

ENL 105



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Engenharia Florestal

PROJECTO FINAL



UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS NATIVAS MOÇAMBICANAS NA
PRODUÇÃO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS

ESTUDO DE CASO: MADEIRAS PARA MARIMBAS

Autora: Clérica Lisângela Flávio dos Mucudos

Supervisora: Prof. Dra. Lídia Brito

Maputo, Janeiro de 2009

AGRADECIMENTOS

Endereço os meus agradecimentos aos meus pais e aos meus queridos irmãos pelo apoio nas mais diversas situações.

Aos meus orientadores, Prof. Dra. Lídia Brito e Lukas Mucavele, pela sabedoria na orientação e pela simpatia durante a realização do trabalho.

Ao meu querido e amado namorado, Carlos, pelo amor, carinho e muito apoio na realização do trabalho.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Florestal da UEM, pelo excelente curso propiciado.

Agradeço a todos meus colegas de Engenharia Florestal e Engenharia Agronômica, especialmente ao Arís, Cremildo, Júlia, Nilza e Tarcila, pela amizade e por me terem propiciado momentos de muita alegria.

E se por algum motivo eu tenha me esquecido de alguém, considere-se agradecido.

RESUMO

A presente pesquisa foi realizada com objectivo principal de contribuir para uma utilização mais racional das madeiras moçambicanas na produção de instrumentos musicais diversos, em particular a marimba.

Para o alcance do objectivo, numa primeira fase foram seleccionadas três províncias de Moçambique, nomeadamente Inhambane (Zavala), Maputo, Sofala (Beira); e os países que fabricam os mesmos instrumentos feitos em Moçambique. Na segunda fase da pesquisa fez-se (i) a identificação das espécies madeireiras nativas moçambicanas por meio de uma pesquisa bibliográfica e um questionário aplicado a uma amostra constituída por 6 artistas fabricantes, (ii) descrição das propriedades físicas e mecânicas das espécies identificadas, (iii) identificação de espécies madeireiras utilizadas em outras partes do mundo e (iv) análise comparativa das propriedades das espécies moçambicanas com as espécies utilizadas em outras partes do mundo, usando como parâmetros de comparação a densidade, módulo de elasticidade dinâmico, coeficiente de resiliência e cota dinâmica.

Os resultados da pesquisa revelaram a existência de 22 espécies madeireiras moçambicanas utilizadas no fabrico de diversos instrumentos musicais nas províncias seleccionadas das quais a maior parte é tradicionalmente utilizada pelos fabricantes para fazer marimbas. Dentre as madeiras usadas para fazer marimbas, observou-se que a Mwenje (*Ptaeroxylon obliquum*) é a madeira mais utilizada pelos fabricantes para fazer as teclas de marimba, mas devido a sua raridade, os fabricantes seleccionam madeiras alternativas, tais como o Pau-Preto (*Dalbergia melanoxylon*), Umbila (*Pterocarpus angolensis*), sendo todas elas de fácil obtenção. A descrição das propriedades físicas e mecânicas das espécies moçambicanas e as usadas em outras partes do mundo, demonstrou que todas possuem excelentes qualidades e propriedades, obtendo bons resultados quando utilizadas.

Na análise comparativa das madeiras moçambicanas com as utilizadas observou-se que o Pau-Preto (*Dalbergia melanoxylon*), Mwenje (*Ptaeroxylon obliquum*), Jacarandá-do-Pará (*Dalbergia nigra*) e Pau-Rosa (*Aniba rosaeodora*) preenchem os requisitos exigidos para teclas de marimbas, mas que em termos de densidade o Pau-Preto e Mwenje (*Ptaeroxylon*

obliquum) tendem a ter melhor resposta acústica comparativamente ao Jacarandá-do-Pará (*Dalbergia nigra*) e Pau-Rosa (*Aniba rosaeodora*).

Em termos da resistência ao impacto, observou-se o Pau-Preto (*Dalbergia melanoxylon*) e Mwenje (*Ptaeroxylon obliquum*) enquadraram-se na categoria de madeiras aptas a choques e vibrações, tendo, portanto uma dupla vantagem.

Em relação às baquetas, observou-se que o Pau-Marfim (*Balfourodendron riedelianum*), com cota dinâmica igual ou superior a 1.2, é a madeira com maior resistência ao impacto em relação às madeiras moçambicanas identificadas, mas a Acácia (*Acácia sp*) que se enquadra no intervalo de 0.8-1.2 de cota dinâmica, pode ser usada para fazer baquetas sem quebrar com facilidade.

Com base nos resultados obtidos, constatou-se que o Pau-Preto (*Dalbergia melanoxylon*) e Mwenje (*Ptaeroxylon obliquum*) são as melhores madeiras para fazer teclas de marimbas tanto em termos acústicos quanto a resistência ao impacto e que o Pau-Marfim (*Balfourodendron riedelianum*), embora seja do Brasil mostrou ser a melhor madeira para fazer as baquetas. A Umbila (*Pterocarpus angolensis*), embora produza um som agradável, não é recomendável para fazer teclas e baquetas de marimbas, pois é pouco resistente ao impacto (quebradiça).

Palavras-chave: Instrumentos musicais, Madeira, Marimba

ÍNDICE

	Pag.
Agradecimentos	i
Resumo	ii
Índice	iii
Lista de Abreviaturas	iv
Lista de Tabelas	v
Lista de Figuras	v
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Generalidades.....	1
1.1.1 Justificação do trabalho.....	2
1.1.2 Definição do problema.....	2
1.2. Objectivos	3
1.2.1 Geral.....	3
1.2.2 Específicos	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Características gerais das madeiras para instrumentos musicais	5
2.1.1 Propriedades físicas	6
2.1.2 Propriedades mecânicas	7
2.1.3 Propriedades Acústicas	8
2.2 Selecção de madeiras para instrumentos musicais.....	10
2.2.1 Madeiras para marimbas	12
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1 Delimitação da pesquisa	13
3.2 Colheita dos dados	13
3.2.1 Identificação das espécies madeireiras nativas moçambicanas	13
3.2.2 Descrição das propriedades físicas e mecânicas das espécies identificadas....	14
3.2.3 Identificação de espécies madeireiras utilizadas em outras partes do mundo .	14
3.3 Análise comparativa das propriedades das espécies moçambicanas com as espécies de outros países.....	14

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Identificação das espécies madeiras nativas moçambicanas	15
4.2 Descrição das propriedades físicas e mecânicas das espécies identificadas.....	17
4.3 Identificação de espécies madeiras utilizadas em outras partes do mundo	19
4.4 Análise comparativa das propriedades das espécies moçambicanas com as outras	21
V. CONCLUSÃO	23
VI. RECOMENDAÇÕES.....	24
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
VIII. GLOSSÁRIO	27
IX. ANEXOS	28
Anexo 1	28
Anexo 2.....	30
Anexo 3.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

AHM	Arquivo Histórico de Moçambique
ARPAC	Arquivo de Património Cultural
DEF	Departamento de Engenharia Florestal
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Ciência, Cultura e Educação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Instrumentos musicais feitos com madeiras nativas moçambicanas a partir dos fabricantes	27
Tabela 2 - Espécies madeireiras usadas para fazer marimba a partir dos fabricantes	15
Tabela 3 - Propriedades físicas e mecânicas das espécies utilizadas para teclas e baquetas.....	17
Tabela 4 - Os critérios de qualificação das propriedades da madeira	18
Tabela 5 - Espécies madeireiras usadas para teclas e baquetas em outras partes do mundo	19
Tabela 6 - Propriedades físicas e mecânicas das espécies madeireiras identificadas	20
Tabela 7. Espécies madeireiras propostas a serem testadas para fase posterior da pesquisa	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Marimba tradicional moçambicana	4
Figura 2. Sentido das fibras no violino conforme o corte radial da madeira	11

I. INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

A madeira é utilizada para fabricar instrumentos musicais há mais de 10.000 anos (www.naturlink.com). Tradicionalmente, este é o material mais utilizado, devido à facilidade de obtenção, conveniência para qualquer tipo de corte, bom acabamento, boa qualidade de som, beleza e principalmente um custo relativamente baixo.

Segundo Souza (1983), a qualidade de um instrumento musical está directamente ligada ao material utilizado em sua fabricação, principalmente as madeiras – que dão vida ao instrumento, proporcionando sons e timbres perfeitos, de acordo com a escolha. Entretanto é indispensável o conhecimento das propriedades físicas, mecânicas e acústicas deste material, pois estas contribuem na escolha das madeiras para instrumentos musicais e possibilitam um uso mais racional da madeira.

Assim, vale a pena conhecer as madeiras tradicionalmente utilizadas com grande sucesso pelos fabricantes dos instrumentos musicais, pois cada uma delas tem propriedades únicas e por conseguinte, uma identidade sonora.

Em Moçambique, há uma diversidade de espécies nativas com excelentes qualidades, porém não se caracteriza como um exportador de instrumentos musicais, isto porque nunca se desenvolveu uma indústria de instrumentos musicais, sendo eles ainda produzidos tradicionalmente e em números reduzidos.

Portanto, é importante estudar a utilização de madeiras nativas moçambicanas no fabrico de instrumentos musicais tradicionais, podendo-se identificar outras espécies nativas que podem vir a ser utilizadas, promovendo assim uma indústria nova cheia de potencial não só económico, mas também cultural.

Escolheu-se a marimba como objecto de estudo devido à importância cultural deste instrumento não só em Moçambique mas também em outras partes do Mundo.

1.1.1 Justificação do trabalho

A madeira tem sido usada para o fabrico dos instrumentos musicais há muitos séculos. Dada as qualidades e propriedades excelentes que possui, ela é considerada um material indispensável na fabricação da maior parte dos instrumentos musicais, exigindo sempre a melhor qualidade para o efeito. Em Moçambique, os instrumentos musicais são feitos na sua maior parte de madeira de espécies nativas, cujas propriedades e características das mesmas tornam os instrumentos musicais mais apreciáveis em termos da qualidade do som que produzem. Portanto, a pesquisa das madeiras utilizadas para o fabrico dos diferentes instrumentos musicais é importante, podendo permitir alargar a vasta gama de espécies a serem utilizadas que ainda não foram exploradas para este fim e que podem vir a substituir certas espécies que já se encontram em escassez, pois cada espécie apresenta características únicas que podem ser de interesse no fabrico de instrumentos musicais.

1.1.2 Definição do problema

Em Moçambique, mais de 100 espécies madeireiras nativas já foram identificadas e têm as suas propriedades físicas e mecânicas estudadas, mas dentre essas espécies poucas são usadas para o fabrico de instrumentos musicais, isto porque, por um lado há poucos estudos do gênero feitos no nosso país, o que faz com que haja pouca informação documentada a respeito. Por outro lado, os fabricantes usam de uma forma constante as mesmas madeiras para o fabrico dos instrumentos musicais tradicionais (forte tradicionalismo por parte dos fabricantes), por acreditarem que as mesmas possuem excelentes qualidades e características sonoras únicas. Além disso, um outro problema ainda maior, é a falta de conhecimento por parte dos fabricantes no que diz respeito as propriedades tecnológicas, que permite compreender as propriedades acústicas das respectivas madeiras e conseqüentemente, impedir que as substituam por madeiras com características similares.

Espera-se, assim, com esse trabalho contribuir com informação actualizada acerca das madeiras nativas moçambicanas utilizadas no fabrico de instrumentos musicais tradicionais, propondo aos artistas fabricantes a utilização de novas madeiras e se possível ajudar aos que estiverem interessados em aprofundar mais essa pesquisa nas próximas ocasiões.

1.2. Objectivos

1.2.1 Geral

- Contribuir para uma utilização mais racional das madeiras moçambicanas na produção de instrumentos musicais diversos, em particular a marimba.

1.2.2 Específicos

- Identificar as espécies madeiras nativas moçambicanas utilizadas tradicionalmente para o fabrico de instrumentos musicais;
- Comparar as propriedades físicas, mecânicas das madeiras utilizadas em Moçambique com outras madeiras utilizadas para produzir os mesmos instrumentos musicais em outras partes do Mundo;
- Propor as espécies com madeira de melhor qualidade e propriedades para os instrumentos musicais, promovendo assim as madeiras nativas moçambicanas.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Lutero (1980), a marimba, também conhecida como instrumento de teclas de madeira, é um instrumento africano de percussão do tipo idiofone, que consiste essencialmente em uma série de lâminas de madeira, baquetas e ressoadores (Fig. 1). Esta é tocada percutindo as teclas de madeira com baquetas.

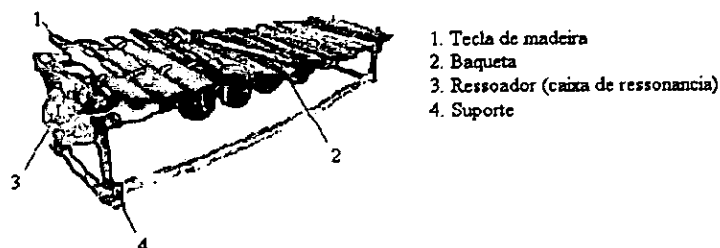


Fig.1 Marimba tradicional moçambicana. (<http://www.macua.blogs.com/htm>)

Em geral, as marimbas são fabricadas em Moçambique, Zimbabwe, África do sul, Brasil e alguns países da América Central como México, Guatemala e Nicarágua. Algumas marimbas utilizam a madeira apenas num ou noutro componente, enquanto outras são totalmente feitas de madeira como é o caso das marimbas moçambicanas, utilizando diferentes espécies para os seus vários componentes.

Para as marimbas são utilizadas essencialmente madeiras para fazer as teclas e baquetas, visto serem estes os componentes responsáveis pela produção do som e, com efeito, estes são os únicos componentes feitos de madeira que se encontra em todas as marimbas, seja as feitas em Moçambique, bem como nos países acima citados.

Na África do Sul, Moçambique e Zimbabwe a madeira tradicionalmente usada para fazer as teclas é Mwenje (*Ptaeroxylon obliquum*); no Brasil a madeira escolhida é o Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*), mas também tem um óptimo resultado com Ipê (*Tabebuia serratifolia*). Para as baquetas, o Hickory (*Carya spp*) é a madeira tradicionalmente usada na América Central, podendo algumas vezes ser usada como madeira padrão quando se pretendem seleccionar novas madeiras para fazer baquetas; no Brasil a madeira mais usada para baquetas é o Pau-Marfim (*Balfourodendron riedelianum*); em Moçambique a Acácia (*Acácia sp*) é a madeira tradicionalmente usada para fazer as baquetas.

2.1 Características gerais das madeiras para instrumentos musicais

Segundo Slooten; Souza (1993), as características gerais da madeira englobam cor, textura, figura e grã.

A cor da madeira para instrumentos musicais é uma característica que tem importância no visual dos instrumentos, sendo algumas vezes uma característica de menor importância quando os fabricantes pintam as madeiras. Para instrumentos musicais feitos com várias madeiras tais como violinos, guitarras, pianos não existe necessariamente uma tonalidade específica, uma vez que os mesmos possuem uma gama distinta de cores.

As diferenças de cor entre cerne e alburno são também bastante importantes, tendo em vista que não se deve usar o alburno na fabricação de instrumentos musicais e que a diferença de cor entre eles facilita a separação (Slooten; Souza, 1993). A variação natural da madeira se deve principalmente a presença de extractivos (taninos, resinas, óleos, etc.) nas células e nas paredes celulares, que se depositam, de forma mais acentuada, no cerne (Melo, 2002).

A textura é o termo utilizado para se referir ao efeito produzido na madeira, pelas dimensões, distribuição e abundância relativa dos elementos anatómicos estruturais da madeira. Geralmente é classificada em textura fina, média e grossa, de acordo com o grau de uniformidade da madeira (Sloane, 1983).

O conceito de figura ou desenho que se obtém com a orientação de corte na madeira é bastante subjectivo, sendo consequência de características naturais da espécie, tais como anéis de crescimento distintos, raios diferenciados, cor, tipo de grã, etc. (Melo, 2002). Desenhos especialmente atraentes têm sua origem em certas anormalidades como: grã irregular, galhas, nós, crescimento excêntrico, deposições irregulares de substâncias corantes. (Burger; Richter, 1991).

O termo grã refere-se à orientação geral dos elementos verticais constituintes do lenho em relação ao eixo da árvore (ou peça de madeira). Em decorrência dos processos de crescimento, sob as mais diversas influências, há uma grande variação natural no arranjo e direcção dos tecidos axiais, originando vários tipos de grãs: grã-direita, reversa, espiralada, ondulada e torcida. Preferencialmente as madeiras utilizadas no fabrico de

instrumentos musicais devem apresentar grã-direita, no entanto, muitas espécies tropicais apresentam grã-cruzada ou entrecruzada (Slooten; Souza, 1993).

2.1.1 Propriedades físicas

O estudo das propriedades físicas da madeira é de importância indispensável na caracterização tecnológica, pois sua variação, afecta as propriedades mecânicas e outras propriedades da madeira que são essenciais para a sua utilização (Evans et al, 2000).

A densidade constitui uma das propriedades físicas mais importantes da madeira na sua caracterização, pois dela depende a maior parte de suas propriedades físicas, mecânicas e as respectivas propriedades acústicas, servindo na prática como uma referência para classificação da madeira. Em geral, madeiras pesadas são mais resistentes, elásticas, duras que as leves, porém, em paralelo a essas vantagens, são de difícil trabalhabilidade e apresentam maior variabilidade (Evans e tal, 2000).

Segundo Slooten; Souza (1993), na fabricação de instrumentos musicais a densidade básica das espécies tradicionais deve ser diferente para os vários componentes do instrumento, pois cada componente tem uma função específica no instrumento. Assim, para as marimbas, a densidade das madeiras usadas para as teclas e baquetas deve ser maior que das madeiras usadas para os restantes componentes.

Para além da densidade da madeira, uma outra característica importante peculiar à madeira e importante para instrumentos musicais é a sua capacidade de reagir e se adaptar as condições ambientais a que é exposta, particularmente a que se refere a sua higroscopicidade.

As propriedades que são cruciais para o desempenho acústico de uma madeira tais como a densidade, o módulo de elasticidade, contração são altamente dependentes do teor de humidade da madeira. Assim, os critérios importantes durante o processo de selecção da madeira (será detalhado mais adiante) incluem também quão rapidamente a madeira troca humidade com o ambiente e como a humidade afecta sua estabilidade dimensional e as propriedades mecânicas (Sloane, 1973).

2.1.2 Propriedades mecânicas

As características mecânicas são uma importante base tecnológica para utilização racional da madeira. Na avaliação das características mecânicas das madeiras submetidas a um impacto como é o caso das madeiras para teclas de marimbas, geralmente usam-se testes de flexão dinâmica, que segundo Moreschi (2005) são fundamentais para conhecer a resistência das madeiras quando sofrem um forte impacto ou choque em pequenas fracções de segundos. No entanto, este tipo de teste ainda é pouco utilizado, implicando que se conheça pouco sobre o comportamento das nossas madeiras quando submetidas à flexão dinâmica.

Os testes de flexão dinâmica são normalmente realizados em pêndulo de Charpy onde a face dos corpos de prova exposta ao pêndulo é a tangencial, de modo que o esforço para romper as madeiras seja realizado no sentido de maior resistência, o radial (Moreschi, 2005).

Assim, a partir do trabalho mecânico necessário para romper um corpo de prova, são calculados o coeficiente de resiliência (equação 1) e cota dinâmica (equação 2) segundo a Norma AFNOR. Estes constituem os parâmetros que qualificam a resistência das madeiras ao impacto. Em geral, quanto maior o valor de K, maior é a resiliência da madeira ao choque.

$$K = \frac{W}{b * h^3} \quad (1)$$

$$CD = \frac{K}{\rho^2} \quad (2)$$

Onde: K= coeficiente de resiliência (kgm/cm²); W= trabalho mecânico (kgm); b e h= dimensões transversais dos corpos-de-prova (cm); CD= cota dinâmica; ρ = massa específica (g/cm³).

Segundo Wegst (1996), um outro aspecto que é importante a salientar nas propriedades mecânicas das madeiras para instrumentos musicais é o módulo de elasticidade, paralelo e perpendicular à grã. Em geral, usa-se o módulo de elasticidade paralelo à grã porque já se determinou para um grande número de espécies de madeiras para instrumentos

musicais e também porque este módulo junto com a densidade determina a maioria das propriedades acústicas da madeira. Para o caso das madeiras para teclas de marimbas, é comumente usado o módulo de elasticidade dinâmico, obtido nos testes de flexão dinâmica.

2.1.3 Propriedades Acústicas

O comportamento acústico da madeira sob vibração está relacionado com a elasticidade do material paralelo ou perpendicular às fibras, sob tração ou flexão e relacionado com a fricção interna causada pela dissipação da energia proveniente da vibração (Bucur, 1995).

As propriedades acústicas da madeira tais como o volume, a qualidade do som das teclas de marimba, são determinadas pelas propriedades mecânicas da madeira, porque o som é produzido pelas vibrações da própria madeira.

Consequentemente, as propriedades de que o desempenho acústico da madeira depende, são primeiramente a sua densidade, módulo de elasticidade e coeficiente de perda. Estas determinam a velocidade de propagação do som na madeira e a intensidade do som irradiado.

Entretanto, os principais parâmetros para a selecção da madeira para instrumentos musicais são: a velocidade de propagação do som, impedância acústica, o coeficiente de irradiação do som e o coeficiente de perda.

Velocidade de propagação do som

A velocidade de propagação do som, c (m/s), é definida como a raiz quadrada do módulo de elasticidade da madeira, E (N/mm²), dividido pela densidade, ρ (g/m³), da própria madeira:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3)$$

A velocidade de propagação do som é directamente relacionada com o módulo de elasticidade e densidade, e varia dependendo das espécies de madeira e a direcção da grã (longitudinal ou transversal). Na direcção longitudinal (ao longo dos veios) a velocidade de propagação do som é mais rápida do que na direcção transversal, pois o módulo de

elasticidade transversal da madeira é cerca de 1/20 a 1/10 do módulo longitudinal, conseqüentemente o valor da velocidade de propagação do som na direcção transversal é apenas 20 a 30% que o valor na direcção longitudinal.

Segundo Bucur (1995) a velocidade de propagação do som aumenta com aumentos na densidade da madeira. De acordo com Carrasco e Azevedo Júnior (2003), não é propriamente o aumento da densidade que acarreta o aumento na velocidade de propagação do som em madeiras. Ao contrário, o aumento da densidade deveria provocar a diminuição da velocidade de propagação, visto que a velocidade é inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade.

Entretanto, considerando-se um valor de humidade constante ao longo de uma amostra, o aumento da densidade decorre da maior deposição de celulose na face interna da parede celular. Esta deposição acarreta aumento mais significativo nos valores de rigidez do que nos valores da densidade da madeira. Dessa forma, mesmo que haja aumento da densidade, a velocidade não diminui, pois é compensada pelo aumento da rigidez. Portanto, as maiores velocidades são geralmente alcançadas em espécies de madeira com maior densidade.

Geralmente, a velocidade de propagação do som diminui com o aumento da temperatura, porque altas temperaturas produzem baixa densidade devido à expansão térmica da madeira; e aumento do teor de humidade, porque com o aumento da humidade, o módulo de elasticidade decresce e a densidade aumenta (Wood Handbook, 1999).

Impedância Acústica

A impedância acústica é definida como sendo a propriedade que um material possui em transmitir uma vibração acústica com maior ou menor facilidade, e é dado como produto da densidade, ρ (g/m^3), pela velocidade do som, c (m/s).

$$z = c\rho = \sqrt{E\rho} \quad (4)$$

Tal como a velocidade de propagação do som, a impedância acústica, é directamente relacionada ao módulo de elasticidade e a densidade dum material, neste caso, a madeira.

Coefficiente de irradiação do som

O coeficiente de irradiação do som, R , da madeira é definido como a relação entre a velocidade do som, c (m/s), da madeira e sua densidade, ρ (g/m^3):

$$R = \frac{c}{\rho} = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}} \quad (5)$$

O coeficiente de irradiação do som descreve quanto à vibração dum corpo é amortecida devido à irradiação do som. Em geral, os melhores materiais são aqueles que irradiam bem o som. Particularmente no caso de idiofones, tal como a marimba, um grande coeficiente de irradiação da madeira é desejável quando se pretende produzir um som alto.

Coefficiente de perda

Segundo Kollman e Cotê (1968) o coeficiente de perda quantifica o amortecimento da vibração devido à fricção interna causada pela dissipação da energia proveniente da própria vibração. Ao contrário das propriedades acústicas descritas inicialmente, o coeficiente de perda é independente da densidade e do módulo de elasticidade.

O coeficiente de perda é uma importante característica no som do instrumento, pois é está que define o tempo em que o som se sustentará, podendo variar de 0,1 até cerca de 0,002. Portanto, quanto menor o coeficiente de perda, melhor é a resposta acústica da madeira em termos de sustentabilidade do som.

2.2 Selecção de madeiras para instrumentos musicais

A escolha das madeiras para instrumentos musicais depende muito do tipo de instrumento que se pretende fabricar, da finalidade do instrumento (Orquestra, uso pessoal, festival, investigação, aula), do tipo de som que o fabricante quer que o instrumento seja capaz de produzir (Barlow, 1997).

No processo de selecção das melhores madeiras para o fabrico de diferentes instrumentos musicais, vários aspectos são considerados (propriedade físicas, mecânicas e acústicas), que permitem analisar porquê determinadas espécies são especialmente convenientes

para aplicações de sons particulares e, portanto, tradicionalmente escolhidas pelos fabricantes de instrumentos musicais (Bucur, 1995).

Uma das condições básicas é a obtenção de madeiras secas, pois isso deverá possibilitar uma boa condição mecânica do instrumento, facilidade no processo de construção em si e quanto à sonoridade, madeiras verdes (não secas) comprometem a frequência de ressonância, que é por sinal muito baixa nesses casos.

Segundo Wengert (1998) os processos naturais são tradicionalmente os mais adequados para a secagem, pois conferem uma melhoria as propriedades acústicas, que não pode ser obtida em outros processos de secagem. Porém, Gilbert (1999) salienta que o clima tem uma relação muito específica para determinados tipos de madeiras, pois o mesmo exemplar de determinado tipo em diferentes regiões pode ter resultados diferentes, porque a interação com o meio é justamente desigual.

Outro enfoque muito importante no processo de selecção de madeiras para instrumentos musicais e que tem sido muito discutido é o tipo de corte, pois muitas vezes a madeira é cortada com critérios que visam o melhor aproveitamento da peça e isso pode não resultar em timbres satisfatórios.

Ao se escolher o corte, é possível melhorar a qualidade e sonoridade da madeira, pois quando a madeira é cortada de maneira radial é mais estável e, portanto, melhor para fazer o instrumento, isto é, com o corte radial os veios da madeira mantêm-se lineares, rectos em relação ao próprio instrumento. Assim, a frequência de ressonância caminha livre por toda a extensão das fibras com mais duração e intensidade, ou seja, as fibras devem estar no mesmo sentido do instrumento, pois melhoram a transmissão do som de forma balanceada, por exemplo, no violino (Fig. 3).

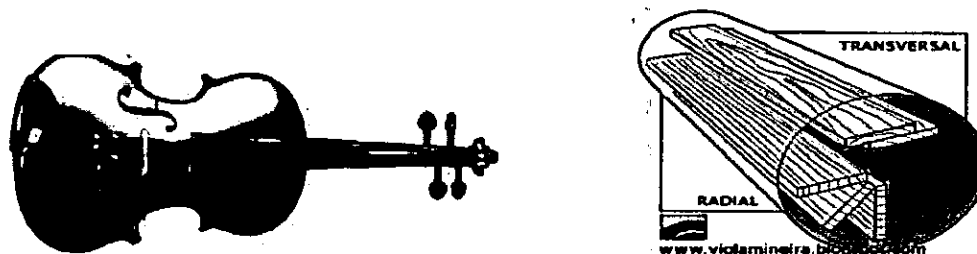


Fig.2 Sentido das fibras no violino conforme o corte radial da madeira. (<http://www.violamineira.blogspot.com/htm>)

Cortes tangenciais ou perpendiculares aos raios comprometem a sonoridade em proporções maiores (balanço desuniforme), mas podem ter um uso explorado na estética ou visual do instrumento.

2.2.1 Madeiras para marimbas

No processo de selecção de madeiras para fazer marimbas, dá-se mais ênfase as madeiras usadas para fazer as teclas, pois estas constituem o elemento vibratório da marimba, isto é, as baquetas ao percutirem as teclas provocam sua vibração que produz o som que é ampliado por ressoadores (cabaças ou tubos).

Segundo Holz (1996), madeiras para teclas de marimbas têm um baixo coeficiente de perda e alto valor de pico de irradiação do som, o que faz com que resulte num som mais brilhante e com mais sustentação. Isso já não acontece com madeiras com alto coeficiente de perda. O mesmo autor explica que madeiras para fazer cordofones, por exemplo, não podem ser usadas para fazer teclas de marimbas por duas razões:

A primeira é que madeiras para fazer cordofones têm uma densidade muito baixa e, em consequência uma dureza baixa. Entretanto, madeiras de baixa densidade quando percutidas por baquetas podem facilmente se rachar, e a afinação das teclas e as propriedades de amortecimento, sofreriam em consequência. Assim, escolhem-se madeiras com uma dureza elevada capazes de resistir ao impacto, uma exigência melhor encontrada nas espécies tropicais de alta densidade.

A segunda razão é também relacionada à densidade: devido à alta densidade, madeiras para teclas de marimbas são muito menos amortecidas pela irradiação do som do que madeiras para cordofones, tendo como resultado um decaimento do som mais lento (maior sustentabilidade do som). Adicionalmente, a alta impedância acústica que está relacionada à alta densidade dessas madeiras, significa que tem maior facilidade de transmissão da vibração acústica.

Consequentemente, espécies tropicais com densidade elevada, alto pico de ressonância e baixo coeficiente de perda tais como *Ptaeroxylon obliquum*, *Dalbergia spruceana*, *D. stevensonii*, *D. melanoxylon*, *Pterocarpus soyauxii*, desempenham bem por esses critérios.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delimitação da pesquisa

O presente estudo se propõe a investigar a utilização de madeiras nativas moçambicanas na produção de instrumentos musicais, especialmente madeiras para marimbas. Para o efeito deste estudo consideraram-se os instrumentos musicais tradicionais fabricados tanto em Moçambique bem como em outras partes do mundo.

Em relação às outras partes do mundo, a pesquisa restringiu-se apenas aos países que fabricam os mesmos instrumentos feitos em Moçambique, usando para tal a informação obtida na internet, mas para o caso de Moçambique a pesquisa foi realizada em três províncias do país, nomeadamente, Inhambane (Zavala), Maputo, Sofala (Beira). A preferência por essas províncias deveu-se a facilidade de acesso aos artistas fabricantes e a informação relevante ao estudo. No caso das marimbas, que é o ponto fulcral da pesquisa, a província de Inhambane (Zavala) destacou-se em termos de preferência, visto que as melhores marimbas são fabricadas naquela província a nível nacional, embora em Maputo, Manica, Sofala, Tete, Zambézia, Nampula, Niassa, Cabo Delgado se fabriquem marimbas.

3.2 Colheita dos dados

3.2.1 Identificação das espécies madeireiras nativas moçambicanas

A colheita dos dados em relação às espécies madeireiras nativas moçambicanas utilizadas na produção de diversos instrumentos musicais foi realizada no período de Junho à Agosto de 2008 e se deu em duas diferentes etapas.

A primeira etapa foi concentrada em pesquisa bibliográfica que, para Andrade (2002, p. 51), “toda a pesquisa seja de laboratório ou de campo, deve ter o apoio e o respaldo de uma pesquisa bibliográfica preliminar”, em que se busca a fundamentação teórica, para tratar o tema e o problema da pesquisa. Para tal foram utilizadas publicações sobre o assunto em forma de livros, revistas, artigos, fornecidas no ARPAC, UNESCO, AHM; e internet.

Na segunda etapa, realizou-se um estudo mais aprofundado e detalhado sobre as espécies madeireiras moçambicanas utilizadas no fabrico dos instrumentos musicais, usando para tal um questionário (anexo 2) aplicado a uma amostra constituída por 6 artistas fabricantes.

O questionário foi constituído por duas partes. Na primeira parte, os artistas foram solicitados a dar informações sobre os seus respectivos nomes e o tipo de instrumento fabricados ou tocados por eles. Na segunda parte do questionário, solicitou-se aos artistas a responderem de forma clara as questões relacionadas com as espécies madeireiras usadas no fabrico de instrumentos musicais, especificamente a marimba; e a forma de aquisição das madeiras utilizadas por eles no fabrico das marimbas.

3.2.2 Descrição das propriedades físicas e mecânicas das espécies identificadas

Após a identificação das espécies madeireiras utilizadas para o fabrico de instrumentos musicais, fez-se a descrição das propriedades físicas e mecânicas das mesmas. Esta descrição foi feita no laboratório de madeira do DEF-FAEF-UEM, onde já lá existem mais de 100 espécies madeireiras nativas moçambicanas identificadas e estudadas.

3.2.3 Identificação de espécies madeireiras utilizadas em outras partes do mundo

Através de pesquisas feitas na Internet fez-se a identificação de outras madeiras que são utilizadas em outras partes do mundo para a produção dos mesmos instrumentos musicais feitos em Moçambique. Em simultâneo também fez-se a descrição das propriedades físicas e mecânicas destas espécies, da mesma forma que foi feita a descrição para as espécies moçambicanas.

3.3 Análise comparativa das propriedades das espécies moçambicanas com as espécies de outros países

Na análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas das espécies moçambicanas com as espécies utilizadas em outras partes do mundo, usou-se a densidade e o módulo de elasticidade dinâmico como parâmetros de comparação, visto serem estes os dois factores que determinam a maior parte das propriedades acústicas dos instrumentos musicais, especialmente a marimba. Também usou-se o coeficiente de resiliência e cota dinâmica como parâmetros de comparação em relação a resistência das madeiras ao impacto.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação das espécies madeireiras nativas moçambicanas

A pesquisa sobre as espécies madeireiras utilizadas no fabrico de diversos instrumentos musicais nas províncias seleccionadas, revelou a existência de 22 espécies, das quais a maior parte é tradicionalmente utilizada pelos fabricantes para fazer marimbas. Na tabela 1 (anexo 1) estão apresentados os diversos instrumentos musicais feitos com madeiras nativas moçambicanas a partir dos fabricantes.

Uma vez que as marimbas moçambicanas são feitas totalmente de madeiras, utilizam-se diferentes espécies para os vários componentes. Entretanto, observou-se que alguns fabricantes como o Durão, Mucavele e Munaca (Entrevista), não incluem certos componentes nas suas marimbas, conforme se pode observar na tabela 2. Isto, segundo Souza (1983), resulta da imaginação e criatividade do fabricante, mas sem deixar a tradição.

Tabela 2. Espécies madeireiras usadas para fazer marimba a partir dos fabricantes.

Fabricante	Diferentes partes da marimba						
	Teclas	Armação	Separador	Suporte	Arco	Baquetas	Caixa de ressonância
Durão (Maputo)	Mwenje	Mafureira	Mafureira	-	Mafureira	Acácia	Massala
	Umbila		Pinho				
	Pinho						
Mucavele (Maputo)	Cimbire	Mafureira	Mafureira	-	-	Umbila	Massala
	Jambire		Pinho				
	Mwenje						
	Umbila						
	Pinho						
Munaca (Beira)	Jambire	Jambire	Mafureira	-	Chanfuta	Acácia	Massala
	Mwenje				Jambire		
	Pau-Preto				Mafureira		
	Umbila						
Paulo (Zavala)	Musonje	Mafureira	Ndari	Infulete	Ndari	Nyamassiane	Massala
	Mwenje	Infulete	Insaba	Insaba			
		Siringa	Siringa	Mafureir			

Tunzine (Zavala)	Mogno	Mafureira	Munzani			Acácia	
	Mwenje						
Venâncio (Zavala)	Mwenje	Mafureira	Mafureira	Mafureira	Insaba	Nyamassiane	Massala
	Mueso	Ndari		Ndari	Ndari		
	Musonje	Infulete		Infulete	Mafureira		

A Mwenje é a madeira tradicionalmente mais utilizada pelos fabricantes acima citados, para fazer as teclas de marimba, porque possui as qualidades desejadas pelos fabricantes em termos de qualidade do som que produz, resistência, embora seja de difícil trabalhabilidade (Venâncio, Entrevista).

No entanto, segundo os fabricantes, esta madeira actualmente está a extinguir, fazendo com que cada um deles seleccione madeiras alternativas em casos desta preciosa madeira não se encontrar disponível. Assim, Durão e Mucavele (entrevista), preferem utilizar a Umbila e o Pinho como madeiras alternativas, porque ambas são leves, de fácil trabalhabilidade e obtenção, tem bom acabamento e produzem um som suave e agradável, porém, essas madeiras não são muito resistentes para fazer as teclas, podendo se rachar ao longo do tempo e, conseqüentemente desafinar o instrumento. Este, facto é mais notório quando se usa o pinho.

Munaca (entrevista), prefere usar o Pau-Preto como madeira alternativa para fazer as teclas de marimbas, pois segundo ele esta madeira possui algumas características semelhantes a Mwenje. O mesmo fabricante seguindo o mesmo raciocínio que o Durão e Mucavele, também usa a Umbila como madeira alternativa. Entretanto, Mucavele (entrevista) fazendo testes de madeiras para teclas de marimbas, observou que o Pau-Preto, não é boa para fazer teclas de marimbas porque tem um som desagradável, embora possua características físicas e mecânicas desejáveis para fazer as teclas de marimbas. De acordo com Follmann (1999), o Pau-preto é uma madeira extremamente sonora, sendo portanto, excelente para instrumentos musicais, em particular para teclas de marimba.

Outras madeiras alternativas para fazer teclas de marimbas incluem Musonje e Mueso. Segundo Venâncio e Paulo (entrevista), o Musonje como madeira alternativa, tem apresentado ótimos resultados.

Todas essas madeiras são geralmente de fácil obtenção. Alguns fabricantes como Mucavele, Durão e Munaca (entrevista) obtêm as madeiras comprando-as no mercado já serradas, outros como Venâncio, Tunzine e Paulo (entrevista), preferem cortar na floresta. Entretanto, Durão (entrevista), para além de comprar as madeiras no mercado, algumas vezes encomenda a alguém para cortar na floresta.

No entanto, algumas madeiras usadas para fazer teclas de marimba podem igualmente ser usadas para fazer baquetas, como é o caso da Umbila, utilizada pelo Mucavele.

4.2 Descrição das propriedades físicas e mecânicas das espécies identificadas

Segundo Bucur (1995), antes de testar a ressonância das madeiras para instrumentos musicais, os especialistas analisam várias propriedades físicas e mecânicas básicas para medir a resistência máxima e o esforço limite de cada espécie.

No caso particular das marimbas, onde as teclas e baquetas são responsáveis pela produção do som, importa referir as características físicas e mecânicas das madeiras utilizadas, indicando as potencialidades de cada uma e definindo uma selecção mais apurada. Entretanto, as espécies identificadas para teclas e baquetas possuem excelentes qualidades e propriedades, como mostram os resultados da tabela 3, sendo, portanto usadas com sucesso no fabrico das marimbas moçambicanas.

Tabela 3. Propriedades físicas e mecânicas das espécies utilizadas para teclas e baquetas

Espécies	Propriedades físicas				Propriedades mecânicas			
	Db (g/cm ³)	Contração (%)			Flexão dinâmica			
		R	T	V	MOEd (N/mm ²)	CR (Kgm/cm ²)	CD	W (kgf/cm ²)
Acácia	1.09	3.69	6.92	10.10	-	0.70	0.81	-
Cimbire	0.75	0.32	0.36	12.80	-	0.43	0.54	-
Jambire	0.80	0.20	0.32	9.9	-	0.43	0.62	-
Mogno	0.45	3.80	5.80	-	9800	0.21	0.57	1.31
Mueso	0.65	0.13	0.18	7.3	-	0.19	0.44	-
Mussonge	-	-	-	-	-	-	-	-

Mwenje	1.150	2	-	-	-	0.85	0.99	-
Nyamassiane	-	-	-	-	-	-	-	-
Pau-Preto	1.152	0,18	0,31	8,8	-	0,77	0.80	-
Pinho	0.46	-	-	-	-	-	-	-
Umbila	0.60	0.13	0.21	6.4	-	0.31	0.60	-

Fonte: Bunster, 1995; <http://www.thewoodexplorerdatabase.htm>;

Db – densidade básica; R – radial; T – tangencial; V – volumétrica; MOEd – módulo de elasticidade dinâmico; CR – coeficiente de resiliência; CD – cota dinâmica; W – trabalho mecânico; (-) valores não identificados.

Durante a pesquisa não foi possível descrever as propriedades físicas e mecânicas das madeiras de Mussonge e Nyamassiane, isto porque essas ainda não foram devidamente estudadas.

A tabela 4 ilustra os critérios de qualificação das propriedades da madeira.

Tabela 4. Os critérios de qualificação das propriedades da madeira

Propriedade	Valor	Classificação
Densidade (g/cm ³)	<0.50	Muito leve
	0.50-0.64	Leve
	0.65-0.79	Moderadamente pesada
	0.80-0.95	Pesada
	> 0.95	Muito pesada
Coeficiente de resiliência (kgm/cm ²)	<0.4	Pouco resistente ao choque
	0.4-1	Resistente ao choque
	>1.0	Muito resistente ao choque
Cota dinâmica	0.2-0.8	Muito frágil (quebradiça)
	0.8-1.2	Moderadamente frágil
	≥ 2	Pouco frágil (resiliente)
Retracção volumétrica total (%)	<10	Pouco retráctil (fraca)
	10-15	Medianamente retráctil (média)
	15	Muito retráctil (forte)

Fonte: Bunster, 1995; <http://www.demad.estv.ipv.pt>

4.3 Identificação de espécies madeireiras utilizadas em outras partes do mundo

As espécies madeireiras tradicionalmente utilizadas para fazer teclas e baquetas em outras partes do mundo estão apresentadas na tabela 5. Na tabela 6 estão ilustradas as propriedades físicas e mecânicas das espécies madeireiras identificadas.

Tabela 5. Espécies madeireiras usadas para teclas e baquetas em outras partes do mundo

País	Principais componentes da marimba	
	Teclas	Baquetas
Brasil	Ipê (<i>Tabebuia serratifolia</i>)	Angelim (<i>Dinizia excelsa</i>)
	Jacarandá-da-Bahia (<i>Dalbergia nigra</i>)	Bétula (<i>Bétula sp</i>)
	Jacarandá-do-Pará (<i>Dalbergia sprucena</i>)	Fresno (<i>Fraxinus sp</i>)
	Mogno (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Hickory (<i>Carya spp</i>)
	Pau-Rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>)	Pau-Marfim (<i>Balfourodendron riedelianum</i>)
	Wenge (<i>Millettia laurentii</i>)	
Guatemala	Granadilho (<i>Dalbergia cubilquitzensis</i>)	Fresno (<i>Fraxinus sp</i>)
	Jacarandá-de-Honduras (<i>Dalbergia stevensonii</i>)	Hickory (<i>Carya spp</i>)
	Padauk (<i>Pterocarpus soyauxii</i>)	Maple (<i>Acer sp</i>)
		Pau-marfim
México	Jacarandá-do-Pará (<i>Dalbergia sprucena</i>)	Carvalho branco (<i>Quercus spp</i>)
	Jacarandá-de-Honduras (<i>Dalbergia stevensonii</i>)	Hickory (<i>Carya spp</i>)
	Granadilho (<i>Dalbergia cubilquitzensis</i>)	Maple (<i>Acer sp</i>)
Nicarágua	Jacarandá-de-Honduras (<i>Dalbergia stevensonii</i>)	Bétula (<i>Bétula sp</i>)
	Granadilho (<i>Dalbergia cubilquitzensis</i>)	Fresno (<i>Fraxinus sp</i>)
	Merbau (<i>Intsia bijuga</i>)	Hickory (<i>Carya spp</i>)
	Wenge (<i>Millettia laurentii</i>)	

Fonte: <http://www.botanicalsocietyofamerica.inc/woodforsound>; Slooten e Souza, 1993; <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira>.

Durante a pesquisa observou-se que a Mwenje para além de ser a madeira tradicionalmente utilizada em Moçambique, é igualmente usada em África do sul e Zimbabwe para fazer teclas de marimba.

Tabela 6. Propriedades físicas e mecânicas das espécies madeireiras identificadas

Espécies	Propriedades físicas				Propriedades mecânicas			
	Db (g/cm ³)	Contração (%)			Flexão dinâmica			
		R	T	V	MOEd (N/mm ²)	CR (Kgm/cm ²)	CD	W (kgf/cm ²)
Angelim	1.02	-	-	-	16 300	0.82	0.97	5.20
Bétula	0.73	5.30	7.80	14.20	13 859	-	-	-
Carvalho branco	0.68	5.30	9.60	18.90	12 273	-	-	-
Fresno	0.70	5.20	8.30	14	11 977	-	-	-
Granadilho	0.94	2.70	3.50	6.50		-	-	-
Hickory	0,80	7.80	11	17.90	15 600	0.99	1.02	5.44
Jacarandá-do-Honduras	0.88	-	-	-	10100	-	-	-
Ipê	0.89	4.70	6.30	10.10	12 500	1.01	1	6.45
Jacarandá-da-Bahia	0,87	4	10.20	-	11 400	-	-	-
Jacarandá-do-Pará	1,05	2.90	4.60	-	12 900	-	-	-
Maple	0.63	4.90	9.50	14.90	11 410	-	-	-
Merbau	0.83	1.30	4.60	7.80	15 440	-	-	-
Mogno	0.75	3.20	5.10	8.60	-	0.21	0.57	1.31
Padauk	0.80	3	5	8	16 880	-	-	-
Pau-Marfim	0,73	4,90	9,60	15,40	-	1,06	1,51	6,70
Pau-Rosa	0,98	4	6	11	13 500	-	-	-
Wenge	0,78	3,10	5,80	-	9300	0,40	0,74	-

Fonte: <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira>.

Db – densidade básica; R – radial; T – tangencial; V – volumétrica; MOEd – módulo de elasticidade dinâmico; CR – coeficiente de resiliência; CD – cota dinâmica; W – trabalho mecânico; (-) valores não identificados

4.4 Análise comparativa das propriedades das espécies moçambicanas com as outras

Todas as espécies tradicionalmente usadas para fazer teclas e baquetas de marimbas possuem excelentes propriedades, que as permitem ser usadas para este fim.

De acordo com Bork (1995), para teclas de marimbas utilizam-se madeiras duras, muito densas, com alto módulo de elasticidade e com alta resistência ao impacto. Para as teclas, uma vez que não se identificou os módulos de elasticidade dinâmico para a maioria das espécies moçambicanas, considerou-se apenas a densidade e resistência ao impacto como parâmetros de comparação. Para as baquetas considerou-se a resistência ao impacto.

De um modo geral, para teclas de marimbas, o Pau-Preto, Mwenje, Jacarandá-do-Pará e Pau-Rosa satisfazem melhor os requisitos definidos por Bork (1995). Entretanto, em termos de densidade o Pau-Preto e Mwenje tendem a ter um decaimento do som mais lento (maior sustentabilidade do som), uma velocidade de propagação do som mais rápida e maior facilidade de transmissão da vibração acústica comparativamente ao Pau-Rosa, pois segundo Holz (1996) essas características acústicas melhor se observam em espécies tropicais de densidade muito elevada.

O Jacandá-do-Pará tem a desvantagem de ser muito temperamental, podendo se rachar facilmente e conseqüentemente desafinar o instrumento com muita facilidade, esta característica dificilmente se observa com o Pau-Preto e Mwenje. No entanto, foram identificadas algumas espécies madeireiras no laboratório de madeira, não citadas pelos fabricantes, que se apresentam na tabela 7 (Anexo 3). Estas espécies se enquadram no mesmo intervalo de densidade (muito pesada) que o Pau-Preto e Mwenje, e se propõe que sejam testadas na fase posterior da pesquisa, podendo permitir aumentar o leque de espécies madeireiras para fazer teclas e baquetas de marimbas.

Em relação à resistência ao impacto o Ipê é a madeira com maior resistência ao impacto em relação a todas as espécies apresentadas nas tabelas 3 e 6, mas por causa da sua densidade não tem resultados acústicos tão satisfatórios como o Pau-Preto e Mwenje.

Madeiras aptas para choques e vibrações situam-se no intervalo de 0.8-1.2 de cota dinâmica (www.demad.estv.ipv.pt). O Pau-Preto e Mwenje se encontram neste intervalo tendo, portanto uma dupla vantagem, isto é, para além de serem extremamente sonoras, também são resistentes ao impacto. Isto justifica o facto da Mwenje ser a madeira mais

usada pelos fabricantes entrevistados. Embora o Pau-Preto seja pouco usado por alguns fabricantes, as suas propriedades tecnológicas demonstram ser uma excelente madeira para fazer teclas de marimbas, além da Mwenje.

Outras madeiras como Granadilho, Jacarandá-da-Bahia, Merbau, Padauk e Jacarandá-do-Honduras, que segundo a classificação de Bunster (1995) se enquadram na classe de madeiras pesadas, também podem obter bons resultados quando usadas. Já as madeiras moçambicanas como Mogno, Mueso e Umbila que se enquadram nas classes de madeiras leves e muito leves, conforme a tabela 4, embora produzam um som leve e agradável, são menos resistentes ao desgaste do impacto, podendo se rachar facilmente e desafinar o instrumento musical constantemente. Neste caso deve-se evitar o seu uso.

Em relação às baquetas, a resistência ao impacto é o parâmetro mais usado para seleccionar às madeiras para este fim (www.ibama.gov.br). As espécies tradicionalmente utilizadas em outras partes do mundo têm maior resistência ao impacto em relação às espécies usadas em Moçambique, conforme mostram os resultados das tabelas 3 e 6.

O Pau-Marfim é a madeira com maior resistência ao impacto em relação às madeiras moçambicanas identificadas e ao Hickory que é considerada madeira padrão na América Central. A Acácia enquadra-se no intervalo 0.8-1.2 de cota dinâmica, e pode ser usada para fazer baquetas sem quebrar com facilidade, o mesmo se pode dizer para o Hichory, embora esta seja mais resistente que a Acácia. Não se aconselha a usar a Umbila para fazer baquetas porque é pouco resistente ao impacto (quebradiça) e as baquetas ao percutirem as teclas podem facilmente se quebrar.

Madeiras como Pau-Marfim com cota dinâmica igual ou superior a 1.2 são aptas para choques violentos (www.demad.estv.ipv.pt).

Portanto, as espécies usadas para marimbas estão entre as melhores. Elas são conhecidas como a “elite das madeiras”, acusticamente são superiores a qualquer outro material do qual se tenha conhecimento, o que não só justifica sua utilização nas marimbas como também em diversos instrumentos musicais, como violino, guitarras, batuques e outros.

V. CONCLUSÃO

- Nas províncias seleccionadas foram identificadas 22 espécies madeireiras, dentre as quais a maior parte é tradicionalmente utilizada pelos fabricantes para fazer marimbas.
- Todas essas madeiras são geralmente de fácil obtenção, sendo que alguns fabricantes obtêm as madeiras comprando-as no mercado já serradas, outros preferem cortar directamente na floresta ou encomendam a alguém.
- A Mwenje é a madeira tradicionalmente mais utilizada pelos fabricantes entrevistados, para fazer teclas de marimbas, mas devido a sua raridade nos dias de hoje, os fabricantes seleccionam madeiras alternativas em caso desta não se encontrar disponível, tendo cada um uma razão específica para tal preferência.
- A madeira mais utilizada para fazer baquetas é a Acácia, mas observou-se que algumas madeiras usadas para fazer teclas de marimba podem igualmente ser usadas para fazer baquetas, como é o caso da Umbila, embora não seja recomendável o seu uso para este fim.
- As espécies nativas moçambicanas identificadas têm qualidade e propriedades desejáveis para serem usadas com sucesso no fabrico de teclas e baquetas de marimbas, com excepção de Mussonge e Nyamassiane que ainda não foram devidamente estudadas.
- As espécies madeireiras utilizadas tradicionalmente em outras partes do mundo para fazer teclas e baquetas, também estão entre as melhores.
- Da análise comparativa das propriedades das espécies moçambicanas com as outras observou-se que o Pau-Preto e Mwenje são as melhores madeiras para fazer teclas de marimbas, tanto em termos acústicos quanto a resistência ao impacto e que o Pau-Marfim, embora seja do Brasil mostrou ser a melhor madeira para fazer as baquetas.

VI. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se que os fabricantes de instrumentos musicais tradicionais em colaboração com os engenheiros florestais especialistas em Tecnologia de Madeira e os físicos que melhor entendem as propriedades acústicas, identifiquem mais madeiras nativas, a nível nacional, que ainda não foram utilizadas para o fabrico de instrumentos musicais e testem as suas propriedades físicas, mecânicas e acústicas, permitindo avaliar a potencialidade de cada madeira e seleccioná-las de acordo com o tipo de instrumento.

- Após a identificação e descrição das propriedades das espécies nativas moçambicanas aptas para o fabrico de diversos instrumentos musicais, recomenda-se que essa informação seja documentada e divulgada, como forma de elucidar melhor os resultados, prestigiar, valorizar e promover as nossas madeiras e fazer um uso mais racional das mesmas.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, M. M. de. Como Preparar Trabalhos para Cursos de Pós-Graduação – Noções Práticas. São Paulo: Atlas, 2002. 51p

Barlow C. Y.. 1997. Materials selection for musical instruments. *Proceedings of the Institute of Acoustics* 19: 69-78. Disponível em: <<http://www.botanicalsocietyofamerica.inc/woodforsound>>. Acessado em 7/9/2008 às 9h

Bork I.. 1995. Practical tuning of xylophone bars and resonators. *Applied Acoustics* 46: 103-127.[CrossRef][ISI].

Bucur, Voichita. Acoustics of Wood. CRC Press. 1995. 284p.

Burger, L. M.; Richter, H. G. Anatomia da Madeira. São Paulo: Nobel, 1991. 155p.

Carrasco, E. V. M.; Azevedo Júnior, A. P. Avaliação não-destrutiva de propriedades mecânicas de madeiras através de ultra-som – fundamentos físicos e resultados experimentais. *Engenharia Civil*, Guimarães, Portugal, v. 1, n. 16, p. 27-37, 2003.

Evans, J. L. W.; Senft, J. F e Green, D. W. (2000). Juvenile Wood Effect in Red Alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. *Forest products journal*, v.50, n.718. 75-87p.

Gilbert, A. The steel string guitar. Canberra: ANU Forestry, 1999. Disponível em: <<http://sres.anu.edu.au/associated/ftp/nwfp/guitarsteel/guitar.html>>. Acessado em 20/08/2008 às 15:00h

Kollman, F. F. P. e Cotê Jr., W. A. Principles of Wood science and technology. Berlin: Springer – Verlag, 1968. 279p

Holz D. 1996. Acoustically important properties of xylophone-bar materials: can tropical woods be replaced by European species? *Acústica/Acta acústica* 82: 878-884. Disponível em: <<http://www.botanicalsocietyofamerica.inc/woodforsound>>. Acessado em 30 de Setembro de 2008.

Lutero, Martinho. As Marimbas. 1980. 39p. – Documento fotocopiado, ARPAC

Melo, J. E. Madeira: Característica e aplicações. Brasília: Laboratório de Produtos Florestais/IBAMA, 2002.

Moreschi, J.C. Propriedades tecnológicas da madeira. Manual didáctico, UFPR, 169p., 2005.

Sloane, I. Classic guitar construction. New York: E.P. Dutton & Co., 1973.

Slooten, H. J. van der; Souza, M. R. de. Avaliação das espécies madeireiras da Amazônia selecionadas para manufatura de instrumentos musicais. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1993.

Souza, M. R. de. Classificação de madeiras para instrumentos musicais. Brasília: IBDF / DEL / LPF, 1983. 21p.

Wegst U. G. K. 1996. *The mechanical performance of natural materials. Ph.D. thesis* University of Cambridge, Cambridge, UK.

Wengert, G. Drying wood for musical instruments. Montrose, PA: Woodweb, 1998.

<http://www.woodweb.com/knowledge_base/Drying_wood_for_musical_instruments.html>. Acessado em 20/08/2008 às 15:30h.

Wood Handbook. 1999. *Wood handbook: wood as an engineering material* General Technical Report 113. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, USA.

Outras fontes de informação:

Durão, Eduardo. Entrevista, 6 de junho de 2008

Mbande, Venâncio. Entrevista, 29 de Agosto de 2008

Mucavele, Lukas. Entrevista, 12 de Junho de 2008

Munaca. Entrevista, 23 de Julho de 2008

Paulo. Entrevista, 29 de Agosto de 2008

Tunzine. Entrevista, 30 de Agosto de 2008

<http://www.demad.estv.ipv.pt/12-12-2008/14:00h>

<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/13-05-2008/15:00h>

<http://www.macua.blogs.com/htm/9-08-2008/10:30h>

<http://www.naturlink.com/árvoreemusica.htm/15-03-2008/11:30h>

<http://www.violamineira.blogspot.com/htm/8-08-2008/10:00h>

<http://www.thewoodexplorerdatabase.htm/20-12-2008/13:00h>

VIII. GLOSSÁRIO

Coeficiente de resiliência – coeficiente calculado a partir do trabalho mecânico necessário para romper um corpo de prova mediante a aplicação de um choque.

Cordofone – instrumento cujo som é produzido pela vibração de uma corda tensionada (engloba todos os instrumentos de cordas friccionadas, dedilhadas e percutidas).

Cota dinâmica – coeficiente entre o coeficiente de resiliência e o quadrado da densidade do corpo de prova.

Idiofone – instrumento cujo som é produzido pelo próprio corpo do instrumento, isto é, é o próprio corpo do instrumento que vibra para produzir o som, sem a necessidade de nenhuma tensão.

Instrumento de percussão – instrumento musical cujo som é obtido através da percussão (impacto), raspagem ou agitação, com ou sem auxílio de baquetas.

Timbre – propriedade que nos permite distinguir os sons. Quando se está a reproduzir os diferentes sons que nos rodeiam, nota-se uma distinção uns dos outros.

IX. ANEXOS

Anexo 1

Tabela 1. Instrumentos musicais feitos com madeiras nativas moçambicanas a partir os fabricantes.

Fabricante	Tipo de instrumento	Espécie madeireira		
		Nome comercial	Nome científico	
Durão	Chigovia	Massala	<i>Strychnos spinosa</i> Lam	
	Mussenguela	Massala	<i>Strychnos spinosa</i> Lam	
	Marimba	Mafureira		<i>Trichilia emética</i> Forsk
		Massala		<i>Strychnos spinosa</i> Lam
		Mwenje		<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Thunb
		Pinho		<i>Pinus sp</i>
		Umbila		<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.
Mucavele	Chitende	Mafureira	<i>Trichilia emética</i> Forsk	
	Marimba	Cimbire		<i>Androstachys jonhsonii</i> Prain
		Jambire		<i>Millettia stuhlmanii</i> Taub
		Mafureira		<i>Trichilia emética</i> Forsk
		Massala		<i>Strychnos spinosa</i> Lam
		Mwenje		<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Thunb
		Pinho		<i>Pinus sp</i>
		Umbila		<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.
	Mbira	Pinho		<i>Pinus sp</i>
	Umbila		<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.	
Munaca	Chitente	Massala	<i>Strychnos spinosa</i>	
		Mafureira	<i>Trichilia emética</i> Forsk	
	Marimba	Chanfuta		<i>Azelia quansesis</i> Welw
		Massala		<i>Strychnos spinosa</i> Lam
		Mwenje		<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Thunb
		Panga-panga		<i>Millettia stuhlmanii</i> Taub
		Pau-preto		<i>Dalbergia melanoxylon</i>
		Umbila		<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.

Utilização de Madeiras Nativas Moçambicanas na Produção de Instrumentos Musicais

Paulo	Batuque	Muvangazi	<i>Albizia versicolor</i> Welw
	Chitende	Tsumbi	<i>Brachylaena discolor</i>
		Massala	<i>Strychnos spinosa</i> Lam
	Mutchatcho	Nditchoane	-
	Marimba	Infulete	<i>Celtis africana</i> Burm
		Insaba	<i>Bridelia micrantha</i> Hochst
		Mafureira	<i>Trichilia emética</i> Forsk
		Mwenje	<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Thunb
		Musonje	<i>Rinorea elliptica</i> Oliv
		Ndari	<i>Fragellaria guineensis</i> Schumach
		Nyamassiane	<i>Ozoroa obovata</i> Oliv
		Pinho	<i>Pinus sp</i>
Siringa	<i>Melia azedarach</i> L		
Venâncio	Batuque	Muvangazi	<i>Albizia versicolor</i> Welw
		Ntingari	<i>Albizia sp</i>
	Marimba	Insaba	<i>Bridelia micrantha</i> Hochst
		Nyamassiane	<i>Ozoroa obovata</i> Oliv
		Mafureira	<i>Trichilia emética</i> Forsk
		Massala	<i>Strychnos espinosa</i> Lam
		Mueso	<i>Albizia adianthifolia</i> Schumach
		Musonje	<i>Rinorea elliptica</i> Oliv
		Mwenje	<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Thunb
Ndari	<i>Fragellaria guineensis</i> Schumach		
Tunzine	Marimba	Mafureira	<i>Trichilia emética</i> Forsk
		Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King
		Munzani	-
		Mwenje	<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Thunb

(-) espécies não identificadas

Anexo 2

Inquérito – questionário

Parte I

Nome: _____

Tipo de instrumento que fabrica/usa? _____

Parte II

I. Identificação das espécies madeireiras

1.1 Que madeiras (espécies) utiliza para o fabrico de instrumentos musicais moçambicanos?

1.2 Se é músico que tipo de madeira prefere que seja utilizada para fabricá-lo(s)?

1.3 Que madeiras são usadas para o fabrico das marimbas?

1.4 O que faz com que prefira essa(s) espécie(s) de madeira? Facilidade de trabalhar com ela, peso, textura, resistência, cor, desenho ou propriedades acústicas (qualidade do som produzido)?

1.5 Das várias espécies, quais são as 3 mais preferidas por si para fabricar marimbas? E para outros instrumentos musicais?

1.6 Que espécies usa para as diferentes partes da marimba?

1.7 Faz algum pré-tratamento da madeira antes de utilizá-la? (secagem, pintura, impregnação).

II. Aquisição da(s) madeira(s)

2.1 Qual é a proveniência das madeiras usadas para o fabrico dos instrumentos musicais? (província, localidade)

2.2 É fácil obter a madeira que precisa?

2.3 Como adquire? Compra no mercado, encomenda a alguém, ou vai cortá-la na floresta?

2.4 Qual é o preço de compra?

2.5 Compra em toro ou já serrado?

2.6 Qual é o preço que tem pago?

2.7 O preço está a mudar com o tempo?

Anexo 3

Tabela 7. Espécies madeireiras propostas a serem testadas para fase posterior da pesquisa

Espécies		Densidade básica (g/cm ³)	CR (Kgm/cm ²)	CD
Nome científico	Nome comum			
<i>Acácia nigrescens</i> Oliv	Micaia	1.040	-	-
<i>Amblygonocarpus obtusangulus</i> Welw	Mutiria	1.133	-	-
<i>Berchemia zeyheri</i> Sond	Pau-Rosa	1,115	-	-
<i>Chrysophyllum natalense</i> Sond	Nuebe	1.038	-	-
<i>Cleistanthus holtzii</i> Pax	Nacuva	1.054	-	-
<i>Combretum imberbe</i> Wawra	Mondzo	1.198	-	-
<i>Combretum mole</i> R.	Chinama	1.462	-	-
<i>Spirostachys africana</i> Sond	Sândalo	0.955	-	-

(-) valores não identificados