR	LC	FR	MG	CO	CA	BA	GO	TA	MT	PI	PQ	MÇ	CM	SU	PD
Hj	LR	CR	FR	CO	LC	PI	MG	CX	AG	CE	PQ	CA	BA	TA	MT	GO	SU	MÇ	CM	PD	GD
Canis	TA	MG	PD	SU	AG	CM	CX	MÇ	PQ	BA	GO	CO	CA	MT	GD	LC	FR	CR	CE	PI	LR
Trabalhab.	FR	LR	MG	CE	GO	MT	BA	GD	PD	MÇ	CA	CX	CR	LC	AG	TA	CO	CM	PI	PQ	SU
GERAL	PD	MÇ	MT	GO	MG	TA	BA	AG	CO	CA	CX	LC	CR	LR	CE	FR	SU	PQ	CM	PI	GD

RANKING DAS PROPRIEDADES - BRAÇO E ESCALA																					
CRITÉRIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$\rho \times E$	TA	CA	FR	CE	CM	CX	SU	AG	BA	PD	CO	LC	MÇ	GO	MG	LR	PI	CR	MT	PQ	GD
G	CX	CE	GD	CR	AG	LR	LC	FR	MG	CO	CA	BA	GO	TA	MT	PI	PQ	MÇ	CM	SU	PD
Hj	LR	CR	FR	CO	LC	PI	MG	CX	AG	CE	PQ	CA	BA	TA	MT	GO	SU	MÇ	CM	PD	GD
Canis	TA	MG	PD	SU	AG	CM	CX	MÇ	PQ	BA	GO	CO	CA	MT	GD	LC	FR	CR	CE	PI	LR
Trabalhab.	FR	LR	MG	CE	GO	MT	BA	GD	PD	MÇ	CA	CX	CR	LC	AG	TA	CO	CM	PI	PQ	SU
GERAL	PD	TA	MÇ	CA	BA	GO	AG	MG	CX	MT	CO	FR	CE	LC	CR	LR	CM	SU	PQ	PI	GD

**LEGENDA**

- Espécies aptas
- 1º nível parcial
- 2º nível parcial
- 3º nível parcial
- 4º nível parcial
- Eliminado

Cabe ressaltar a natureza teórica deste trabalho, uma vez que é pautado na literatura, carecendo investigação prática. Desta maneira, sugerem-se testes tecnológicos e outros não destrutivos com as espécies que obtiveram o melhor escore, bem como a investigação de tratamento em espécies que se encontraram fora da classificação listada. Também podem ser criados protótipos para analisar as madeiras em situação de uso por baixistas profissionais, relatando a percepção do timbre, tocabilidade e outros atributos que possam favorecer ou não para a construção do instrumento.

*Tabela 3: Resumo do ranqueamento parcial de cada parte do baixo elétrico. Fonte: Elaborado pelos autores.*

## Referências

- ANANICH, Owen. **Pioneers of the extended-range electric bass**. 158f. Dissertação (Mestrado em Música) – College of Visual and Performing Arts. Belmont University. Nashville, 2021.
- ANDRADE, M. **Pequena história da música**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2015.
- ARAMAKI, M.; BRANCHERIAU, H. B. L.; YSTAD, R. K. M. S. Sound quality assessment of wood for xylophone bars. **Journal of Acoustical Society of America**. 121 (4). 2007. p. 2407-2420. Disponível em: [http://kronland.fr/wp-content/uploads/2016/08/jasa\\_Xylophone.pdf](http://kronland.fr/wp-content/uploads/2016/08/jasa_Xylophone.pdf). Acesso em: 18 jun. 2018.
- ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materials and design: the art and science of material selection in product design**. Amsterdam: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2010
- BENNETT, B. C.; The Sound of Trees: Wood Selection in Guitars and Other Chordophones. **Economic Botany**, XX(X). New York: 2016. p. 1-15. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12231-016-9336-0>. Acesso em: 19.jun.2018.
- BRÉMAUD, I.; CABROLIER, P.; MINATO, K.; GÉRARD, J.; THIBAUT, B. Vibrational properties of tropical woods with historical uses in musical instruments. ESWM Conference Wood Science for the preservation of cultural heritage, 2008, Braga. *In: Proceedings e Report*, 68. Braga: ESWM, 2008. 1 CD-ROM. Disponível em: <https://www.torrossa.com/en/resources/an/2443364#> Acesso em: 19 jun. 2018
- BREWER, Roy C. The Appearance of the Electric Bass Guitar: A Rockabilly Perspective. **Popular Music and Society**, **Popular Music and Society** 26:3, 351-366, 2003. DOI: 10.1080/0300776032000116996
- BUCUR, Voichita. **Handbook of materials for string musical instruments**. Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
- BÜRDEK, Bernhard E. **História, teoria e prática do design de produtos**. trad. Freddy Van Camp. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- COSTA, J. A. **Classificação de madeiras da Amazônia para composição de instrumento musical de corda através da técnica de excitação por impulso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/5649/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Joelma%20A.%20Costa.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2018.
- DENIS, Rafael Cardoso. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Blücher, 2002.
- EPIPHONE. **Bass**. Epiphone, 2023. Disponível em: <https://www.epiphone.com/en-US/Collection/bass>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- ERREDE, Steve. **The history of the development of electric stringed musical instruments**. UIUC Physics 193/406. Physics of Music/Musical Instruments. Illinois, 2000.
- FENDER. **Contrabaixos**. Fender, 2023. Disponível em: <https://www.fender.com.br/baixos>. Acessado em: 21 mar. 2023.
- FLORES, A. L. **Análise de diferentes madeiras brasileiras em substituição às espécies tradicionais no violão clássico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/295.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2018.
- GIBSON. **Original**. Gibson, 2023. Disponível em: <https://www.gibson.com/en-US/Collection/bass>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- GUILHON, David; BEZERRA, Helton de Jesus Costa Leite; LOURENÇO, Anna Karen Lima; PINHEIRO, Olímpio José. Brief Physical-Mechanical Characterization of Wood from Maranhão for the Manufacture of Xylophone Bars. *In: Raposo, D., Neves, J., Silva, R., Correia Castilho, L., Dias, R. (eds). Advances in design, music and arts II*. EIMAD 2022. Springer Series in Design and Innovation, vol 25. Springer, 2023. Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-09659-4\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09659-4_38)
- GUILHON, David; GUIMARÃES, Karoline de Lourdes Monteiro; LOURENÇO, Anna Karen Lima. Avaliação das propriedades tecnológicas das madeiras maranhenses

- voltadas para a fabricação de violões. **Estudos em Design** (online), Rio de Janeiro. p.27. v. 29. n.2. 2021.
- GUILHON, David; RIBEIRO, Naiara Regina Sousa; PINHEIRO, Olímpio José; BEZERRA, Helton de Jesus Costa Leite. Avaliação das propriedades tecnológicas das madeiras maranhenses para arcos de violino. p. 191-200. *In: Anais da III Jornada de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Design - UFMA*. São Paulo: Blucher, 2022. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/jopdesign2022-25
- HOFNER. **Baixos**. Hofner, 2023. Disponível em: <https://www.hofner.com/en/shop/category/4-474>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Consultas Online - Informações sobre Madeiras**. Disponível em: [https://www.ipt.br/consultas\\_online/informacoes\\_sobre\\_madeira/busca](https://www.ipt.br/consultas_online/informacoes_sobre_madeira/busca). Acesso em: 22 mar. 2023.
- KÚDELA, J.; KUNŠTÁR, M. Physical-acoustical characteristics of maple wood with wavy structure. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology*. No 75, 2011: p 12-188. Disponível em: <http://annals-wuls.sggw.pl/files/files/fwt/fwt2011no75art02.pdf>. Acesso em: 30.mai.2018.
- LLANOS, Carlos Fernando Elias. Violão e identidade nacional: a “moral” do instrumento. **Revista Tulha**, Ribeirão Preto. v. 2, n. 2, p. 227–250, jul.–dez. 2016.
- MEIER, Eric. The wood database. Abril, 2007. Disponível em: <https://www.wood-database.com/>. Acesso em: 21 mar..2023.
- NAHUZ, M. A. R.; MIRANDA, M. J. A. C.; IELO, P. K. Y.; PIGOZZO, R. J. B.; YOJO, T. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: [https://www.ipt.br/download.php?filename=980-Catalogo\\_de\\_Madeiras\\_Brasileiras\\_para\\_a\\_Construcao\\_Civil.PDF](https://www.ipt.br/download.php?filename=980-Catalogo_de_Madeiras_Brasileiras_para_a_Construcao_Civil.PDF). Acesso em: 15.mai.2018.
- NCUBE, E.; MASILINGA, P. Prospective Zambian tonewoods for dreadnought acoustic guitar. **International Wood Products Journal**, v 8, n 4, 2017. p. 216-226. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20426445.2017.1391964>. Acesso em: 11 mai. 2018.
- PORTELA, M. S. **Estudo das propriedades acústicas da madeira amazônica Marupá para tampo de violão**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/132450/332924.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16.mai.2018.
- RICKENBACKER. **Compare Models - Basses**. Rickenbacker, 2023. Disponível em: [http://www.rickenbacker.com/model\\_compare.asp?model\\_type=Bass](http://www.rickenbacker.com/model_compare.asp?model_type=Bass). Acessado em: 21 mar. 2023.
- SOARES, M. A. **Produção de um violão clássico em madeira de Teca (Tecnota grandis)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Curso de Engenharia Industrial Madeireira. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/142904/000867439.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 mai. 2018.
- SPROßMANN, R.; ZAUER, M.; WAGENFÜHR, A. Characterization of acoustic and mechanical properties of common tropical woods used in classical guitars. **Results in Physics**, v. 7. p. 1737–1742. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/316873645\\_Characterization\\_of\\_acoustic\\_and\\_mechanical\\_properties\\_of\\_common\\_tropical\\_woods\\_used\\_in\\_classical\\_guitars](https://www.researchgate.net/publication/316873645_Characterization_of_acoustic_and_mechanical_properties_of_common_tropical_woods_used_in_classical_guitars). Acesso em: 14.mai.2018.
- STRINBERG. 2023 **Catalog**. Strinberg, 2023. Disponível em: <http://www.strinberg.com/downloads/Strinberg-2023-Complete-Catalog.pdf>. Acessado em: 21.mar.2023.
- TAGIMA. **Catálogo** 2023. Tagima, 2023. <http://tagima.com.br/CatalogoDigitalTagima2023.pdf>. Acessado em: 21 mar. 2023.
- TUTMARC, Bud. **The TRUE FACTS on the Invention of the Electric Guitar AND Electric Bass**. 2022. Acessado em: <https://tutmarc.tripod.com/paultutmARC.html>. Disponível em: 14 mar. 2023.
- VASCONCELLOS, F. J.; FREITAS, J. A.; LIMA, V. M.O. C.; MONTEIRO, L. V.; PEREIRA, S. J. **Madeiras Tropicais de Uso Industrial no Maranhão: características tecnológicas**. Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia (INPA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Manaus, 2001. 96 p.

WEGST, U. G. K. Wood for sound. **American Journal of Botany** 93(10). 1439–1448. 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3732/ajb.93.10.1439>. Acesso em: 10.mai.2018.

YOSHIKAWA, S.; SHINODUKA, M.; SENDA, T. A comparison of string instruments based on wood properties: Biwa vs. cello. **Acoustical Science and Technology**, 29, 1. Japan, 2008. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/ast/29/1/29\\_1\\_41/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ast/29/1/29_1_41/_pdf/-char/en). Acesso em: 12 mai. 2018.

Lisboa). É professor da Universidade CEUMA nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo e Design Bacharelado. Membro Colaborador no Grupo de Pesquisa Inovação e Sustentabilidade e no de Produção e Sustentabilidade. Coordenador do Projeto FIBO Inovação Tecnológica.

E-mail: [helton.costa@ceuma.br](mailto:helton.costa@ceuma.br)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1133168488690015>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0891-4854>

---

## Sobre os autores

**David Guilhon** é Desenhista industrial (UFMA), Mestre em Design (UFMA), doutorando em Design (UNESP-Bauru). Musicista autodidata desde 1994. Designer da Boomerang Store e pesquisador das seguintes áreas: Design para instrumentos musicais, Design para a sustentabilidade, Design e religião e Produção gráfica digital.

E-mail: [dvdguilhon@gmail.com](mailto:dvdguilhon@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8935299354649314>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1215-6876>

**Olímpio José Pinheiro** é Bacharel em Artes Plásticas (ECA-USP), Mestre e Doutor em Sociologia da Arte (FFLCH-USP), estágio de pós-doutorado em História e Teoria da Arte (Centre de Histoire et Theorie de l'Art - École des Hautes Études en Sciences Sociales - Paris) e estágio de pós-doutorado em Azulejaria na Arquitetura Colonial Luso-brasileira (Faculdade de Belas Artes - Universidade de Lisboa). É professor da graduação (Artes Visuais e Design) e pós-graduação (Design), ambos da FAAC-UNESP-Bauru.

E-mail: [oj.pinheiro@unesp.br](mailto:oj.pinheiro@unesp.br)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5459937078079140>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8015-7416>

**Helton de Jesus Costa Leite Bezerra** é Desenhista industrial (UFMA), Mestre em Engenharia de Materiais (UFMA), doutorando em Design (Universidade de