

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

CLAUDIO LUIZ DE OLIVEIRA FILHO

MADEIRAS AMAZÔNICAS PARA PRODUÇÃO DE TACOS DE BEISEBOL

Dissertação de Mestrado

Manaus

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

CLAUDIO LUIZ DE OLIVEIRA FILHO

MADEIRAS AMAZÔNICAS PARA PRODUÇÃO DE TACOS DE BEISEBOL

Dissertação de Mestrado do Programa
de Pós-Graduação em Ciências
Florestais e Ambientais –
PPGCIFA/UFAM.

Orientador: Nabor da Silveira Pio, Dr.

Manaus

2015

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48m Oliveira Filho, Cláudio Luiz de
Madeiras amazônicas para produção de tacos de beisebol /
Cláudio Luiz de Oliveira Filho. 2015
115 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Nabor da Silveira Pio
Coorientador: Claudete Catanhede do Nascimento
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Madeira. 2. Beisebol. 3. Amazônia . 4. Tropical. 5. Tacos. I. Pio,
Nabor da Silveira II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CLAUDIO LUIZ DE OLIVEIRA FILHO

MADEIRAS AMAZÔNICAS PARA PRODUÇÃO DE TACOS DE BEISEBOL

Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais, para a obtenção do título de mestre em Ciências Florestais e Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias.

Banca examinadora:

Professor Doutor Nabor da Silveira Pio – UFAM

Professor Doutor Bazílio Frasco Vianez – INPA

Professora Doutora Karla Mazarelo Maciel Pacheco - UFAM

Manaus, 19 de junho de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Karen Lumi, minha companheira na vida e nos estudos, a qual sempre acreditou no poder seguir em frente apesar das dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares pela força de me fazer acreditar que tudo é possível. Ao meu orientador, Professor Doutor Nabor da Silveira Pio, que teve coragem de acreditar no tema do meu trabalho e a minha coorientadora, Professora Doutora Claudete Catanhede, a qual foi fundamental para a realização deste trabalho. A Mil Madeiras Preciosas Ltda., representadas pelos senhores João Cruz, Marcos Antônio Silva de Souza e Bruno Rodrigues Oliveira, os quais foram solícitos a ajudar da melhor forma possível. E aos amigos do Departamento de Design & Expressão Gráfica/FT e do LEAM/INPA.

“Nem tudo o que pode ser contado conta, e
nem tudo o que conta pode ser contado.”

Albert Einstein

RESUMO

A proposta do trabalho foi avaliar espécies de madeiras amazônicas com potencial tecnológico para a confecção de taco de beisebol. Usou-se como parâmetro propriedades fundamentais das madeiras inerentes ao produto. Primeiramente criou-se um banco de dados com todas as espécies catalogadas tecnologicamente, inclusive com as espécies americanas próprias para tacos de beisebol. Tendo em vista a grande variedade de espécies amazônicas, o método utilizou três etapas a fim de peneirar os dados. Iniciou-se com a análise multivariada, a qual determinou 4 grupos por similaridade. Destes grupos selecionou-se aqueles que haviam espécies amazônicas junto com outras espécies utilizada para tacos de beisebol (*Acer saccharum*, *Fraxinus americana*, *Betula alleghaniensis* e *Patagonula americana*). Posteriormente, fez-se uma cruzamento das espécies pertencentes aos grupos selecionados com a lista de madeiras exploradas comercialmente. Da interseção do cruzamento eliminou-se todas as espécies com classificação de grã diferente do tipo direita. Por conseguinte, restaram apenas três espécies – *Endopleura uxi*, *Qualea paraensis* e *Roupala montana*, das quais as duas últimas foram selecionadas para a confecção de protótipos, já que a primeira apresentou características desfavoráveis no processo de secagem. Os protótipos foram avaliados por jogadores amadores da seleção do Amazonas adulto e *master*. Das espécies amazônicas, a *Qualea paraensis* foi a que obteve o melhor resultado, tendo sua massa final igual a 838g a 12,9% de teor de umidade, similar aos os tacos originais - o que demonstra sua qualidade, uma vez que o fator massa tem grande influência na qualificação do produto.

Palavras-chave:

madeira – beisebol – Amazônia – tropical – tacos

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate species of woods from Amazonia forest with technological potential for making baseball bats. For this, it was used as a parameter fundamental properties of wood inherent in the product. First was created a database with all the technology described species, including the very American species to baseball bats. Given the wide variety of species from Amazonia forest , the method used three steps in order to sift through the data. It began with the multivariate analysis, which determined 4 groups by similarity. These groups was selected those who had species from Amozonia forest along with other species used for baseball bats (*Acer saccharum*, *Fraxinus americana*, *Betula alleghaniensis* and *American Patagonula*). Later, the species from the selected groups were compared to the list of commercially exploited woods. Crossing intersection removed all species with different grain classification then straight grain type. Therefore, there were only three species - *Endopleura uxi*, *Qualea paraensis* and *Roupala montana*, the last two of which have been selected for making prototypes, since the first unfavorable characteristics presented in the drying process. The prototypes were evaluated by amateur players from adult and master Amazonas selection team. From all species from Amazonia forest, the *Qualea paraensis* was the one that had the best result, with its final mass of 838g to 12.9% moisture content, similar to the original baseball bats - which demonstrates its quality, since the mass factor It has great influence on product qualification.

Keywords:

wood - baseball - Amazonia - tropical – baseball bats

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Taco atingindo na área de transição. Disponível em < http://www.cbssports.com/mlb/eye-on-baseball/20646495/gif-hunter-pences-3-hits-in-1 > Acesso em 15 mar.2014. Alterado.....	20
Figura 2. Sentido da bola e taco antes da colisão e abaixo depois da colisão.....	22
Figura 3. Dependência das propriedades de resistência em função do ângulo da grã, em relação à direção axial do corpo de prova.....	33
Figura 4: Poros difusos e em anel. Disponível em:< http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/Macroscopia.pdf > Descarregado em: 11 jan.2014.....	34
Figura 5: Separação dos anéis de crescimento. Disponível em: < www.woodbat.org/woodbat.pdf > Descarregado em: 05 jan. 2013.....	34
Figura 6: Deflexão do taco. Disponível em:< http://www.reddit.com/r/baseball/comments/1iyc1p/never_noticed_how_much_wood_bats_flex/ > Acesso em: 10 mai 2014.....	37
Figura 7: Divisão das partes do taco de beisebol.....	46
Figura 8: Da direita para esquerda: maçaneta oval, retangular e estreitado. Disponível em:< http://www.lvbatworks.com/bats101.html > Acesso em 8 de jul.2013.....	46
Figura 9: Da esquerda para direita, perfis côncavo graduado, convexo graduado e côncavo acentuado. Disponível em:< http://www.lvbatworks.com/bats101.html > Acesso em 8 de jul.2013.....	47
Figura 10: Da esquerda para direita, barril cilíndrico e estreitado. Disponível em:< http://www.lvbatworks.com/bats101.html > Acesso em 8 de jul.2013.....	48
Figura 11: Extremidade cavada. Disponível em:< http://planetbaseball.weebly.com/bats.html > Acesso em: 07 jan 2014.....	48
Figura 12: Tacos coloridos e com área livre de tinta nas espécies Acer saccharum.....	49
Figura 13: Madeira doada pela Mil Madeiras Preciosas Ltda.....	52
Figura 14: Conformação da peça em 1000mm de comprimento.....	53
Figura 15: Peça plainada.....	53
Figura 16: Peça no processo de desengrosso.....	54
Figura 17: Serra circular com inclinação de 45°.....	54
Figura 18: 2/3 da madeira em formato cilíndrico e 1/3 octogonal.....	55
Figura 19: Taco C271 original demarcado com fita de desenho.....	56
Figura 20: Medição das seções transversais com o auxílio do paquímetro.....	56
Figura 21: Demarcação das seções transversais.....	57
Figura 22: Demarcação do contorno da seção transversal.....	57
Figura 23: Criação dos canais conforme a profundidade das seções.....	58

Figura 24: Torneamento da maçaneta para o barril.....	59
Figura 25: Modelo original usado para conferência e sobra de 25mm na extremidade do taco torneado.....	59
Figura 26: Rotação manual para cavar a cabeça do taco.....	60
Figura 27: Taco original C271 ao centro e suas cópias em madeira tropical.	60
Figura 28: Materiais para descaracterização.....	62
Figura 29: Tacos finalizados e prontos para o teste. O primeiro em Roupala-montana pintada pela metade em preto brilhante, o segundo em Qualea paraensis pintado pela metade em preto fosco.....	63
Figura 30: Atletas amadores de beisebol realizando o exercício de “softoss”.	64
Figura 31: Amostras das 3 madeiras selecionadas.....	79
Figura 32: Face transversal de Uxi(Endopleura uchi) com fendas.....	80
Figura 33: Mandioqueira(Qualea paraensis) quebrada no suporte com o torno.....	81
Figura 34: Cavacos pontiagudos de Louro-faia.....	82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre velocidade do "swing" e velocidade da bola rebatida.....	25
Tabela 2: Relação entre massa do taco e velocidade da bola rebatida.....	26
Tabela 3: Propriedades e seus tipos.....	27
Tabela 4: Densidade aparente a 12% . Dados da USDA, 2012.....	29
Tabela 5: Comparação das propriedades entre as 3 espécies americanas.....	45
Tabela 6: Agrupamentos - quantidade de membros absoluto e porcentagem.....	67
Tabela 7: Média e desvio padrão das variáveis.....	68
Tabela 8: Espécies do agrupamento 01 por nome científico.....	72
Tabela 9: Agrupamento 02.....	76
Tabela 10: Lista gerada a partir do cruzamento de espécies dos grupos 01 e 02 com a lista de espécies disponíveis pela empresa Mil Madeiras preciosas Ltda.....	78
Tabela 11: Seleção final das espécies pela grã direita.....	79
Tabela 12: Espécies x massa em gramas.....	83
Tabela 13: Espécies e suas identificações.....	83
Tabela 14: Comparação entre massa e densidade entre as espécies.....	85
Tabela 15: Calculo de valor unitário da peça de caibro com base em preço médio do m ³	86
Tabela 16: Valor em porcentagem do custo do caibro por preço do taco.....	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Relação do teor de umidade X condição de secagem. (MORESCHI,2012).....	28
Quadro 2: fatores de anisotropia e respectivas classes de qualidade da madeira(MORESCHI, 2012)	31
Quadro 3: Fator anisotrópico de contração das madeiras americanas.....	31
Quadro 4: Propriedades mecânicas x densidade verde e seca da White Ash(Fraxinus americana) (USDA,2010).....	40
Quadro 5: Encolhimento em porcentagem conforme o teor de umidade da White Ash (Fraxinus americana) (USDA,2010).....	40
Quadro 6: Propriedades mecânicas x densidade verde e seca da Sugar Maple (Acer saccharum) (USDA,2010).....	42
Quadro 7: Encolhimento em porcentagem conforme o teor de umidade da Sugar Maple (Acer saccharum) (USDA,2010).....	42
Quadro 8: Propriedades mecânicas x densidade verde e seca da Yellow Birch (Betula alleghaniensis) (USDA,2010).....	44
Quadro 9: Encolhimento em porcentagem conforme o teor de umidade da Yellow Birch (Betula alleghaniensis)(USDA,2010).....	44
Quadro 10: Lista por nome vulgar das espécies comercializadas pela Mil Madeiras Preciosas e seu valor em reais para madeira serrada.....	112

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	16
1.1.PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.2.FRASE NORTEADORA.....	18
1.3.JUSTIFICATIVA	18
1.4.OBJETIVOS.....	19
1.4.1.Objetivo geral.....	19
1.4.2.Objetivos específicos.....	19
2.REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1.O USO DOS TACOS DE BEISEBOL.....	20
2.1.1.A bola de beisebol.....	20
2.1.2.O taco	21
2.2.PROPRIEDADES DA MADEIRA PARA TACOS DE BEISEBOL.....	26
2.2.1.Densidade(massa específica).....	27
2.2.2.Densidade aparente (massa específica aparente)	28
2.2.3.Densidade aparente básica (massa específica básica).....	28
2.2.4.Densidade ideal para tacos de beisebol.....	29
2.2.5.Anisotropia.....	30
2.2.6.Grã.....	32
2.2.7.Tipos de poros.....	34
2.2.8.Elasticidade e plasticidade.....	35
2.2.9.Módulo de elasticidade.....	36
2.2.10.Módulo de ruptura	37
2.2.11.Dureza.....	38
2.3.AS MADEIRAS AMERICANAS PRÓPRIAS PARA BEISEBOL.....	39
2.3.1. White Ash	39
2.3.1.1.Trabalhabilidade da White Ash(Fraxinus americana).....	39
2.3.1.2.Durabilidade.....	39
2.3.1.3.Produutos.....	39
2.3.1.4.Propriedades mecânicas da White Ash (Fraxinus americana).....	39
2.3.1.5.Relação de contração x secagem da White Ash(Fraxinus americana).....	40

2.3.2.Sugar Maple.....	41
2.3.2.1. Trabalhabilidade da Sugar Maple(<i>Acer saccharum</i>).....	41
2.3.2.2.Durabilidade.....	41
2.3.2.3.Produtos.....	41
2.3.2.4.Propriedades mecânicas da Sugar Maple (<i>Acer saccharum</i>).....	42
2.3.2.5.Relação de contração x secagem da Sugar Maple (<i>Acer saccharum</i>).....	42
2.3.3.Yellow Birch.....	43
2.3.3.1. Trabalhabilidade da Yellow Birch(<i>Betula alleghaniensis</i>).....	43
2.3.3.2.Durabilidade.....	43
2.3.3.3.Produtos.....	43
2.3.3.4.Propriedades mecânicas da Yellow Birch(<i>Betula alleghaniensis</i>).....	44
2.3.3.5.Relação de contração x secagem da Yellow Birch(<i>Betula alleghaniensis</i>).....	44
2.4.MORFOLOGIA E NORMAS PARA TACOS DE BEISEBOL.....	45
2.4.1.Taco de beisebol e suas partes.....	45
2.4.2.Material e dimensões.....	48
2.4.2.1.Taco cavado.....	48
2.4.2.2.Auxílio à empunhadura.....	49
2.4.2.3.Tacos com aplicação de cor.....	49
2.4.2.4.Teste da gota de nanquim.....	49
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1.FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	50
3.2.AGRUPAMENTO - ANÁLISE MULTIVARIADA.....	50
3.3.SELEÇÃO DAS ESPÉCIES AMAZÔNICAS.....	51
3.4.COLETA DAS AMOSTRAS.....	51
3.5.PRODUÇÃO DOS PROTÓTIPOS.....	52
3.6.AVALIAÇÃO DOS PROTÓTIPOS.....	63
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.1.AGRUPAMENTO	65
4.2.SELEÇÃO DAS ESPÉCIES.....	76
4.2.1.Espécies comerciais.....	76
4.2.2.Grã direita.....	78
4.2.3.Seleção final.....	79
4.3.PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS.....	80
4.4.AVALIAÇÃO DOS PROTÓTIPOS.....	83

4.4.1. Teste com os jogadores.....	83
4.4.2. Diferença de massa.....	84
4.5. CUSTO UNITÁRIO DA MATÉRIA-PRIMA.....	85
CONCLUSÃO.....	88
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	89
OBRAS CONSULTADAS.....	93
APÊNDICE A.....	95
APÊNDICE B.....	107
APÊNDICE C.....	109
APÊNDICE D.....	111
APÊNDICE E.....	112

1. INTRODUÇÃO

A madeira, segundo Lima (2006,p.86), é o material mais antigo utilizado pelo homem, sendo até hoje explorada pela facilidade de obtenção, e pela flexibilidade com que permite ser trabalhada. Sua aplicabilidade extrapola o campo da engenharia, podendo ser aplicada em mobiliário, decoração, revestimento e outros produtos. Sua baixa densidade, se comparada a outros materiais, em relação a sua resistência, apresenta condições ideais de uso para diversos fins. Essas mesmas características também se tornaram fundamentais no surgimento de diversos equipamentos desportivos antes das descobertas de outros materiais que viriam a revolucionar os desportos.

Muitos equipamentos esportivos surgiram com sua composição principal feita de madeira. Desses podemos citar, por exemplo: tacos de críquete, cróquete, hóquei no gelo, hóquei sobre a grama, pólo, beisebol, *hurley*, bastões de *la crosses*, raquetes de tênis, tênis de mesa, *badminton*, *squash*, frescobol e outros. Com o surgimento de novas tecnologias, a madeira foi gradativamente sendo substituída por materiais mais leves e de resistência igual, ou superior (MIRACLE;DONALDSON, 2001).

Apesar de toda tecnologia em materiais disponíveis, o beisebol profissional utiliza apenas tacos de madeira maciça, pois o material é determinado e regulamentado por questões de segurança na prática do desporto de alto rendimento (CAINE et al., 2012).

1.1. PROBLEMATIZAÇÃO

Contudo, segundo Walker (2010), a madeira mais utilizada para tacos beisebol profissional e amador - White Ash (*Fraxinus americana*)- corre grande risco. A floresta da Pensilvânia, como também de diversos estados americanos que fornecem a madeira encontram-se em quarentena, devido a uma espécie de inseto invasor - *Agrilus Planipennis*, vulgarmente conhecido como Besouro-esmeralda. Oriundo da Ásia, o inseto ataca apenas árvores da espécie *Fraxinus spp*, tornando-se uma praga perigosa, pois além de não possuir predador natural, não há tratamento para a árvore. O protocolo exigido é a derrubada da árvore e o descarte da madeira, a qual deve ser triturada antes. Os principais estados fornecedores da *Fraxinus americana* - Pensilvânia, Nova

lorque e Virgínia do Oeste - encontra-se em quarentena, além de mais 18 estados. Outros 26 estados americanos apresentam ambiente sustentável para a proliferação da praga.

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA,2011) há aproximadamente 7,5 bilhões de árvores da espécie *Fraxinus spp*, destas já morreram 40 milhões por conta do Besouro-esmeralda. Estima-se que os danos chegam a 20 bilhões de dólares em trabalho e recursos naturais. Em 2007, constatou-se que se o inseto alcançar certa parte do estado da Pensilvânia, o suprimento de *Fraxinus americana* pode diminuir consideravelmente. Portanto, o inseto asiático não somente coloca em risco empresas de tacos beisebol, mas também o passa-tempo preferido dos americanos.

Outro problema enfrentado pela indústria de tacos de beisebol é tendências que os tacos feitos de Sugar Maple (*Acer saccharum*), a segunda espécie mais utilizada, tende a romper em múltiplos fragmentos. Segundo Ruggierou (2012), dados coletados em laboratório e em campo, demonstram que o taco de *Acer saccharum* tende a apresentar 3 vezes mais ocorrências de falhas em *múltiplos pedaços*¹ de que os tacos de *Fraxinus americana*, oferecendo mais risco aos jogadores, árbitros e o público. Por tal razão, a liga norte-americana principal de beisebol (*Major League Baseball/MLB*) alterou as normas referentes ao tacos de beisebol. Entretanto, antes que esta questão fosse notada, em 2008, Barry Bond (jogador profissional da MLB) já havia popularizado a *Acer saccharum* ao superar o recorde de *homeruns*² na temporada de 2001 (KRETSCHMANN,2010).

1 A falha ou quebra em múltiplos fragmentos é considerado quando o taco, além de rachar, se divide em 2 ou mais pedaços.

2 Classificação para a rebatida na qual a bola é projetada para fora do campo de jogo, garantido no mínimo 1 ponto e no máximo 4.

1.2. FRASE NORTEADORA

Há, pelo menos, mais de um tipo de madeira na floresta amazônica adequada para produção de tacos de beisebol.

1.3. JUSTIFICATIVA

Segundo Loureiro(2000) no Brasil existe uma diversidade notável de madeiras. Só o INPA , por exemplo, possui cerca de 3.000 espécies catalogadas e 350 com estudos tecnológicos realizados. O que de fato demonstra que há grande probabilidade de se encontrar espécies madeireiras com propriedade próximas ou iguais as madeiras originais de tacos de beisebol. Além disso, acredita-se que não exista pesquisa específica para este tipo de equipamento desportivo de madeira no Brasil, uma vez que a maioria está voltada para mobiliário, construção civil, peças decorativas, instrumentos musicais, extrativos, papel e celulose.

Acredita-se que a aquisição de tacos de beisebol tende a crescer e como consequência outras espécies serão testadas para sua introdução no portfólio de madeiras próprias para a confecção do produto (RUGGIEROU et al.,2012). Tal fato será catalizado pela a ameaça do Besouro-esmeralda a *Fraxinus americana*. Atualmente já há uma empresa norte-americana, a South Bat , que apresenta como diferencial competitivo de mercado tacos feitos da madeira argentina: Guayaibi (*Patagoluna amaricana*). Toda produção é feita no país portenho e exportada para o Estados Unidos (SOUTHBAT USA,2013).

Além do mais, economicamente, acredita-se que haja mercado para a produção de tacos de novas espécies. A South Bat, por exemplo, vem crescendo no mercado infato-juvenil, universitário e nas ligas menores. A maior marca fabricante de tacos de beisebol, a Hilerich & Bradsby, que produz o taco mais popular, o Louisville Slugger, vendia 185.000 unidades por anos para a liga americana, a MLB e seus 26 times. Os valores são de 2 décadas atrás, sendo assim, estima-se que hoje, com 30 equipes na liga, a empresa venda 214.000 unidades por ano (WILL et al.,1990). Valores que não consideram as unidades vendidas para o público amador e para as ligas menores. Empresas

de menor porte em geral costumam vender entre 20.000 e 35.000 tacos por ano.

Por fim, levando-se em consideração diversos fatos relacionados ao beisebol nacional, o taco de madeira amazônica pode se tornar não só um produto de exportação, mas, futuramente, de consumo interno.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

Avaliar espécies de madeiras amazônicas com potencial tecnológico para a confecção de taco de beisebol.

1.4.2. Objetivos específicos

- Agrupar as madeiras amazônicas e americanas – mais próprias para tacos de beisebol - com base nas propriedades tecnológicas compatíveis com o produto da pesquisa;
- Identificar quais madeiras amazônicas agrupadas com as americanas são comercializadas e sua frequência para exploração;
- Desenvolver um protótipo de taco de beisebol feito com mais de uma madeira amazônica;

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O USO DOS TACOS DE BEISEBOL

Para que se possa compreender os requisitos das madeiras utilizadas na fabricação de tacos de beisebol, é necessário compreender antes o contexto no qual o objeto está inserido, suas peculiaridades e forma de utilização.

2.1.1. A bola de beisebol

É importante, antes de falarmos dos tacos, caracterizar a bola de beisebol, pois esta tem relação direta com o taco e irá justificar a necessidade de alta resistência ao impacto do objeto de estudo. Segundo a MBL (2013,p.6) a bola deve ser esférica, feita a partir de um núcleo de cortiça, borracha ou material similar, enrolados por camadas de barbante e, por fim, cobertas por duas peças de couro costuradas. O peso não deve ser inferior 141g nem superior a 170g e a circunferência entre 28,86 e 31,40cm.



Figura 1: Taco atingindo na área de transição. Disponível em <<http://www.cbssports.com/mlb/eye-on-baseball/20646495/gif-hunter-pences-3-hits-in-1>> Acesso em 15 mar.2014. Alterado.

Sendo assim, trata-se de um corpo de massa com média de 155g, sendo lançado no máximo a 146 km/h (RUSSELL,2008), o qual, conforme a figura 1, quando acerta a área de transição - entre o cabo e barril(pintado de preto), é capaz de romper o taco.

2.1.2. O taco

O taco é o equipamento utilizado pelo jogador para rebater a bola o mais longe, de preferência para fora do estádio, imprimindo à bola rebatida a maior velocidade possível. Para tal finalidade ele executa o *swing*, nome dado na língua inglesa ao movimento de rebatida própria do beisebol, o qual é caracterizado pelo o movimento de rotação conduzindo o taco de cima para baixo, utilizando os braços, quadril e pernas. O movimento pode conferir ao taco uma velocidade de até 77 km/h. Russell (2008), afirma que velocidade do *swing* influencia na velocidade da bola rebatida.

Tal afirmação se dá por meio da conservação linear do momento (CLM), a qual neste caso é aplicado aos casos de colisão. No sistema de colisão entre taco e bola, a CLM ,ou conservação da quantidade de movimento, define que a soma do momento inicial deve ser igual a soma do momento final. Sendo assim, a equação da CLM entre taco e bola será (WALKER,2010):

$$(m_b \cdot v_b + m_T \cdot v_T)_{inicial} = (m_b \cdot v_b + m_T \cdot v_T)_{final}$$

Equação 1

Onde:

- m_b é massa da bola;
- m_T é massa do taco;
- v_b é velocidade da bola;
- v_T é velocidade do taco;

Na figura 2 o jogador (na parte de acima) encontra-se no momento inicial entre a colisão do taco e a bola, no qual a velocidade inicial da bola ($V_{b\text{ inicial}}$) é negativa, pois tem sentido oposto ao sistema. Já o jogador no segundo momento da figura 2 encontra-se no momento final da colisão, no qual taco e bola seguem o mesmo sentido do sistema.



Figura 2. Sentido da bola e taco antes da colisão e abaixo depois da colisão.

Considerando que o objetivo do rebatedor seja impulsionar a bola o mais longe possível, independente de direção, a velocidade final da bola (v_b *final*) precisa ser a maior possível. Assumindo que a bola e o taco têm a massa constante antes e depois da colisão, a equação pode ser expressa da seguinte forma:

$$V_b \text{ final} = v_b \text{ inicial} + \frac{m_T}{m_b} (V_T \text{ inicial} - v_T \text{ final})$$

Equação 2

Se o objetivo é impulsionar a bola mais longe, logo a velocidade final da bola (V_b *final*) dever ser incrementada o quanto for possível. Segundo Walker (2010) quanto mais veloz o arremessador lançar a bola, mais forte será a rebatida. Contudo, a única variável que o rebatedor pode controlar é a

velocidade da rebatida (*swing*) e a massa do taco (escolha do jogador), respectivamente, v_T inicial e m_T . Após o contato, a velocidade do taco diminui, porém não muda a direção, sendo assim, desde que v_T inicial $>$ v_T final $>$ 0, a razão entre m_T e m_b será multiplicada por uma constante positiva. Portanto, conforme a equação 2, essa razão deve ser aumentada para que a velocidade da bola rebatida (v_b final) seja maior, logo o numerador deve ser aumentado. No caso da equação 2 o numerador ao qual nos referimos é a m_T (massa do taco). Conclui-se então que tacos com maior massa irão imprimir maior velocidade final a bola.

Walker (2010), contudo, afirma que o uso da equação 2 seria errônea, pois ainda há a variável v_T final, a qual deve ser “retirada” da equação, e para tal, a resposta seria o coeficiente de restituição (COR). O COR trata da colisão elástica entre dois objetos, no caso estudado a bola e o taco, é dado pela razão da equação 3:

$$e = \frac{v_T \text{ final} - v_b \text{ final}}{v_b \text{ inicial} - v_T \text{ inicial}}$$

Equação 3

Um COR elevado significa que a bola ressaltará do taco mais fortemente. Por exemplo, um COR de 0.55 (quando a bola colide com taco) significa que a bola ressaltará do taco com um pouco mais da metade de sua velocidade inicial. É possível descrever uma fórmula para a aplicação do coeficiente de restituição no choque entre dois corpos, independente da elasticidade do mesmo, da seguinte forma:

$$v_b \text{ final} = \frac{Q + m_T \cdot e (v_T \text{ inicial} - v_b \text{ inicial})}{m_b + m_T} \quad e$$

$$v_T \text{ final} = \frac{Q + m_b \cdot e (v_b \text{ inicial} - v_T \text{ inicial})}{m_b + m_T}$$

Equação 4

Onde,

- $Q = m_b \times v_{b \text{ inicial}} + m_T \times v_{T \text{ inicial}}$, é a quantidade de movimento/momento linear do sistema (conservado), no caso dado em função das velocidades escalares dos objetos antes do impacto.

Essa fórmula pode ser deduzida a partir da solução de um sistema de equações, sendo a primeira a lei da conservação do momento linear do sistema (equação 1) e a segunda a definição do coeficiente de restituição (equação 3).

Realizando o sistema e isolando a variável $v_{b \text{ final}}$ chega-se a seguinte equação:

$$v_{b \text{ final}} = \frac{m_b \cdot v_{b \text{ inicial}} + m_T \cdot v_{T \text{ inicial}} + m_T \cdot C \cdot (v_{T \text{ inicial}} - v_{b \text{ inicial}})}{m_T + m_b}$$

Equação 5

Observado a equação 5, percebe-se que ao incrementarmos a variável $v_{T \text{ inicial}}$ teremos um numerador maior, pois tanto o segundo e o terceiro termos serão incrementados. Quanto maior o numerador, maior será a $v_{b \text{ final}}$. Assim como $v_{T \text{ inicial}}$, a massa do taco, a qual é constante, também incrementa o segundo e o terceiro termo.

Com base nessas informações Russell (2008) desenhou um experimento onde fosse possível isolar as variáveis massa do taco e velocidade do *swing* e determinar qual têm mais relevância na velocidade final da bola.

Primeiramente ele testou a velocidade do *swing*, mantendo a mesma velocidade de lançamento e massa constante para os tacos e bolas (tabela 1).

Velocidade só "swing"	Velocidade da bola rebatida
9,2 m/s	27,7 m/s
12,1m/s	30,7 m/s
15,3 m/s	34,0 m/s
18,3 m/s	37,4 m/s
21,4 m/s	40,8 m/s

Tabela 1: Relação entre velocidade do "swing" e velocidade da bola rebatida.

Nota-se, segundo Russell (2008), que dobrando da velocidade do "swing", há um incremento de 9,7m/s na velocidade final da bola rebatida.

Contudo, Russell (2008) afirma que a massa do taco também influencia na velocidade da bola rebatida, o que foi demonstrado na equação 5. Para tal conduziu, nos mesmo moldes, um experimento correlacionado a variação da massa do taco com a velocidade da bola rebatida, mantendo a massa da bola e as velocidades de arremesso e *swing* constantes. Conforme a tabela 2, nota-se que também há uma relação direta, porém o incremento da velocidade da bola rebatida quando dobrada o valor da massa do taco é de apenas 5,3 m/s, inferior ao incremento obtido na relação velocidade de *swing* x velocidade da bola rebatida (9,7m/s). Ou seja, ao se duplicar a velocidade de *swing*, a velocidade da bola rebatida aumentou 35%. Já ao duplicar a massa do taco, o incremento da velocidade da bola rebatida foi de apenas 17%.

Massa do taco	Velocidade da bola rebatida
0,570kg	30,6m/s
0,710kg	32,6m/s
0,850kg	34,0 m/s
0,990kg	35,1 m/s
1,140kg	35,9 m/s

Tabela 2: Relação entre massa do taco e velocidade da bola rebatida.

Apesar da massa do taco ter influência direta na velocidade final da bola rebatida, esta porém tem uma relação inversa em relação a velocidade do “*swing*”. Quanto maior for a massa do taco, maior o seu peso, o qual influencia na capacidade do rebatedor imprimir uma maior aceleração na rebatida e por consequência uma maior velocidade inicial do taco. Tais aspectos criam uma dualidade, pois os tacos de beisebol devem ser o mais leve possíveis dentro da medida que não reduzam em demasia sua massa, o que compromete a resistência do taco.

2.2. PROPRIEDADES DA MADEIRA PARA TACOS DE BEISEBOL

Segundo Walker (2010), as qualidades inerentes aos tacos de beisebol são observadas dentro das propriedades físicas e mecânicas da madeira, dá mesma forma a empresa Rock Bats (2006) determina em nota técnica que as propriedades iniciais a serem utilizadas para uma avaliação das espécies são: densidade específica, módulo de elasticidade (MOE), módulo de ruptura (MOR) e dureza.

Contudo, segundo Moreschi (2012), as propriedades anatômicas (grã e tipos de poros) também podem influenciar nas propriedades mecânicas. Em

razão disso, há se explorar outras propriedades, as quais se apresentam listadas na tabela 3.

PROPRIEDADES	TIPOS
PROPRIEDADES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade; • Anisotropia;
PROPRIEDADES ANATÔMICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Grã; • Tipos de poros;
PROPRIEDADE MECÂNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de elasticidade(MOE); • Módulo de ruptura(MOR); • Dureza

Tabela 3: Propriedades e seus tipos.

2.2.1. Densidade (massa específica)

Moreschi (2012) afirma que a densidade é umas das propriedade mais importantes da madeira, pois esta tem relação de influência em demais propriedades físicas e tecnológicas. Sendo assim, serve como base na classificação da madeira.

Em regra geral, madeiras pesadas são mais resistentes, elásticas e duras que as leves. Porém, em paralelo a estas vantagens, são de mais difícil trabalhabilidade e apresentam maior variabilidade.

O conhecimento da massa específica serve como uma informação útil sobre a qualidade e para a classificação de uma madeira (MORESCHI,2012,p.9).

A densidade φ é dada dada pela relação entre massa $m(g)$ e o volume V (cm^3), ou seja:

$$\varphi = \frac{m}{v} (g/cm^3)$$

Equação 6

2.2.2. Densidade aparente (massa específica aparente)

Quando determinamos a massa específica em um dado teor de umidade, dá-se o nome de massa específica aparente. Esses teores apresentam condições de secagem distintas (MORESCHI,2012,p.10), conforme o quadro abaixo:

Teor de umidade ³	Condições de secagem
0%	Madeira seca em estufa
12%	20°C e 65% de umidade relativa do ar
15%	Ocorre de forma espontânea em muitas situações geográficas do Brasil.

Quadro 1: Relação do teor de umidade X condição de secagem. (MORESCHI,2012)

Contudo a USDA (2012), costuma trabalhar com realizar seus experimentos com madeira de duas formas: uma é a madeira com teor de umidade à 12%, com condições de temperatura e umidade citadas no quadro acima. Outra forma é a madeira verde, normalmente cerrada recentemente, e que por isso apresentam seu teor de umidade acima de 30%, contendo água em seus lúmens e células. Em outras palavras apresentam suas paredes celulares completamente saturadas.

2.2.3. Densidade aparente básica (massa específica aparente básica)

Quando a climatização padronizada torna-se inviável e quando há a dificuldade de determinar com exatidão o volume da madeira a 0% de umidade, devido a adsorção imediata da umidade do ambiente assim que retirada da estufa, e deseja-se resultados mais preciso, usa-se massa específica aparente básica. Nada mais é do que o uso da equação 6, porém com a massa e o volume em teores de umidade diferentes: massa seca (teor

³ São teores de umidade aproximados.

de umidade 0%) e volume verde (teor de umidade acima de 28%). Apesar das qualidades em relação a massa específica aparente, seu uso é limitado:

A determinação da massa específica aparente básica permite sempre a reprodução de um valor constante, seguro e invariável, o que é de grande utilidade em estudos teóricos e comparações. Sua grande desvantagem é não encontrar utilidade prática alguma, por ter apenas valor científico (MORESCHI,2012,p.11).

2.2.4. Densidade ideal para tacos de beisebol

Não há uma definição específica sobre a densidade ideal de madeira para se fazer tacos. Contudo, as espécies utilizadas, todas folhosas, apresentam densidade aproximada, gerando um intervalo o qual seria o ideal.

Atualmente, espécies de madeiras mais populares na produção de tacos são o Freixo Americano (*Fraxinus americana*), o Bordo-Açucareiro (*Acer saccharum*) e o “Yellow Birch” (*Betula alleghaniensis*). Porém, durante anos, o Freixo Americano (*Fraxinus americana*) tem preferência pela alta resistência à flexão durante o impacto e pela densidade ideal para produzir formatos de tacos com o peso apropriado ao *swing* dos atletas (KRETSCHMANN; et al.,2010). Respectivamente essas madeiras apresentam densidade específica (tabela 4):

Espécie	Densidade aparente a 12%
<i>Fraxinus americana</i>	0,60
<i>Acer saccharum</i>	0,63
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,62

Tabela 4: Densidade aparente a 12% . Dados da USDA, 2012.

Portanto, acredita-se que a madeira amazônica ideal para tacos de beisebol tenha densidade aparente a 12% de teor de umidade entre: 0.60 a 0.63 g/cm³;

Contudo, segundo Kretschmann et al. (2010) a maioria dos tacos de beisebol para MLB vêm sendo produzidos em uma variação de densidade (12% de T.U) entre 0.5 e 0.75 g/cm³. Ou seja, na prática a variação de densidade é maior.

2.2.5. Anisotropia

A desigualdade de comportamento ou a diferença das propriedades entre os diferentes eixos de crescimento da madeira é fator importante na escolha da espécie. Quanto maior for a diferença entre os eixos, segundo MORESCHI(2012), a madeira será inapta, salvo exceções onde o uso não depende desse do fator anisotrópico. O cálculo do fator é expresso pela relação entre os movimentos lineares radial e tangencial, como:

- **A** de contração = β tangencial / β radial
- **A** de inchamento = α tangencial / α radial

Onde:

- “**A**” é o fator de anisotropia;
- β é valor de contração;
- α é valor de inchamento.

De forma geral o fator ideal de anisotropia seria igual a 1, o que indicaria que as alterações nos sentidos tangencial e radial seriam iguais. Na madeira, quanto maior o coeficiente entre as variações dimensionais nos sentidos anatômicos tangencial e radial, maior será o fator de anisotropia e, sendo assim, pior será o comportamento da madeira durante a secagem. No caso das madeiras para tacos de beisebol o fator deve estar entre 1,2 e 1,9; o que caracteriza a madeira como boa ou normal, segundo a tabela a 5:

FATOR A	QUALIDADE DA MADEIRA
1,2 a 1,5	-Madeiras consideradas excelentes - procuradas para usos que não permitem empenamentos, torções, etc. (janelas, móveis, instrumentos musicais, ...)
1,6 a 1,9	-Madeiras consideradas normais
> 2,0	-Madeiras de baixa qualidade - inapropriada para várias utilizações, mas algumas ainda de grande interesse comercial por reunirem outras propriedades desejadas

Quadro 2: fatores de anisotropia e respectivas classes de qualidade da madeira(MORESCHI, 2012)

Com base nos dados das USDA/FOREST SERVICE (2010), relativos à porcentagem de contração das madeiras americanas próprias para beisebol nos sentidos tangencial e radial, constatou-se que essas madeiras apresentavam o seguinte fatores de anisotropia (tabela 6):

Espécie	Fator anisotrópico de contração (β tangencial / β radial) a 0% de teor de umidade
<i>Fraxinus americana</i>	1,59
<i>Acer saccharum</i>	2,06
<i>Betula alleghaniensis</i>	1,30

Quadro 3: Fator anisotrópico de contração das madeiras americanas.(MORESCHI, 2012)

Logo, pode-se constatar que a espécie mais popular - *Fraxinus americana*- é considerada uma madeira normal conforme a classificação supracitada, já a *Betula alleghaniensis* a supera, sendo considerada como ótima. A *Acer saccharum*, apresenta índice elevado, o que a caracteriza como uma madeira de difícil secagem. O fato , visto de forma isolado, não significa que esta madeira não deva ser utilizada, porém deve-se ter atenção no processo de secagem, pois a espécie está sujeita a falhas de secagem como rachaduras, torções, empenamento, etc.

2.2.6. Grã

A grã é a orientação geral dos elementos verticais constituintes do lenho, em relação ao eixo da árvore. Tendo em vista que os tacos de beisebol requerem alta resistência mecânica e fácil usinagem, a única escolha é a grã direita ou reta.

Grã direita ou reta: Tipo de grã considerada normal, apresentando os tecidos axiais orientados paralelamente ao eixo principal do fuste da árvore ou de peças de madeira .

Este tipo de grã é apreciado na prática por contribuir para uma elevada resistência mecânica, ser de fácil desdobro e processamento e não provocar deformações indesejáveis por ocasião da secagem da madeira. Contudo, no ponto de vista decorativo as superfícies tangenciais e radiais da madeira se apresentarão com aspecto bastante regular e sem figuras ornamentais especiais (Ex. *Araucaria angustifolia*)(MORESCHI,2012,p.5).

Contudo, a grã direita ou reta por si só não é garantia de qualidade para os padrões profissionais. Na grã reta há de se considerar sua angulação, pois segundo Baumann *apud* Moreschi (2012), a angulação da grã afeta a resistência à tração, flexão e compressão(figura 3).

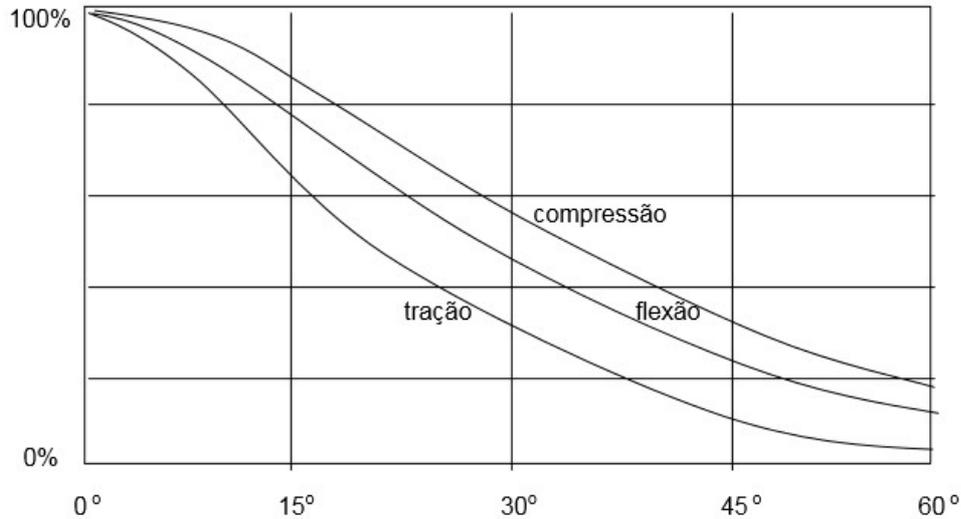


Figura 3. Dependência das propriedades de resistência em função do ângulo da grã, em relação à direção axial do corpo de prova. (MORESCHI, 2012)

Segundos os estudos realizados por Kretschmann et al (2010), sobre o desvio da grã em tacos de beisebol, há uma relação inversamente proporcional entre a inclinação do ângulo da grã e os Módulos de Elasticidade (MOE) e Ruptura (MOR); propriedade inerentes à resistência mecânica da madeira. Em estudos com *Fraxinus americana*, *Acer saccharum* e *Betula alleghaniensis* constatou-se no geral que o MOE e o MOR para todas as três espécies é reduzida conforme a inclinação do ângulo da grã aumenta. Em média, a redução máxima do MOE foi cerca de 20-25 % quando a inclinação do ângulo da grã foi igual 10°. Já no MOR a redução foi cerca de 25-30 % a um inclinação do ângulo da grã de 10° .

Com base nestes estudos a MLB implementou em 2009 limites na inclinação do ângulo da grã para a produção de tacos profissionais, determinando que o a inclinação da grã não deve ultrapassar 3° de angulação (DRANE et al,2012).

2.2.7. Tipos de poros

Ao se rebater, o contato do taco com a bola deve ser feito na face contrário onde há a marca ou rótulo do fabricante. Essa é uma forma de orientação para que o jogador use a face mais resistente do taco. Segundo Hernandez (2009), por mais de 100 anos a recomendação era de que o contato com a bola deveria ser feita na face radial. Isso porque a madeira mais utilizada, *Fraxinus americana*, a qual é uma espécie com poros em anel (figura 4), sofria ao longo do tempo a separação dos anéis de crescimento (figura 5) se a face tangencial fosse a face de contato.

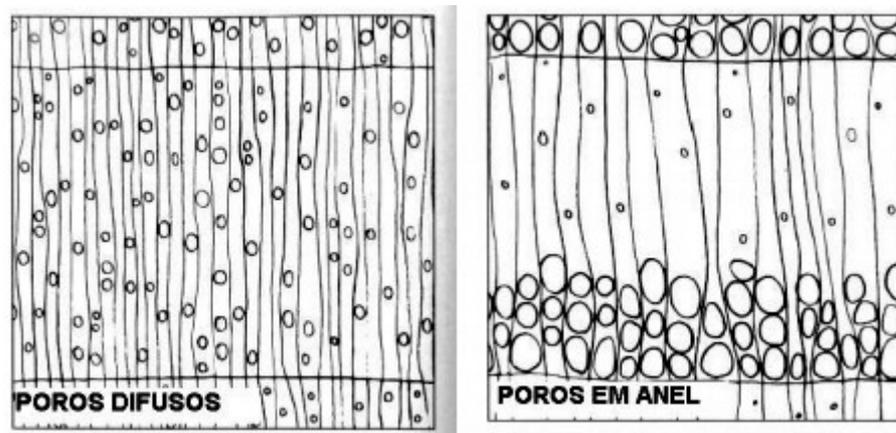


Figura 4: Poros difusos e em anel. Disponível em: <<http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/Macroscopia.pdf>>
> Descarregado em: 11 jan.2014.



Figura 5: Separação dos anéis de crescimento. Disponível em: <www.woodbat.org/woodbat.pdf> Descarregado em: 05 jan. 2013.

Contudo, a ciência da madeira já comprovou que a face tangencial tem maior resistência ao choque em comparação a face radial. Até mesmo para madeiras com poros anelares. Como as espécies *Acer saccharum* e *Betula alleghaniensis* têm seus poros difusos, a MLB requiriu em 2009 que os fabricantes rotulassem a face tangencial dos tacos feitos dessas espécies como a face de contato, pois é a face mais resistente e não sofre separação dos poros como as espécies com disposição anelar. Em relação a poros de anéis semicirculares, não há determinação para a orientação, contudo acredita-se que a mesma regra imposto ao tacos de poros anelares deve ser empregada no caso.

2.2.8. Elasticidade e plasticidade

A elasticidade é a propriedade que madeira tem de retornar a sua forma original após a interrupção de uma força aplicada sobre a própria madeira, força esta que causou a deformação inicial. A deformação elástica ocorre até o ponto do limite proporcional (LP) (gráfico 1). Nota-se que antes de chegar a LP há proporcionalidade entre a carga aplicada e a deformação do corpo-de-prova. Deste ponto em diante a deformidade deixa de ser elástica, perdendo linearidade e torna-se plástica, em outras palavras, a madeira não retorna mais a sua forma original, mesmo se a força for interrompida (MORESCHI,2012).

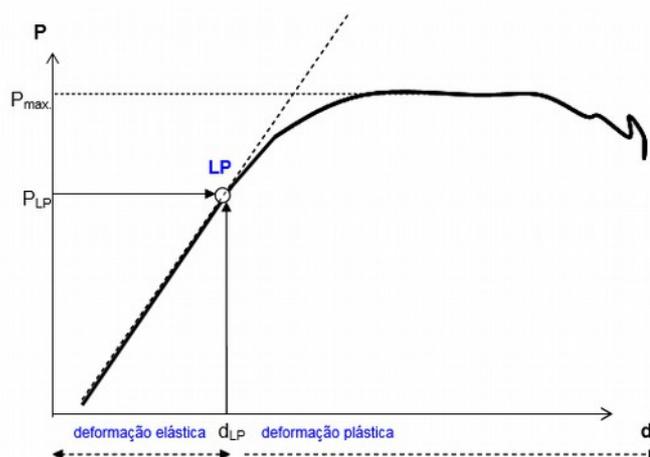


Gráfico 1: Típica relação carga/deformação para testes de flexão, tração e compressão(MORESCHI,2012).

2.2.9. Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade (MOE) determina, segundo Moreschi (2012), é a carga necessária para distender um corpo de 1cm² de área transversal, a uma distância igual a ao seu próprio comprimento. Na prática é impossível distender a madeira nessas proporções, sendo assim o MOE é um valor teórico utilizado para classificação das peças de madeira. O MOE pode ser expresso pela seguinte equação:

$$E = \frac{1}{\alpha D}$$

Equação 7

onde:

- E é o módulo de elasticidade(MPa);
- αD é coeficiente de deformação, que é a razão entre deformação relativa (Δ/l_0) [cm] e resistência ou tensão [Kp/cm², Kgf/cm², ou N/cm²].

Moreschi (2012) afirma que mesmo sem oferecer informações reais sobre o comportamento do material, de forma geral pode-se atribuir algumas relações entre o MOE e as características do material:

- Quanto maior o MOE, maior é a resistência da madeira;
- Quanto maior o MOE, menor será a deformação madeira;
- Quanto mais baixo o MOE, piores serão as qualidade do material para construções civis.

No beisebol o MOE serve para mensurar a rigidez da madeiras, propriedade importante a ser observada, pois apresenta uma relação com a deflexão dos tacos na colisão. A olho nu não é possível perceber, mas os tacos de beisebol deformam elasticamente. Imagens congeladas como a figura 6 revelam o momento da deformação, madeiras que apresentam alto valor em MOE irão resistir mais a esse tipo de deflexão. Nessa caso a melhor madeira seria aquela que apresenta o maior valor de MOE, porém no caso dos tacos de beisebol o MOE elevado tem relação com densidade elevada da madeira (Rock Bats, 2006).

Como já foi dito, a elevada densidade tem relação com propriedades mecânicas elevadas, contudo dificulta a aceleração do *swing*, fator que importante no sucesso de uma bola rebatida com sucesso.



Figura 6: Deflexão do taco. Disponível em: <http://www.reddit.com/r/baseball/comments/1iyc1p/never_noticed_how_much_wood_bats_flex/> Acesso em: 10 mai 2014.

2.2.10. Módulo de ruptura

O módulo de ruptura (MOR) especifica o estresse em unidade de pressão aplicado a um corpo até o limite da sua força antes da ruptura. Em termos práticos os valores obtidos servem mais como parâmetro de comparação entre as espécies (WOOD DATABASE, 2014).

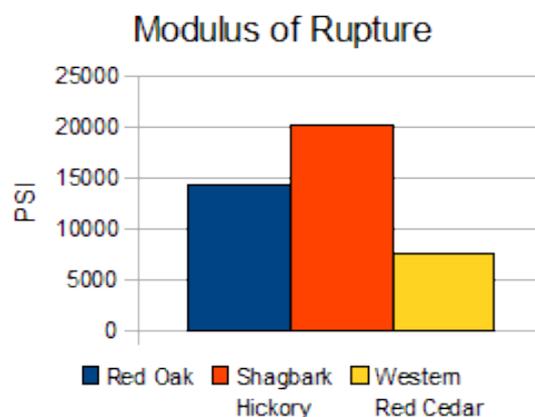


Gráfico 2: MOR. Disponível em: <<http://www.wood-database.com>> Acesso em 05 jan 2014.

No gráfico acima, por exemplo, observa-se que madeira de Shagbark Hickory é mais resistente a ruptura que as de Red Oak e Western Red Cedar, pois essa suporta após o limite de proporcionalidade até 20.000psi antes da sua ruptura. Já as demais, com 15.000psi e com 7.500psi, rompem com menos pressão. Logo, pode-se inferir que a madeira de Shagbark Hickory apresenta maior resistência a ruptura.

Para o beisebol o módulo de ruptura serve mais como parâmetro de comparação preliminar de resistência entre as espécies. A empresa Rock Bats (2006), em nota técnica, define o MOR como uma medida de estresse dada quando a madeira rompe por flexão estática. Uma carga é aplicada gradativamente a madeira, flexionando-a até sua ruptura. Contudo, no beisebol a carga aplicada no momento da colisão entre taco e bola é dinâmica.

2.2.11. Dureza

A dureza define de forma geral a resistência ao esmagamento das faces da madeira (USAD,2010). Tal propriedade é mensurada pelo teste Dureza Janka, o qual consiste em determinar o quanto de esforço é necessário para introduzir nas faces laterais e dos topos do corpo-de-prova, uma esfera de 1cm² de área de diâmetro, a uma profundidade igual a seu raio (MORESCHI,2012).

Esta propriedade é muito usada para comparar diferentes espécies de madeiras para piso. Já nos tacos de beisebol, quando a madeira sofre esmagamento ao rebater uma bola, há uma perda de energia durante a colisão. Esta energia perdida, relacionada ao esmagamento da face do taco, deixa de ser transferida para a bola (Rock Bats,2006), logo a bola tem sua velocidade após colisão reduzida.

2.3. AS MADEIRAS AMERICANAS PRÓPRIAS PARA BEISEBOL

Segundo Kretschmann, Bridwell e Nelson (2010), as madeiras americanas mais utilizadas para a produção de tacos de beisebol são:

- White Ash (*Fraxinus americana*);
- Sugar Maple (*Acer saccharum*);
- Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*).

Todas as três apresentam qualidades próprias, inerente aos tacos de beisebol e seu uso. Sendo assim, a análise destas espécies faz-se necessária para se ter noções de valores relacionados a propriedades citadas anteriormente.

2.3.1. White Ash

White Ash (*Fraxinus americana*), é uma espécie de madeira que se caracteriza anatomicamente por apresentar alburno de coloração marrom clara, enquanto o cerne é um marrom tendendo para o acinzentado. A largura do alburno varia entre 7,62 cm e 15,24 cm. Seus poros estão disposto em forma anelar, com o lenho tardio composto de parênquima que envolve e une os poros do lenho tardio em uma faixa tangencial (USDA FOREST SERVICE, 2010).

2.3.1.1. Trabalhabilidade da White Ash (*Fraxinus americana*)

Com grã reta, a *Fraxinus americana* apresenta alta resistência ao choque. Sua usinagem é boa e está acima da média na capacidade de segurar pregos e parafusos, além de ser moderadamente boa em relação a colagem (USDA FOREST SERVICE, 2010).

2.3.1.2. Durabilidade

Ligeiramente sem resistência à decomposição do cerne (USDA FOREST SERVICE, 2010).

2.3.1.3. Produtos

Tacos de beisebol, móveis não estofados, pavimento, marcenaria, ferramentas manuais (cabo), materiais esportivos, caixas e engradados (USDA FOREST SERVICE, 2010).

2.3.1.4. Propriedades mecânicas da White Ash (*Fraxinus americana*)

				Compressão				
	Densidade	MOE x10 ⁶ (lbf/in ²)	MOR (lbf/in ²)	Paralela as fibras	Perpendicular as fibras	TCM ⁴	Dureza (lbf)	Cisalha- mento (lbf/in ²)
Verde ⁵	0,55	1,44	9.600	3.990	670	15,7	960	1.350
Seca ⁶	0,60	1,74	15.000	7.410	1.160	16,6	1.320	1.910

Quadro 4: Propriedades mecânicas x densidade verde e seca da White Ash (*Fraxinus americana*) (USDA, 2010)

4 Trabalho máximo

5 Madeira serrada recentemente na qual as paredes celulares estão completamente saturadas com água e água adicional residindo nos lumes.

6 Teor de umidade a 12%

2.3.1.5. Relação de contração x secagem da White Ash (*Fraxinus americana*)

Tipo de contração	Porcentagem de contração		
	0% TU	6% TU	20% TU
Tangencial	7,8	6,2	2,6
Radial	4,9	3,8	1,6
Volumétrico	13,3	10,7	4,5

Quadro 5: Contração em porcentagem conforme o teor de umidade da White Ash (*Fraxinus americana*) (USDA,2010).

2.3.2. Sugar Maple

Sugar Maple (*Acer saccharum*), de forma geral cresce em torno de 36 m e chegam a diâmetros de 1 m. Em florestas de árvores adultas o tronco podem chegar até 18 m. O alburno é comumente branco com uma ligeira coloração marrom-avermelhada, com dimensões entre 7,6 a 12,7cm de espessura. Já o alburno também é ligeiramente marrom-avermelhado, mas as vezes considerado como marrom-avermelhado escuro.

Esta espécie de madeira tem uma textura boa e uniforme, fácil de tornear, resistente a abrasão. Mesmo sem característica de odor ou gosto, é tóxica, podendo causar dermatite, renite e asma. É pesada, forte, dura, rígida e resistente ao choque. Sua grã, de forma geral, é direta, porém pode apresentar olhos de pássaros e grã ondula. (USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.2.1. Trabalhabilidade da Sugar Maple (*Acer saccharum*)

A sugar maple tem boa para usinagem e apresentam alta capacidade de segurar pregos. Além disso absorve bem pigmentações e recebem bem o polimento, porém sua capacidade de colagem é média(USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.2.2. Durabilidade

Classificada como pouca resistente a decomposição do cerne(USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.2.3. Produtos

Madeira cerrada, dormentes, pasta de papel, pisos, móveis, paletes, caixas e engradados, puxadores, carretéis e bobinas, pistas de boliche, pistas de dança, quadros, piano, pinos de boliche e blocos de madeira para celulose(USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.2.4. Propriedades mecânicas da Sugar Maple (*Acer saccharum*)

	Densidade	MOE $\times 10^6$ (lbf/in ²)	MOR (lbf/in ²)	Compressão		TCM ⁷	Dureza (lbf)	Cisalhamento (lbf/in ²)
				Paralela as fibras	Perpendicular as fibras			
Verde ⁸	0,56	1,55	9.400	4.020	640	13,3	970	1.460
Seca ⁹	0,63	1,83	15.800	7.830	1.470	16,5	1.450	2.330

Quadro 6: Propriedades mecânicas x densidade verde e seca da Sugar Maple (*Acer saccharum*) (USDA,2010)

2.3.2.5. Relação de contração x secagem da Sugar Maple (*Acer saccharum*)

Tipo de contração	Porcentagem de contração		
	0% TU	6% TU	20% TU
Tangencial	9,9	7,6	3,2
Radial	4,8	3,9	1,6
Volumétrico	14,7	11,9	5,0

Quadro 7: Contração em porcentagem conforme o teor de umidade da Sugar Maple (*Acer saccharum*)(USDA,2010).

7 Trabalho máximo

8 Madeira serrada recentemente na qual as paredes celulares estão completamente saturadas com água e água adicional residindo nos lumes.

9 Teor de umidade a 12%

2.3.3. Yellow Birch

A Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*), de forma geral cresce em torno de 21,34 m e chegam a diâmetros de 61cm. Alburno é comumente branco, já o alburno é ligeiramente marrom-avermelhado.

Esta espécie de madeira tem uma textura boa e uniforme. Trabalhar essa madeira com ferramentas manuais é difícil, além de apresentar dificuldade para o processo de colagem. No entanto, ela é facilmente usinada com uso de máquinas (USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.3.1. Trabalhabilidade da Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*).

No geral a Yellow Birch tende a rachar durante a aplicação de pregos, contudo, caso haja sucesso na aplicação do prego, ela terá uma boa qualidade em segurá-lo(USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.3.2. Durabilidade

Classificada como pouca resistente a decomposição do cerne(USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.3.3. Produtos

Madeira cerrada e lâminas são comumente utilizadas para a produção de mobília. Também há produtos como cestas, caixas, acabamento de interiores, gaiolas e portas(USDA FOREST SERVICE,2010).

2.3.3.4. Propriedades mecânicas da Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*).

	Densidade	MOE x10 ⁶ (lbf/in ²)	MOR (lbf/in ²)	Compressão		TCM ¹⁰	Dureza (lbf)	Cisalhamento (lbf/in ²)
				Paralela as fibras	Perpendicular as fibras			
Verde ¹¹	0,55	1,50	8.300	3.380	430	16,1	780	11.100
Seca ¹²	0,62	2,01	16.600	8.170	970	20,8	1.260	1.880

Quadro 8: Propriedades mecânicas x densidade verde e seca da Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*)(USDA,2010)

2.3.3.5. Relação de contração x secagem da Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*)

Tipo de contração	Porcentagem de contração		
	0% TU	6% TU	20% TU
Tangencial	9,5	7,4	3,1
Radial	7,3	5,8	2,4
Volumétrico	16,8	13,4	5,6

Quadro 9: Contração em porcentagem conforme o teor de umidade da Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*)(USDA,2010).

¹⁰ Trabalho máximo

¹¹ Madeira serrada recentemente na qual as paredes celulares estão completamente saturadas com água e água adicional residindo nos lumes.

¹² Teor de umidade a 12%

Na tabela 13, apontou-se entre as espécies o melhor valor de cada propriedade, destacado-os em negrito. A White Ash (*Fraxinus americana*) é a que apresenta a melhor densidade. A Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*) além de apresenta a segunda melhor densidade é a primeira em MOE e MOR, mas é a última em dureza. A Sugar Maple (*Acer saccharum*) é melhor apenas em dureza.

Espécie	Densidade (12% TU)	MOE x10 ⁶ (lbf/in ²)	MOR(lbf/in ²)	Dureza Janka(lbf)
<i>Fraxinus americana</i>	0,60	1,74	16.000	1.320
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,62	2,01	16.600	1.260
<i>Acer saccharum</i>	0,63	1,83	15.800	1.450

Tabela 5: Comparação das propriedades entre as 3 espécies americanas.

Tendo em vista a proximidade dos valores das propriedades entre cada espécie, a questão levantada é se há igualdade estatisticamente.

2.4. MORFOLOGIA E NORMAS PARA TACOS DE BEISEBOL

Ao contrário do que se acreditam, para se produzir uma taco de madeira há de se seguir diversas recomendações, como as propriedades inerentes a madeira e ao desporto. Além disso há de se seguir normas, as quais delimitam as dimensões do produto.

2.4.1. Taco de beisebol e suas partes

Para se compreender melhor um produto a fim de reproduzi-lo ou redesenhá-lo, é necessário analisá-lo, compreendê-lo em partes (BONSIEPE, 1984). Assim pode-se descobrir funções secundárias importantes para o produto como um todo e sua função primária. Na figura 17 separou-se o taco em quatro partes essenciais (LEHIGH VALLEY BAT WORKS).

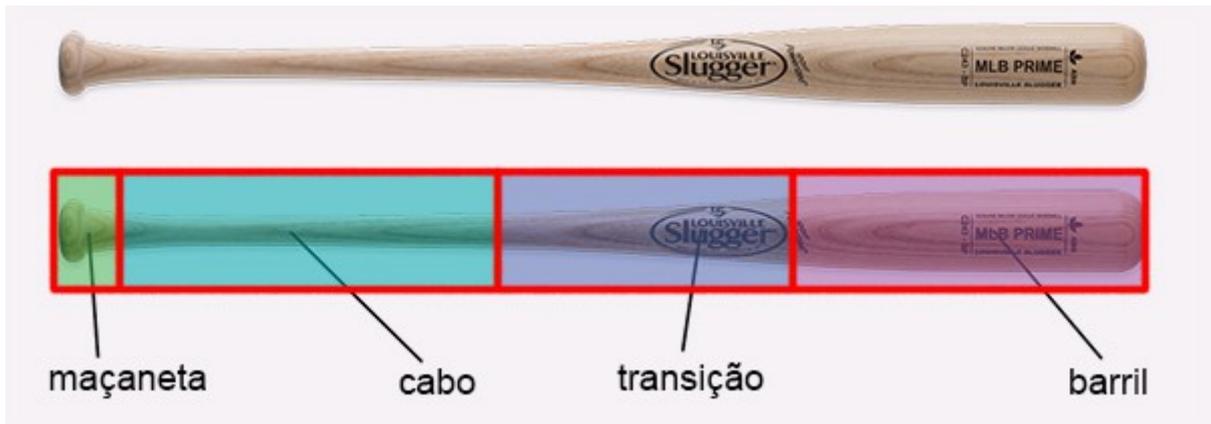


Figura 7: Divisão das partes do taco de beisebol.

Maçaneta – a ponta do cabo recebe esse nome pela semelhança com a maçaneta de uma porta. É de extrema importância ao final do *swing*, pois possibilita ao jogador reter o taco em mãos após o término do movimento. Devido a grande aceleração circular imprimida ao taco, sem a maçaneta seria impossível não deixar escapá-lo. Na figura 8 temos os perfis mais comuns de maçanetas dentre diversas existentes.



Figura 8: Da direita para esquerda: maçaneta oval, retangular e estreitada. Disponível em: <<http://www.lvbatworks.com/bats101.html>> Acesso em 8 de jul.2013.

Cabo – o cabo é a segunda parte do taco após a maçaneta, diferente desta, tem seu perfil igual durante toda seu comprimento, o qual costuma ser entre 406,4 até 457,2mm. É pelo cabo que se empunha o taco. Seu diâmetro deve ser adequado ao tamanho das mãos do jogador, proporcionando maior conforto e aderência.

Além disso o diâmetro do cabo influencia diretamente no centro de gravidade do taco. Um cabo mais grosso desloca o centro de gravidade (CG) para mais próximo da maçaneta, uma cabo mais fino desloca o CG para a

extremidade oposta. Quanto mais próximo o CG estiver da maçaneta, maior será o controle do taco e menor será a força de rebatida, e vice-versa.

Transição – é a parte ao fim do cabo onde o taco começa a aumentar seu diâmetro indo ao encontro do barril. É nesta parte que os fabricantes costumam estampar sua marca. Da mesma forma que o cabo, a transição também tem influência no CG. Quanto mais gradual for a transição do cabo para o barril, o CG é direcionado para a extremidade da maçaneta. Conforme a figura 9, último exemplo a direita, uma transição mais acentuada empurra o CG para o barril. Assim como a maçaneta, a transição pode ter qualquer forma de perfil. Além disso, o formato da transição pode afetar a parte inferior do barril, aumentando ou diminuindo o *sweet spot*¹³. Na figura 9 são demonstrados os perfis mais comuns.



Figura 9: Da esquerda para direita, perfis côncavo graduado, convexo graduado e côncavo acentuado. Disponível em: <<http://www.lvbatworks.com/bats101.html>>

Acesso em 8 de jul.2013.

Barril – é a área onde o jogador deve fazer o contato com a bola. Seu comprimento, diâmetro e formato influenciam diretamente nas dimensões do *sweet spot*. Os dois tipos de barris mais comuns são o cilíndrico e o estreitado (figura 10). O Estreitado geralmente tem um *sweet spot* menor e desloca o CG em direção à maçaneta, o que faz o controle do taco mais fácil em direção a zona de strike¹⁴.

A combinação correta entre a transição e o barril pode criar o taco ideal ao estilo do jogador.

13 Na física é chamado de centro-de-percussão, local onde a resultante das forças tem resultante zero no eixo pivotante, no caso do taco, o cabo (RUSSEL,2008).

14 Zona imaginária com altura entre o joelho e o ombro do rebatedor, passando sobre a base, na qual a bola deve ser lançada obrigatoriamente pelo arremessador (MLB,2012).



Figura 10: Da esquerda para direita, barril cilíndrico e estreitado. Disponível em: <<http://www.lvbatworks.com/bats101.html>> Acesso em 8 de jul.2013.

2.4.2. Material e dimensões

Segundo as norma 1.10 da MLB (2013) os tacos de beisebol devem atender limites de dimensões e formato.

- Formato do taco – não deve conter cantos vivos e deve ser feito a partir de uma única peça de madeira;
- Diâmetro máximo – não deve ultrapassar mais de 662mm;
- Comprimento máximo – não deve ultrapassar 1066,8mm;

2.4.2.1. Taco cavado

Conforme a figura 11, o taco pode ser cavado na extremidade do barril, o que permite o deslocamento do CG em direção a maçaneta. Contudo este entalhe deve ser côncavo é limitado a uma profundidade de 317mm e sua largura dever entre 25,4 e 50,8mm de diâmetro.



Figura 11: Extremidade cavada. Disponível em: <<http://planetbaseball.weebly.com/bats.html>> Acesso em: 07 jan 2014.

2.4.2.2. Auxílio à empunhadura

O uso de qualquer material ou substância que auxilie aderência da empunhadura é permitido, desde que não ultrapasse 457,2mm do cabo.

2.4.2.3. Tacos com aplicação de cor

Em regra, nenhum taco pintado pode ser utilizado em jogos oficiais, ao menos que seja aprovado pelo comitê de regras. Mas na prática, a maioria dos tacos recebem algum tipo de coloração conforma figura 12.

2.4.2.4. Teste da gota de nanquim

A espécie *Acer saccharum* não possui sua grã aparente à olho nu, o que dificulta a inspeção do desvio da grã conforme as regras de qualidade determinadas pela MLB. Desta forma, os tacos feitos de *Acer saccharum*, utilizados pelos profissionais, devem receber uma gota de nanquim em seus cabo, distando 30,40cm da maçaneta. Na figura 12, os tacos 2 e 3, feitos de *Acer saccharum* possuem uma área livre de pintura para receber teste de gota de nanquim.



Figura 12: Tacos coloridos e com área livre de tinta nas espécies *Acer saccharum*.

Percebe-se que produzir uma taco de beisebol requer diversos conhecimentos distintos, como o conhecimento das propriedades da matéria-prima, os requisitos do exigidos pelo jogo em si, as regras próprias do desporto em relação ao equipamento e a física aplicada ao design do produto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em 4 fases, dentre elas: agrupamento das espécies amazônicas, americanas e uma argentina, seleção das espécies amazônicas, produção e avaliação dos protótipos.

3.1. FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Nesta fase formou-se um banco de dados com base nos trabalhos já existentes no Laboratório de Engenharia de Artefato da Madeira (LEAM/INPA) com as propriedades tecnológicas de espécies de madeiras amazônicas pesquisadas pelas instituições de pesquisa INPA (1991) e IBAMA (1989) e das madeiras americanas pela USDA (2012). Ao todo foram 159 espécies amazônicas, 15 americanas e 1 argentina, esta com dados da empresa SOUTHBAT (2013) e da EMBRAPA (2004).

As variáveis de comparação para a realização dos agrupamento foram dadas pela densidade básica e os módulos de elasticidade e ruptura na flexão estática a 12% de teor de umidade, organizadas conforme o APÊNDICE A no programa *Calc*, do pacote *BrOffice*.

3.2. AGRUPAMENTO - ANÁLISE MULTIVARIADA

O banco de dados foi conferido (na busca de possíveis erros) e inserido no programa "R", tendo a coluna de nomes científicos suprimida, deixando a coluna de numeração responsável pela identificação das espécies. Segundo LINDEN (2014), o processo consiste em colocar em um mesmo grupo objetos que sejam similares de acordo com algum critério pré-determinado. No caso do banco de dados, os critérios foram as três características tecnológicas da madeira específicas para tacos de beisebol.

A distância métrica utilizada foi a Euclidiana ao quadrado (equação 8) e método de agrupamento foi K-means, assumindo K=4. Ou seja, a formação de quatro agrupamentos.

$$d(p, q) = d(q, p) = (p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + (p_3 - q_3)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2$$

Equação 8: Medida de distância euclidiana ao quadrado.

A análise ocorreu com na comparação das três variáveis sendo tomadas 2 a 2.

3.3. SELEÇÃO DAS ESPÉCIES AMAZÔNICAS

Das espécies amazônicas que foram agrupadas, por similaridade e separadas por dissimilaridade, em relação as características tecnológicas das espécies *Fraxinus americana*, *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis* e *Patagonula americana*, considerou-se outro fator de seleção – a disponibilidade comercial. Sendo assim, foi solicitado a Mil Madeiras Preciosas Ltda. dados sobre as espécies que a empresa explora. O objetivo foi identificar quais indivíduos nos agrupamentos estavam disponíveis comercialmente pela empresa, e assim, reduzir o número de espécies.

Tendo em vista que o tipo de grã tem grande influência na resistência da madeira, assim como o grau do seu desvio (item 2.2.6 página 32), observou-se que as madeiras para tacos de beisebol têm como requisito o uso de madeiras de grã direita. Desta forma este quesito também foi introduzido como forma de seleção. Madeiras de classificação como: grã direita a oblíqua ou direita a irregular, foram consideradas como direita.

3.4. COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras das espécies selecionadas foram coletadas na empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda. (Figura 13), lotada na estrada Torquato Tapajós KM 227, Zona Rural de Itacoatiara, Amazonas. As peças foram entregues em forma de doação, com dimensões de 90x95x1200mm a 90x100x1640mm.



Figura 13: Madeira doada pela Mil Madeiras Preciosas Ltda.

3.5. PRODUÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Após seleção das duas melhores espécies de madeiras, foram confeccionados 1 protótipos de cada, similares ao modelo C271 de 838,2mm(33in), o mais popular conforme o fabricante *Louisville Slugger* (DRANE et al,2012) e a primeira opção entre aqueles que não sabem ao certo qual tipo de taco utilizar. A maior parte do trabalho de usinagem foi realizado no LEAM/INPA, já o processo de usinar a cavidade na cabeça do taco realizou-se na oficina de madeira do Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFAM.

Etapa 1 – medição do modelo *Louisville Slugger C271*

A medição do modelo *Louisville Slugger C271* foi realizado com a marcação das secções sobre comprimento do taco a cada 76mm (3in), e também o início e fim de cada elemento do taco (maçaneta, cabo, transição e barril). Com o auxílio da fita de desenho foi marcado o contorno de cada secção e identificou-se o valor dos diâmetros das secções com um paquímetro digital.

Etapa 2 - Pré-usinagem em *Billets*

As peças doadas passaram por um processo de preparação antes da usinagem que antecede o produto. As amostras foram cortadas na serra circular até obterem o comprimento de 900mm (Figura 14).



Figura 14: Conformação da peça em 900mm de comprimento.

Para formação de uma face transversal de perfil quadrado de 70 x 70mm, as peças passaram pela máquinas: serra circular, plainadeira e desengrossadeira (Figura 15 e 16).



Figura 15: Peça plainada



Figura 16: Peça no processo de desengrosso.

Mais uma vez cada peça passou pela serra circular, com uma inclinação do seu disco em 45° (Figura 17), transformando a seção transversal em perfil octogonal, o que aproximou mais a face do formato circular, facilitando a processo seguinte.



Figura 17: Serra circular com inclinação de 45°.

Por fim as peças octogonais foram levadas ao torno, onde com o auxílio de barras-chatas com pontas afiadas em forma circular, foram desbastadas as arestas, até tornarem-se *billets* – cilindros de madeira (Figura 18).



Figura 18: 2/3 da madeira em formato cilíndrico e 1/3 octogonal.

Etapa 3 – medição e transferência das medidas do taco *Louisville Slugger C271* para o *billet*.

O modelo de comparação foi demarcado a cada 76mm (3in) com uma fita de desenho (Figura 19), assim como e seus elementos – boca, transição, cabo e maçaneta. Para o processo foram utilizados: fita métrica em centímetros e polegadas, caneta de feltro preta ultrafina, fita de desenho e lápis.

As medidas foram tomadas com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 20), tendo as seguintes medidas:

- boca – 44mm;
- seção transversal 01 – 64mm;
- seção transversal 02 – 63mm;
- seção transversal 03 – 59mm;
- seção transversal 04 – 55mm;
- seção transversal 05 – 45mm;

- seção transversal 06 – 37mm;
- seção transversal 07 – 31mm;
- seção transversal 08 – 27mm;
- seção transversal 09 – 25mm;
- seção transversal 10 – 25mm;
- seção transversal 11 – 27mm;
- seção transversal 12 – 44mm;
- seção transversal 13 - 50mm;
- distância entre a seção transversal 12 e o fim do cabo – 14mm.



Figura 19: Taco C271 original demarcado com fita de desenho.

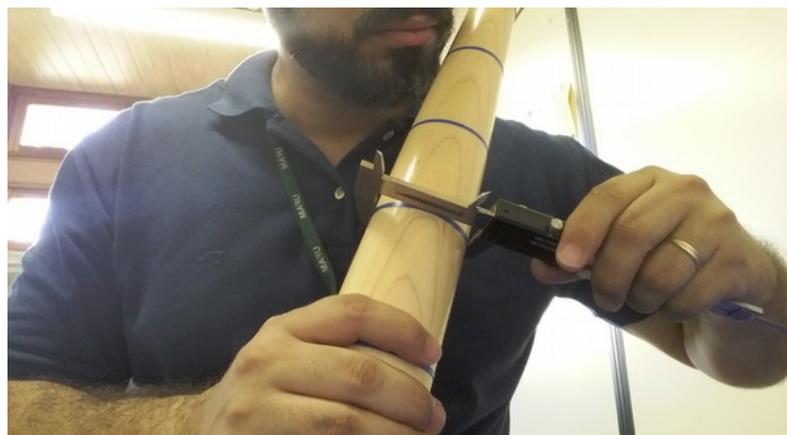


Figura 20: Medição das seções transversais com o auxílio do paquímetro.

Com o auxílio do taco original e uma trena, foram demarcados com lápis cada seção transversal ao longo da peça de madeira, usando um risco inicial (Figura 21) e posteriormente alinhado a ponta do lápis com o risco e acionando a rotação do torno – os suficiente para demarcar o contorno da seção (Figura 22).



Figura 21: Demarcação das seções transversais.



Figura 22: Demarcação do contorno da seção transversal.

Etapa 4 – Demarcação das profundidades das secções

Iniciou-se a demarcação da profundidade de cada linha dos elementos do taco em forma de canais, permitindo a verificação constante por meio do paquímetro. Cada canal foi cavado deixando uma margem 1mm de sobra além do diâmetro original do modelo C271 correspondente a cada seção (Figura 23).



Figura 23: Criação dos canais conforme a profundidade das seções.

Etapa 5 – torneamento do *billet* em taco de beisebol

A processo de torneamento seguiu o sentido maçaneta/barril (Figura 24). Além do comprimento total do taco, deixou-se dois espaçamentos de 25mm em cada extremidade, os quais serviram para a fixação do taco no torno. Para operação de usinagem e conferência de medidas foram utilizados:

- paquímetro;
- trena;
- formão de ponta reta;
- barras chatas afiadas em “U” e “V”;
- compasso de marcenaria reto e externo;
- taco modelo do C271(Figura 25);



Figura 24: Torneamento da maçaneta para o barril.



Figura 25: Modelo original usado para conferência e sobra de 25mm na extremidade do taco torneado.

Ainda fixados no torno, os tacos foram lixados com lixas de grã 40, 60, 80 e 100; até retirarem 1mm excedente deixado propositalmente. Posteriormente utilizou-se apenas lixas para acabamento: 150, 220, 260, 320.

Etapa 8 – Cavidade côncava na cabeça do taco

A cavidade na cabeça do taco foi usinada na oficina de madeira do Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFAM. Com auxílio de uma

suporte feito com sobras de madeiras, os tacos foram fixados na estrutura originalmente usada para fazer rasgos para espigas em movelaria. No lugar de uma broca, adaptou-se uma fresa reta. Ao se fazer o rasgo do centro para extremidade, a máquina foi travada e a operação prosseguiu apenas com a rotação manual do taco (Figura 26).



Figura 26: Rotação manual para cavar a cabeça do taco.



Figura 27: Taco original C271 ao centro e suas cópias em madeira tropical.

Etapa 9 – Caracterização

Com o intuito de caracterizar os tacos, ambos foram pintados, uma por completo e outro apenas da metade para baixo. Materiais utilizados (Figura 28):

- jornal;
- lixas d'água de grã 400, 500, 1200 e 1500;
- *primer* cinza;
- tinta preta esmalte sintético;
- tinta azul clara fosca;
- fita de desenho;
- fita de pintura automotiva;
- arame;
- máscara tipo P2;
- luvas de borracha;
- tesoura;
- fita crepe;
- alicate;
- álcool;
- papel toalha
- cera pátina dourada;
- estilete.



Figura 28: Materiais para descaracterização.

Os tacos foram suspensos pelas maçanetas com o uso de arame. Um foi pintado pela metade, recebendo uma máscara com fita e jornal para proteção da área não pintada. Cada peça recebeu três aplicações de *primer* cinza com intervalos de 5 minutos, levando 30 minutos após a última camada para secarem totalmente ao toque.

Posteriormente as áreas com *primer* foram lixadas para receberem as camadas de tintas. O processo de pintura foi semelhante ao de aplicação do *primer*, três camadas foram aplicadas, porém com intervalos de 10 minutos. Após a última camada os tacos secaram ao toque por 60 minutos. A máscara de pintura foi retirada antes do tempo de secagem, evitando o descasque da tinta em sua borda.

Ambos receberam acabamento com lixa d'água 400, 1200 e 1500. O taco pintado pela metade recebeu 3 máscaras de fita, para fazer os detalhes das tiras douradas. Usou-se cera de pátina dourada aplicada com algodão.

Ambos os tacos receberam meia pintura, permitido pelas regras da MLB. (Figura 29).



Figura 29: Tacos finalizados e prontos para o teste.

3.6. AVALIAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Os tacos originais do modelos C271 de *Acer saccharum* e *Patagonula americana* e os protótipo de madeiras tropicais tiveram suas informações cobertas por fita crepe, receberam por sorteio denominações como taco A, B, C e D com o uso de marcador permanente sobre a fita.

A avaliação foi realizada no campo de beisebol do Manaus Country Club, Parque de Dez, Colônia Japonesa, Manaus- AM, durante o treino misto do time adulto e *master*. Cada avaliador recebeu o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice C) aprovado pelo Comitê de ética e pesquisa da UFAM, sobre o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número: 41064415.1.0000.5020. Após a leitura e assinatura do termo, foi solicitado que a todos avaliar os 4 (quatro) tacos de beisebol. Na primeira etapa os avaliadores manusearam os tacos livremente, observando peso e a empunhadura. Na segunda, os avaliadores rebateram uma sequência de 5(cinco) bolas com cada taco no modelo de exercício denominado “softtoss”(Figura 30). A ordem dos tacos foi ao acaso e qualquer forma de identificação de marca ou tipo de madeira por escrito foi suprimida por fitas adesivas.

Por fim, preencheram uma ficha de avaliação dos tacos de beisebol (apêndice B) com o auxílio do pesquisador.



Figura 30: Atletas amadores de beisebol realizando o exercício de “softtoss”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. AGRUPAMENTO

A análise para o agrupamento ocorreu com a comparação das três variáveis tecnológicas tomadas 2 a 2. No gráfico 3 pode se observar que há uma boa formação dos grupos com poucas interseção quando analisados o módulo de ruptura na flexão estática (MORF) e a densidade básica. Nota-se que no *cluster* 01 (em azul), no eixo vertical de MORF, entre o intervalo de 1200 e 1400, há diversos indivíduos que apresentam valores aproximados para esta variável. Entretanto, observando estes mesmos indivíduos com base no eixo horizontal do gráfico, nota-se que esses são heterogêneos se tratando da densidade.

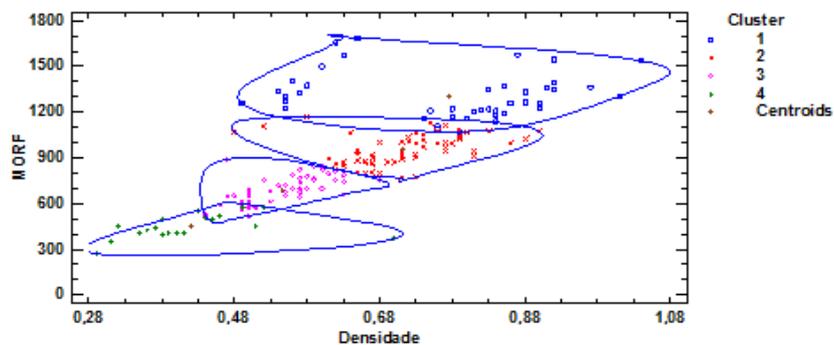


Gráfico 3: Agrupamento com base no MORF e Densidade Básica.

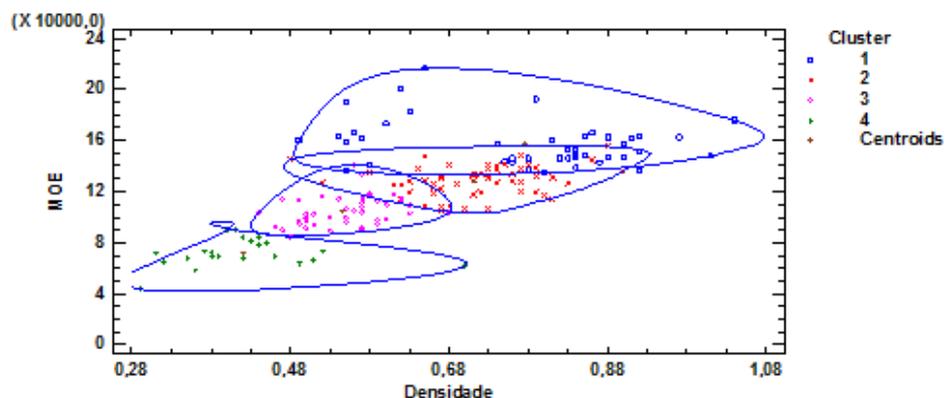


Gráfico 4: Agrupamento com base no MOEF e Densidade Básica.

Já tomando as variáveis módulo de elasticidade na flexão estática (MOEF) e densidade básica, no gráfico 4, há uma grande interseção entre os grupos 01 e 02, e entre 03 e 02. Contudo, mesmo com as interseções, cada elemento é definido com a cor do grupo ao qual pertence.

No agrupamento em relação ao módulos de ruptura e elasticidade a flexão estática, os grupos são mais bem definidos, conforme o gráfico 5. O gráfico apresenta uma forma mais linear. Esta melhor definição é possível pelas interações anteriores entre os indivíduos com base nas variáveis tomadas 2 a 2.

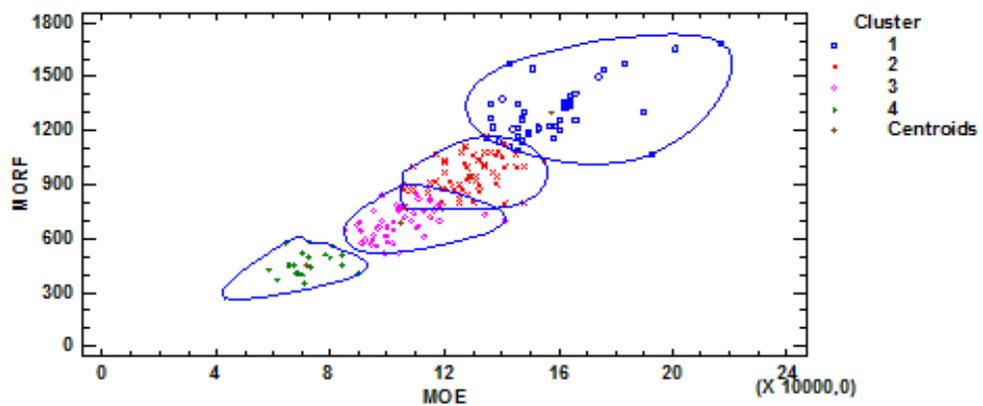


Gráfico 5: Agrupamento em relação ao módulos de ruptura e elasticidade a flexão estática.

Por fim, gerou-se um gráfico tridimensional (gráfico 6) que contempla as 3 variáveis, formando definitivamente os grupos por diferenças entre os indivíduos intergrupos e por suas similaridades intragrupo.

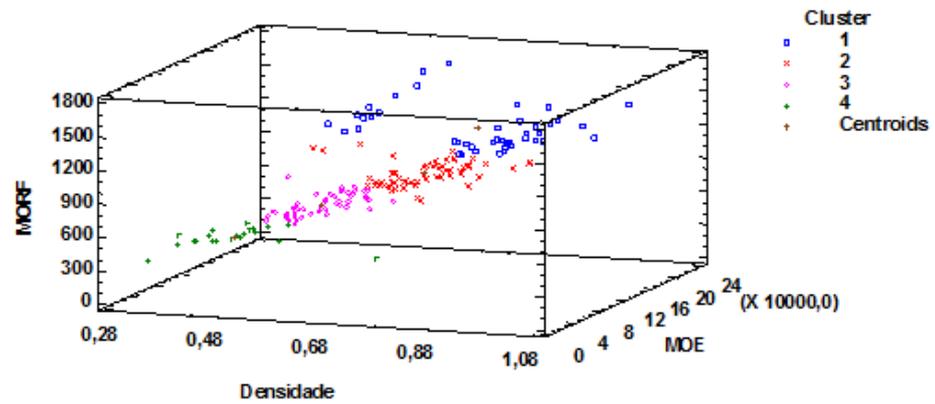


Gráfico 6: Agrupamento final.

No gráfico 6 é possível notar que no grupo 01 (azul) e 02 (vermelho) há diferença visualmente significativa intragrupo em relação a densidade.

Conforme a tabela 6, observa-se a formação de quatro grupo heterogêneos entre si, no qual o grupo 02 obteve o maior número de espécies pela similaridade nas três variáveis, seguido dos grupos 01,03 e 04.

Agrupamento	Membros	%
1	47	26,86
2	60	34,29
3	46	26,29
4	22	12,57

Tabela 6: Agrupamentos - quantidade de membros absoluto e porcentagem.

Por mais que os quatro grupos sejam heterogêneos, observa-se na tabela 7, com base no desvio padrão das variáveis e suas médias, que o grupo 02,03 e 04 apresentam uma maior proximidade, são mais homogêneos se comparados ao grupo 01.

Contudo, analisando a medidas de centro de cada variável por grupo (tabela 7), observou-se que as madeiras próprias para tacos de beisebol estariam presentes nos grupos 01 e 02. Apenas na média de densidade, pôde-se descartar os agrupamentos 03 e 04, os quais apresentam esta medida abaixo de $0,60\text{g/cm}^3$. Mesmo levando em consideração o desvio padrão, o maior valor obtido chega até $0,59\text{g/cm}^3$ no grupo 3. No grupo 2 o menor valor obtido considerando também o desvio padrão chega $0,61\text{g/cm}^3$.

Grupo	Medida	Densidade	MOE	MORF
1	média	0,787447	156660,	1280,32
1	Desvio padrão	0,1349	17,708	234,483
2	média	0,690667	127050,	938,333
2	Desvio padrão	0,076	10,654	114,453
3	média	0,542826	102500,	685,174
3	Desvio padrão	0,056	9,174	90,963
4	média	0,42	71681,8	449,045
4	Desvio padrão	0,094	11,912	97,539

Tabela 7: Média e desvio padrão das variáveis.

Observando a tabela 07 e a média das propriedades tecnológicas, inferiu-se que no grupo 01 estaria presente a maioria das espécies americanas, e junto a elas as espécies amazônicas que guardam similaridade em relação a conjugação das variáveis densidade básica, MOEF e MORF.

Abaixo (Tabela 08) segue o grupo 01 e suas espécies. Destaque para as madeiras americanas utilizadas propriamente para tacos de beisebol, numeradas como: 37, 43 e 44.

numeração	espécie
1.	<i>Aniba canellila (H.B.K.) Mez</i>
2.	<i>Aspidosperma album</i>
3.	<i>Aspidosperma obscurinervium</i>
4.	<i>Bowdichia nitida Spruce ex Benth.</i>
5.	<i>Cassia scleroxylon Ducke</i>
6.	<i>Corythophora rimosa</i>
7.	<i>Dialium guianense (Aubl.) Sandw.</i>
8.	<i>Dinizia excelsa Ducke</i>
9.	<i>Diploon venezuelana Aubrév</i>
10.	<i>Dipteryx odorata Willd</i>

11. *Dipteryx polyphylla*
12. *Endopleura uchi (Huber) Cuatr.*
13. *Enterolobium schomburgkii Benth.*
14. *Eschweilera sp.*
15. *Hymenae courbaril L. var. courbaril*
16. *Hymenae parvifolia Huber*
17. *Inga paraensis Ducke*
18. *Lecythis amara*
19. *Lecythis pisonis Cambess. Subsp. Usitata(Miers) Mori&Prance*
20. *Lecythis poiteaui*
21. *Licania oblongifolia*
22. *Licaria aritu*
23. *Licaria canela*
24. *Manilkara huberi*
25. *Nemaluma anomala (Pires) Pires ind.*
26. *Peltogyne paradoxo*

27. *Planchonella pachycarpa* Pires (ined.)
28. *Pouteria caimito* (R.&P.) Radlk
29. *Pouteria guianensis*
30. *Protium* sp.
31. *Sandwithiodoxa egregia* (Sandw.) Aubr. & Pellegr
32. *Swartzia panacoco*
33. *Tabebuia serratifolia*
34. *Trichilia lecointei* Ducke
35. *Vantanea parviflora* Lam.
36. *Vatairea paraensis* Ducke
37. *Fraxinus americana*
38. *Fraxinus nigra*
39. *Fraxinus pennsylvanica*
40. *Fraxinus quadrangulata*
41. *Acer nigrum*
42. *Acer rubrum*

43.	<i>Acer saccharum</i>
44.	<i>Betula alleghaneensis</i>
45.	<i>Betula lenta</i>
46.	<i>Betula papyrifera</i>
47.	<i>Betula papyrifera var neolaskana</i>

Tabela 8: Espécies do agrupamento 01 por nome científico.

Apesar do grupo 02 não apresentar as 3 espécies próprias para a confecção de tacos beisebol, observou-se que este grupo continha outras espécies americanas da mesma família daquelas listadas no grupo 01, e a espécie *Patagonula americana*, espécie argentina da qual é feito os tacos da empresa SouthBat, produzidos na Argentina e comercializados no mercado norte-americano e sul-americano. O produto em questão também foi aprovado pela *International Federation of Baseball – IBAF (Federação Internacional de Beisebol)* no ano de 2012, (Apêndice D) o que pode demonstrar que algumas madeiras do grupo 02 também apresentam características que as habilitam para a confecção de bastões. Abaixo (Tabela 9) segue o agrupamento 02 e suas espécies. Destaque para madeira argentina *Patagonula americana* (número 60).

numeração	espécies
1.	<i>Aldina heterophyla</i>
2.	<i>Andira parviflora</i>

3. *Astronium gracile* Engl.
4. *Astronium lecointei* Ducka
5. *Astronium ulei* Mattick
6. *Brosium alicastrum* Swartz
7. *Brosium rubescens*
8. *Buchenavia huberi*/*Buchenavia* sp,
9. *Buchenavia oxycarpa*
10. *Drypetes variabilis* Uittien
11. *Eperua* sp,
12. *Eschweilera amara* (Aubl.) Ndz.
13. *Eschweilera odora*
14. *Eschweilera sagotiana*
15. *Franchetella gongrijpii* (Eyma) Aubrév.
16. *Glycoxylon inophyllum*
17. *Glycydendron amazonicum* Ducke
18. *Goupia glabra* Aubl.

19. *Guarea trichilioides*
20. *Guatteria procera* R.E. Fries
21. *Hymenolobium excelsum*
22. *Hymenolobium modestum* Ducke
23. *Hymenolobium pulcherrimum*
24. *Inga alba* Willd
25. *Inga* sp.
26. *Iryanthera tricornis*
27. *Laetia procera*
28. *Licania octandra* (Hoffm. Ex Roem. & Schult) O. Kuntze
29. *Licaria rigida* (Kosterm.) Kosterm.
30. *Lueheopsis duckeana* Burret
31. *Manilkara amazonica* (Huber) Standley
32. *Mezilaurus itauba*
33. *Micropholis venulosa* (Mart. & Eichl.) Pierre
34. *Ocotea* sp.

35. *Onychopetalum amazonicum* R.E. Fries
36. *Ormosia paraensis* Ducke
37. *Parinari montana*
38. *Piptadenia communis*
39. *Piptadenia suaveolens* Miq.
40. *Pithecelobium racemosum*
41. *Protium tenulfolium*
42. *Protium tenulfolium* (Engl.) O. Kuntze
43. *Qualea brevipedicellata* Stafleu
44. *Qualea paraensis*
45. *Roupala montana* Aubl
46. *Saccoglotis guianensis*
47. *Sclerolobium* aff. *Chrysophyllum*
48. *Sclerolobium chrysophyllum* Poepp.& Endl.
49. *Sclerolobium paraense* Huber
50. *Sclerolobium poeppigianum* Baill

51.	<i>Syzygiopsis oppositifolia</i> Ducke
52.	<i>Terminalia amazonica</i>
53.	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swartz
54.	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) O. Kuntze
55.	<i>Vatairea sericea</i> Ducke
56.	<i>Xylopia nitida</i> Dun.
57.	<i>Fraxinus latifolia</i>
58.	<i>Fraxinus profunda</i>
59.	<i>Acer macrophyllum</i>
60.	<i>Patagonula americana</i>

Tabela 9: Agrupamento 02.

4.2. SELEÇÃO DAS ESPÉCIES

4.2.1. Espécies comerciais

Das 159 espécies amazônicas iniciais, apenas 92 foram utilizadas para a fase de seleção após a análise multivariada, a quais estavam presentes nos grupos 01 e 02, pois apresentam similaridade em relação às características para confecção de tacos, tendo como base as espécies *Fraxinus americana*, *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis* ou *Patagonula americana*. Apenas nesta etapa houve uma redução das espécies em 42,1%.

Entretanto, visando a consecução da pesquisa e a possibilidade futura de comercialização dos tacos de beisebol, tomou-se outro fator importante, a atual situação comercial de cada espécie. Sendo assim, foi solicitado a Mil Madeiras Preciosas. Ltda. a identificação sobre das espécies comercializadas. Assim foi possível identificar as madeiras disponíveis comercialmente nos grupos 01 e 02 pela empresa, reduzindo o número de espécies.

Após cruzamento dos dados, o grupo 01 e 02 foram reduzidos respectivamente a 12 e 8 espécies conforme a tabela 10. Somando os grupos, foi uma redução de 78,2%.

Grupo	Nome Científico	Família	Manejo
01	<i>Aniba canelilla</i>	Lauraceae	Comercial
01	<i>Dinizia excelsa</i>	Leguminosae	Comercial
01	<i>Dipteryx odorata</i>	Leguminosae	Comercial
01	<i>Dipteryx polyphylla</i>	Leguminosae	Comercial
01	<i>Endopleura uchi</i>	Humiriaceae	Comercial
01	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Leguminosae	Comercial
01	<i>Hymenaea courbaril</i>	Leguminosae	Comercial
01	<i>Licaria aritu</i>	Lauraceae	Comercial
01	<i>Licaria Cannella</i>	Lauraceae	Comercial
01	<i>Manilkara huberi</i>	Sapotaceae	Comercial

01	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae	Comercial
01	<i>Vatairea paraensis</i>	Leguminosae	Não-comercial
02	<i>Astronium lecointei</i>	Anacardiaceae	Comercial
02	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	Comercial
02	<i>Hymenolobium excelsum</i>	Leguminosae	Comercial
02	<i>Hymenolobium modestum</i>	Leguminosae	Comercial
02	<i>Licaria rigida</i>	Lauraceae	Comercial
02	<i>Mezilaurus itauba</i>	Lauraceae	Comercial
02	<i>Qualea paraensis</i>	Vochysiaceae	Comercial
02	<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	Comercial

Tabela 10: Lista gerada a partir do cruzamento de espécies dos grupos 01 e 02 com a lista de espécies disponíveis pela empresa Mil Madeiras preciosas Ltda.

4.2.2. Grã direita

Tendo em vista que o tipo de grã tem grande influência na resistência da madeira, assim como o grau do seu desvio (item 2.2.6 página 32), observou-se que as madeiras para tacos de beisebol têm como requisito a grã direita. Desta forma, as 20 espécies da tabela 10 foram reduzidas a apenas 3 espécies (Tabela 11), 85% a menos que a quantidade anterior.

Espécie	Nome vulgar	Nome científico	Família	Grupo
UCHI	Uxi	<i>Endopleura uchi</i>	Humiriaceae	01
MANQ	Mandioqueira	<i>Qualea paraensis</i>	Vochysiaceae	02
LOFA	Louro-faia	<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	02

Tabela 11: Seleção final das espécies pela grã direita.



Figura 31: Amostras das 3 madeiras selecionadas.

4.2.3. Seleção final

Contudo, durante a coleta das espécies, constatou-se em *in loci* que a madeira Uxi (*Endopleura uchi*) é considerada rachadora [sic], segundo os engenheiros florestais da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda., ou seja, a madeira apresenta fissuras nas faces transversais durante a secagem. O fato foi constatado conforme a figura 32.



Figura 32: Face transversal de Uxi(*Endopleura uchi*) com fendas.

Tendo em vista este aspecto, optou-se por eliminá-la da seleção, uma vez que seria necessário ter um comprimento maior da peça para compensar as extremidades com falhas. Como a proposta original foi criar dois protótipos, uma com cada madeira tropical, utilizou-se apenas as únicas opções disponíveis – Mandioqueira (*Qualea paraensis*) e Louro-faia (*Roupala montana*).

Com base nos resultados pode-se afirmar que o agrupamento das espécies, por características tecnológicas próprias aos tacos de beisebol, foi eficiente - reduziu o quantitativo de espécies 32,8% (de 159 para 107 espécies), apenas com a inserção de dados. Contudo a existência da grã direita deve ser o primeiro item a ser verificado, pois reduziu o quantitativo de espécies em 85% (de 20 para 3 espécies).

4.3. PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS

Durante a usinagem pode-se constatar que o comprimento de 900mm não deixa bordas de segurança suficientes para tacos de até 838mm (33in) de comprimento, ainda menos para modelos de até 86mm (34in). Em ambas as espécies houve quebra nas bordas (Figura 33) que ficam em contato com o torno, as quais não fazem parte do corpo do taco. Portanto, acredita-se que

comprimento de peça deve ser ampliada para 100mm, 50mm em cada extremidade.

Outro fator importante que justifica o acréscimo de comprimento das peças é a possibilidade de cavar a cabeça do taco diretamente no torno, que se torna mais fácil e seguro quando há madeira suficiente para suportar o peso e distanciar a cabeça do taco da ponta do torno, permitindo um melhor ângulo de trabalho. Assim, o processo seria mais rápido, pois elimina o uso de de mais uma máquina. Além dessas possibilidades, o acréscimo de comprimento respeita a média de 1000mm de comprimento de torneamento máximo dos tornos no mercado.

Durante o torneamento o formão é apoiado sobre uma guia, o que permite manter o ângulo e altura da lâmina da ferramenta com o eixo da peça. O torno utilizado no LEAM/INPA, assim como os demais de mercado, tem sua guia curta, menor que 1/3 do comprimento das peças de madeiras a serem torneadas em taco. Logo, a guia teve que ser deslocadas diversas vezes. Uma guia maior, de 1000mm de comprimento, seria o ideal para otimizar o tempo de trabalho.



Figura 33: Mandioqueira (Qualea paraensis) quebrada no suporte com o torno.

A Mandioqueira (*Qualea paraensis*) apresentou uma facilidade maior de usinagem, enquanto o Louro-faia (*Roupala montana*) foi mais resistente. Durante o processo foi necessário afiar diversas vezes as ferramentas de corte.

O tipo de cavaco gerado também foi observado, constatou-se que o Louro-faia gera um tipo de cavaco pontiagudo (Figura 34), afiando como uma farpa, incômodo e perigoso para os olhos.



Figura 34: Cavacos pontiagudos de Louro-faia.

Na confecção do segundo protótipo, feito de Mandioqueira, o sentido de usinagem foi alterado, indo do barril para a maçaneta, pois no primeiro modelo foi observado vibrações durante o desbaste da área de transição. A mudança foi uma tentativa de observar se havia alguma influência do sentido do torneamento em relação as vibrações. Mesmo com a mudança as vibrações continuaram. Acredita-se que o fato seja fruto da característica da área do taco, pois é nela que há maior percussão quando acertada pela bola de beisebol. Sendo assim, é normal que forças aplicadas nesta área causem maiores vibrações. Portanto, sugere-se o uso de ferramentas de maior qualidade, que mantenham o fio por mais tempo.

O cavado na cabeça do taco foi usinado com uma fresa reta, adaptada a uma máquina para rasgo de espiga. O uso de fresas do tipo esquadria, meia-esquadria, meia-cana ou cana; dariam um acabamento aos protótipos similar aos produtos originais. Contudo, o uso da fresa reta não compromete as regras de confecção do produto.

Após a usinagem e pintura, os protótipos e os originais foram pesados, obtendo os seguintes valores em gramas (Tabela 12):

espécies	massa(g)
<i>Acer saccharum</i>	821,5
<i>Patagonula americana</i>	829,5
<i>Qualea paraensis</i>	838,0
<i>Roupala montana</i>	1135,5

Tabela 12: Espécies x massa em gramas.

A produção dos protótipos de forma artesanal requer prática prévia e estudos das técnicas por aqueles que não detêm experiência. Com estes requisitos também é possível produzir em pequena escala. Já para a produção em larga escala, o uso de uma torno CNC é necessário para obter maior produtividade.

4.4. AVALIAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

4.4.1. Teste com os jogadores

Na avaliação dos tacos foi pedido que os participantes, após terem rebatido 5 bolas com cada taco, os classificassem por ordem de preferência. Ao todo, 23 jogadores participaram da pesquisa.

Os tacos foram nomeados com letras aleatórias, conforme a tabela abaixo:

espécies	nomeação
<i>Acer saccharum</i>	D
<i>Patagonula americana</i>	B
<i>Qualea paraensis</i>	A
<i>Roupala montana</i>	C

Tabela 13: Espécies e suas identificações.

Conforme o gráfico7, na primeira opção de escolha há um equilíbrio entre as espécies *Acer saccharum*, *Patagonula americana* e *Qualea paraensis*. As duas últimas tiveram a mesma quantidade de preferência pelos usuários, já a *Acer saccharum* obteve 2 votos a menos. Já na segunda preferência a *Patagonula americana* não aparece, tendo mais destaque como

terceira opção de escolha. Como quarta escolha, ou em outra palavras – última escolha, a *Roupala montana* aparece sozinha.

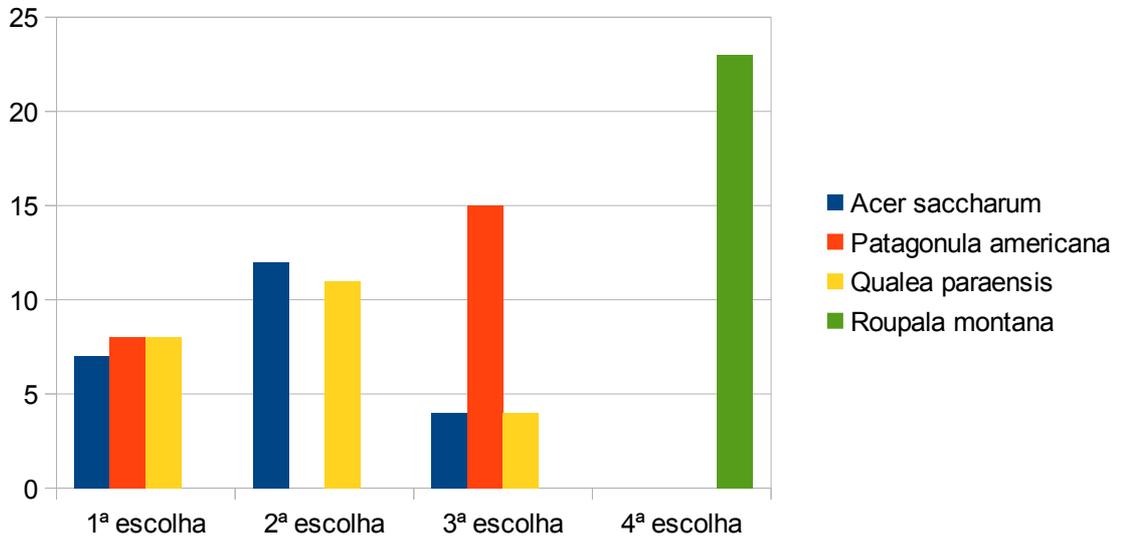


Gráfico 7: Ordem de escolha por preferência dos tacos.

Tendo em vista que as espécies *Acer Saccharum* e *Qualea paraensis* aparecem em todas as ordem de opção de forma equilibrada, exceto na última, pode-se ordenar ambas como primeiras opções. Sendo assim, a ordem de preferência fica desta forma determinada:

1. *Acer saccharum* e *Qualea paraensis*;
2. *Patagonula americana*
3. *Roupala montana*.

Quando perguntados de forma aberta sobre a diferença entre os tacos, foi unânime a percepção do peso dos modelos originais e *Qualea paraensis* se comparados à *Roupala montana*.

4.4.2. Diferença de massa

Tendo em vista que a velocidade de *swing* é um fator fundamental (RUSSEL, 2008) para uma boa rebatida e que peso influencia diretamente neste aspecto - quanto mais leve o taco, melhor será a rebatida. Essa premissa

é confirmada pela ordem definida de preferência dos tacos comparadas a respectivas massas(g) conforme o quadro abaixo:

<i>Espécie</i>	Massa do taco (g)	Densidade básica a 12% de TU (g/cm ³)
<i>Patagonula americana</i>	832g	0,64
<i>Acer saccharum</i>	824g	0,63
<i>Qualea paraensis</i>	838g	0,66
<i>Roupala montana</i>	1138g	0,77

Tabela 14: Comparação entre massa e densidade entre as espécies.

Nota-se na tabela 14 que as espécies, todas com 12% de teor de umidade, apresentam uma relação diretamente proporcional entre massa e densidade. Percebe-se também que os três tacos escolhidos como os melhores apresentam valores próximos de densidade e massa. Já o taco escolhido como última opção (*Roupala montana*), apresenta uma diferença de 300g em relação ao taco menos leve dos três escolhidos – *Qualea paraensis*. É uma diferença de 73,63% de massa entre ambos. Acredita-se que esta diferença entre o taco de *Roupala montana* e os demais foi o diferencial na escolha.

4.5. CUSTO UNITÁRIO DA MATÉRIA-PRIMA

Utilizando caibros de madeiras tropicais com dimensões de 70x70x1050mm, seria possível obter de 1m³ aproximadamente 204 unidades. Considerando o preço médio de R\$1.611,60 do metro cúbico das madeiras tropicais serradas e não secas, segundo dados da Mil Madeiras Preciosas Ltda. (apêndice E), teríamos os seguintes valores:

Preço do volume médio da madeira (R\$/m ³)	Volume do caibro(m ³)	Rendimento de peças caibros de 70x70x1050mm em 1m ³	Valor unitário de cada peça de caibro (R\$)
1.611,60	0,0049	204	7,90

Tabela 15: Calculo de valor unitário da peça de caibro com base em preço médio do m³.

Logo pode-se observar que o custo da matéria-prima, a qual constitui 9,9% do produto (considerando 1% pintura e acabamento), apresenta o valor de R\$ 7,90 (utilizando-se madeira amazônica).

No mercado, uma taco de beisebol feito de madeira varia entre R\$ 200 a R\$ 650; considerando os preços praticados no Brasil e o dólar americano a R\$ 3,20. Logo, em uma escala com variação de R\$ 50,00 pode-se observar em porcentagem quanto custou a madeira tropical para um taco de beisebol dependendo do preço adotado (tabela 16).

Preço do taco (R\$)	Valor do caibro (R\$)	Diferença entre o taco e caibro(R\$)	Custo do caibro por taco(%)
200	7,9	192,1	3,95
250	7,9	242,1	3,16
300	7,9	292,1	2,63
350	7,9	342,1	2,26
400	7,9	392,1	1,98
450	7,9	442,1	1,76
500	7,9	492,1	1,58
550	7,9	542,1	1,44
600	7,9	592,1	1,32
650	7,9	642,1	1,22

Tabela 16: Valor em porcentagem do custo do caibro por preço do taco.

Em um taco de madeira amazônica vendido a R\$ 200, com base na tabela acima – 3,95% seria o custo da matéria-prima sobre o preço unitário do produto. Tendo em vista a certificação da madeira, o valor dado as espécies tropicais, e a possível valorização da marca que viria a produzir os tacos; o

preço final do produto poderia estar acima de R\$ 200, diminuindo ainda mais o custo da matéria-prima sobre o preço de venda unitário.

CONCLUSÃO

O agrupamento funciona mais como uma forma de peneira, reduzindo o espaço amostral. A classificação da grã, porém, deve ser o primeiro item a ser avaliado, pois tem classificação binária – sim ou não.

O critério de selecionar apenas espécies comerciais é excludente, deixando de contabilizar outras espécies que poderiam ser próprias para tacos de beisebol. Por outro viés, possibilitou a confecção dos protótipos pela certeza da sua disponibilidade.

A produção dos protótipos de forma artesanal é possível. Porém, a produção para larga escala requer o uso de torno CNC (Comando numérico computadorizado).

Mesmo com a seleção final de duas espécies - *Qualea paraensis* e *Roupala montana* - apenas a primeira pode ser utilizadas como taco de beisebol, isto se em condições ideais de teor de umidade (12% a 15%) e a nível amador. Sendo assim, por ora, apenas uma espécie amazônicas é apta à confecção do produto abordado.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BONSIEPE, Gui. **Metodologia Experimental**. CNPq/Coordenação Editorial. 1984.

DRANE, Patrick; SHERWOODU, James; COLOSIMOU, Renzo; KRETSCHMANN, David. **A Study Of Wood Baseball Bat Breakage**. Descarregado em: <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2012/fpl_2012_drane001.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2012.

CARVALHO, P. E. R. . **Guajuvira: Patagonula americana**. Descarregado em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/41468/1/circ-tec97.pdf>> Acesso em: 26 jul. 2014.

HERNADEZ, Roland. **Review of 2009 MLB baseball bat regulation**. 2009. Disponível em: <www.woodbat.org/woodbat.pdf> Descarregado em: 05 jan. 2013.

IBDF. **Madeiras da Amazônia, características e utilização. Volume 1 – Floresta Nacional do Tapajós**. Brasília, CNPq. 1981.

IBDF/DPq – LPF. **Madeiras da Amazônia, características e utilização. Volume 2 – Estação Experimental de Curuá-Una**. Brasília, CNPq. 1988.

Instituto de Estudos Financeiros-IEF. **Formação De Preço** Disponível em: <<http://www.ief.com.br/forpreco.htm>> Acesso em 15 mar 2015.

KRETSCHMANN, David; BRIDWELL, James; NELSON, Tim. **Effect Of Changing Slope Of Grain On Ash, Maple, And Yellow Birch Bending Strength**. Disponível em: <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2010/fpl_2010_kretschmann001.pdf> Acesso em : 26 de dez.2012.

LEHIGH VALLEY BAT WORKS. **Bat anatomy.** Disponível em:<<http://www.lvbatworks.com/bats101.html>> Acesso em 8 de jul.2013.

LIMA, Marcos A. M. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers.** Rio de Janeiro. Editora Ciência Moderna Ltda.,2006.

LINDEN, Ricardo. **Técnicas de Agrupamento.** Disponível em:<<http://http://www.fsma.edu.br/si/sistemas.html> > Acesso em 20 jul 2014.

LOUREIRO, Arthur A. et al. **Madeiras da Amazônia.** Manaus: MCT /INPA – CPPF,2000.

MAJOR LEAGUE BASEBALL. **Official baseball rules:** divisions of the code. 2012. Disponível em: <http://mlb.mlb.com/mlb/downloads/y2012/Official_Baseball_Rules.pdf. Descarregado em 31 de dezembro de 2012.> Acesso em: 31 dez. 2012.

MIRACLE, Daniel B.; DONALDSON, Steven L. **ASM Handbook, Volume 21: composites.** 2001. Disponível em<http://www.asminternational.org/materials-resources/-/journal_content/56/10192/ASMHBA0003479> Acessado em: 6 dez. 2013.

MORESCHI, João Carlos. **Propriedades da madeira.** 4ª edição. 2012. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/ceim/index.php?option=com_content&view=article&catid=53:notas-de-aula&id=397:material-didatico-prof-joao-carlos-moreschi> Descarregado em 11 nov.2013.

ROCK BATS. **Mechanical Properties of Various Hardwoods Suitable for Baseball Bats.** 2006. Disponível em: <<http://www.rockbats.com/techNotes/RB-TN-001.pdf>> Descarregado em 20 abr 2014.

RUGGIEROU, Eric, SHERWOODU James; DRANEUX Patrick; KRETSCHMANNB, David. **An investigation of bat durability by wood**

species. 2012 Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812016864>> Descarregado em: 05 abri 2014.

RUSSELL, Daniel A. **Physics and Acoustics of Baseball & Softball Bats.** 2008. Disponível em: <<http://www.acs.psu.edu/drussell/bats/batw8.html>> Acesso em: 22 de fev. 2014.

SOUTHBAT USA. **Southbat Final Cut - The Story.** 2013. Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=B_SdBzOQRrl&feature=youtu.be> Acesso: 13 jun 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREST SERVICE. **Fraxinus spp.** Disponível em: <<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/HardwoodNA/htmlDocs/fraxinus.html>> Acessado em: 15 mai.2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Little Things, Big Problems- Emerald Ash Borer.** Disponível em: <<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/HardwoodNA/htmlDocs/fraxinus.html>> Acessado em: 10 abri.2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Wood Handbook: wood as an engineering material.** 2010. Disponível em: <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf> Descarregado em 11 nov.2013.

WALKER,Ben. **Properties of Baseball Bats.** Summer 2010 Baseball Research Journal, volume 39, Issue 1. Disponível em: <<http://sabr.org/research/properties-baseball-bats>> Acesso em: 11 de jan.2014.

WILL, George. **Men at Work: The Craft of Baseball.** Editora Macmillan. 1990.

WOOD DATABASE. **Modulus of rupture**. Disponível em: <<http://www.wood-database.com/wood-articles/modulus-of-rupture/>> Acesso em 16 jan 2014.

OBRAS CONSULTADAS

4 - Base Estatística Geral – Detalhamento das autorizações concedidas pela CGlg. Disponível em: < http://portal.mte.gov.br/trab_estrang/estatisticas.htm> Descarregado em 29 de maio de 2012.> Acesso em: 29 maio. 2012. **Alumínio versus wood**. Disponível em: < <http://baseball.physics.illinois.edu/al-vs-wood.pdf> > Acesso em: 29 de maio. 2013.

ASTM. **Standard methods for testing small clear specimens of timber. ASTM D143-94**. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM. **Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Base Materials. ASTM D4442**. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.

CONVERT WORLD. Disponível em: <<http://www.convertworld.com/pt/>> Acesso em 13 jan 2014.

INTERNATIONAL BASEBALL FEDERATION. **Brazil** Disponível em: <<http://www.ibaf.org/en/nation/5bd51eb1-6e9b-4a45-abe2-243dcd1d7305>> Acesso em: 29 de maio. 2013.

INTERNATIONAL HOCKEY FEDERATION. **Rules of Hockey**. <http://www.fih.ch/files/Sport/Rules/FIH-Rules%20of%20Hockey%202012-2014-interactif.pdf>

INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION. **Racket Covering**. Descarregado em:<http://www.ittf.com/stories/pictures/T4_RacketCoverings2010.pdf> Acesso em: 23 de fev. 2014.

It's time to lose the maple bats. Disponível em: <http://linux.ratzenberger.net/my_blog/2010/09/23/it%E2%80%99s-time-to-lose-the-maple-bats/>. Acesso em: 26 de dez. 2012.

MANDY, F.T.M. **Conhecendo a madeira.** 1. ed. Manaus: SEBRAE/AM. Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000.

MARYLEBONE CRICKET CLUB. **Law 6 (The bat).** Disponível em: <<http://www.lords.org/mcc/laws-of-cricket/laws/law-6-the-bat/>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

MERRIL, Austin. **Shatterproof Bats from Africa.** Disponível em:<<http://www.vanityfair.com/online/daily/2008/06/shatterproof-bats-from-africa>>. Acesso em: 27 de dez.2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Base estatística geral.** 2013. Disponível em:<<http://portal.mte.gov.br/geral/estatisticas.htm>>Acesso em: 29 de mai. 2013.

MONTANA, Jorge. **De onde vêm as tendências.**2005. Disponível em: <<http://www.designbrasil.org.br/artigo/de-onde-vem-tendencias#.UaaUotJwrZ4>> Acesso em: 29 de maio. 2012.

NATIONAL LEAGUE HOCKEY. **Official Rule 2012 - 2013.** Descarregado em:<http://www.ittf.com/stories/pictures/T4_RacketCoverings2010.pdf> Acesso em: 23 de fev. 2014.

WORLD BASEBALL CLASSIC. World Baseball Classic Tournament Rules and Regulations. Disponível em : <http://web.Worldbaseballclassic.com/wbc/2013/about/rules.jsp#equipment_bats_wood_grain> Acesso em: 10 dez 2013.

APÊNDICE A

Número	Espécie	Db(g/cm ³)	MORF(kg/cm ²)	MOEF(kg/cm ²)
1	<i>Aldina heterophylla</i>	0,73	775	106
2	<i>Alexa grandiflora</i>	0,60	696	98
3	<i>Alexa imperatricis</i>	0,57	639	91
4	<i>Anacardium giganteum</i>	0,44	505	84
5	<i>Anacardium spruceanum</i>	0,42	446	84
6	<i>Andira parviflora</i>	0,67	868	108
7	<i>Aniba canellila (H.B.K.) Mez</i>	0,92	1394	164
8	<i>Apeiba echinata</i>	0,36	423	58
9	<i>Aspidosperma album</i>	0,75	1209	144
10	<i>Aspidosperma obscurinervium</i>	0,86	999	145
11	<i>Astronium gracile Engl.</i>	0,73	906	138
12	<i>Astronium lecointei Ducka</i>	0,79	1042	132
13	<i>Astronium ulei Mattick</i>	0,71	892	132

14	<i>Bertholletia excelsa</i>	0,63	783	103
15	<i>Bixa arborea</i>	0,32	453	65
16	<i>Bowdichia nitida Spruce ex Benth.</i>	0,85	1369	164
17	<i>Brosium acutifolium</i>	0,55	672	100
18	<i>Brosium alicastrum Swartz</i>	0,74	971	137
19	<i>Brosium parinarioides</i>	0,57	688	90
20	<i>Brosium potabile</i>	0,53	679	89
21	<i>Brosium rubescens</i>	0,73	1063	130
22	<i>Buchenavia huberi/Buchenavia sp,</i>	0,79	1035	132
23	<i>Buchenavia oxycarpa</i>	0,72	1036	120
24	<i>Carapa guianensis</i>	0,43	556	81
25	<i>Carapa guianensis</i>	0,59	752	95
26	<i>Cariniana integrifolia</i>	0,49	577	84
27	<i>Cassia scleroxylon Ducke</i>	1,01	1305	148
28	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,46	514	70
29	<i>Ceiba pentandra</i>	0,29	269	43

30	<i>Clarisia racemosa</i>	0,59	838	98
31	<i>Clarisia racemosa Ruiz & Pav.</i>	0,6	844	110
32	<i>Copaifera duckei C. reticulata</i>	0,62	753	113
33	<i>Cordia bicolor</i>	0,49	561	96
34	<i>Cordia goeldiana</i>	0,48	650	85
35	<i>Cordia sagotii</i>	0,50	668	97
36	<i>Corythophora rimosa</i>	0,84	1141	139
37	<i>Couratari guianensis</i>	0,51	451	66
38	<i>Couratari oblongifolia</i>	0,49	589	95
39	<i>Couratari oblongifolia Ducke & R. Knuth</i>	0,50	649	102
40	<i>Couratari stellata</i>	0,60	819	111
41	<i>Dialium guianense (Aubl.) Sandw.</i>	0,88	1267	147
42	<i>Diclinanona calycina</i>	0,47	649	90
43	<i>Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne & Planch.</i>	0,41	401	90
44	<i>Dinizia excelsa Ducke</i>	0,83	1220	153
45	<i>Diploon venezuelana Aubrév</i>	0,85	1188	149

46	<i>Dipteryx odorata Willd</i>	0,91	1364	162
47	<i>Dipteryx polyphylla</i>	0,83	1348	146
48	<i>Drypetes variabilis Uittien</i>	0,71	942	129
49	<i>Endopleura uchi (Huber) Cuatr.</i>	0,78	1163	146
50	<i>Enterolobium maximum Ducke.</i>	0,37	442	73
51	<i>Enterolobium schomburgkii Benth.</i>	0,84	1179	149
52	<i>Eperua sp,</i>	0,78	995	141
53	<i>Eriotheca longipedicellata</i>	0,45	488	80
54	<i>Erisma uncinatum Warm.</i>	0,46	593	92
55	<i>Eschweilera amara (Aubl.) Ndz.</i>	0,76	998	128
56	<i>Eschweilera odora</i>	0,81	945	131
57	<i>Eschweilera sagotiana</i>	0,79	1019	120
58	<i>Eschweilera sp.</i>	0,81	1204	160
59	<i>Franchetella gongrijpii (Eyma) Aubrév.</i>	0,72	1010	134
60	<i>Glycoxylon inophyllum</i>	0,73	922	131
61	<i>Glycydendron amazonicum Ducke</i>	0,66	803	125

62	<i>Goupia glabra Aubl.</i>	0,71	916	117
63	<i>Guarea trichilioides</i>	0,66	806	119
64	<i>Guatteria olivacea R.E. Fries</i>	0,51	575	102
65	<i>Guatteria procera R.E. Fries</i>	0,65	804	148
66	<i>Hymenae courbaril L. var. courbaril</i>	0,76	1093	146
67	<i>Hymenae parvifolia Huber</i>	0,90	1225	157
68	<i>Hymenolobium excelsum</i>	0,66	869	123
69	<i>Hymenolobium modestum Ducke</i>	0,65	931	128
70	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	0,67	894	105
71	<i>Inga alba Willd</i>	0,62	811	115
72	<i>Inga paraensis Ducke</i>	0,82	1214	146
73	<i>Inga sp.</i>	0,58	1170	135
74	<i>Iryanthera grandis/ Iryanthera sp.</i>	0,63	739	109
75	<i>Iryanthera tricornis</i>	0,69	872	126
76	<i>Jacaranda copaia</i>	0,31	346	71
77	<i>Joannesia heveoides</i>	0,39	403	69

78	<i>Laetia procera</i>	0,68	799	141
79	<i>Lecythis amara</i>	0,79	1073	193
80	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess. Subsp. <i>Usitata</i> (Miers) <i>Mori&Prance</i>	0,84	1141	147
81	<i>Lecythis poiteaui</i>	0,80	1161	135
82	<i>Licania oblongifolia</i>	0,88	1030	155
83	<i>Licania octandra</i> (Hoffm. Ex Roem. & Schult) O. Kuntze	0,77	946	138
84	<i>Licaria aritu</i>	0,79	1082	139
85	<i>Licaria canela</i>	1,04	1540	176
86	<i>Licaria rigida</i> (Kosterm.) Kosterm.	0,73	994	141
87	<i>Lueheopsis duckeana</i> Burret	0,62	823	125
88	<i>Malouteia duckei</i> Mgf.	0,57	700	108
89	<i>Manilkara amazonica</i> (Huber) Standley	0,83	1081	126
90	<i>Manilkara huberi</i>	0,92	1345	136
91	<i>Maquira sclerophylla</i>	0,57	768	104
92	<i>Mezilaurus itauba</i>	0,70	873	106

93	<i>Mezilaurus lindaviana</i>	0,68	755	104
94	<i>Micropholis venulosa (Mart. & Eichl.) Pierre</i>	0,67	804	130
95	<i>Nectandra rubra</i>	0,52	578	73
96	<i>Nemaluma anomala (Pires) Pires ind.</i>	0,75	1125	141
97	<i>Ocotea neesiana (Miq.) Kosterm</i>	0,55	716	106
98	<i>Ocotea sp.</i>	0,63	849	128
99	<i>Onychopetalum amazonicum R.E. Fries</i>	0,57	737	134
100	<i>Ormosia coutinhol</i>	0,50	689	102
101	<i>Ormosia paraensis Ducke</i>	0,67	862	132
102	<i>Parinari montana</i>	0,71	763	118
103	<i>Parkia multijuga</i>	0,38	499	72
104	<i>Parkia paraensis Ducke</i>	0,44	520	104
105	<i>Parkia pendula Benth. ex Walp.</i>	0,50	657	100
106	<i>Peltogyne paradoxo</i>	0,92	1547	151
107	<i>Piptadenia communis</i>	0,68	1005	109
108	<i>Piptadenia suaveolens Miq.</i>	0,76	1079	134

109	<i>Pithecelobium racemosum</i>	0,81	909	115
110	<i>Planchonella pachycarpa</i> Pires (ined.)	0,74	1160	158
111	<i>Pouteria caimito</i> (R.&P.) Radlk	0,88	1333	163
112	<i>Pouteria guianensis</i>	0,90	1260	147
113	<i>Protium heptaphyllum</i>	0,55	656	96
114	<i>Protium</i> sp.	0,76	1111	143
115	<i>Protium tenulfolium</i>	0,67	915	122
116	<i>Protium tenulfolium</i> (Engl.) O. Kuntze	0,63	874	120
117	<i>Qualea albiflora</i> Warm	0,57	674	111
118	<i>Qualea brevipedicellata</i> Stafleu	0,74	1055	140
119	<i>Qualea</i> cf. <i>lancifolia</i>	0,58	695	118
120	<i>Qualea paraensis</i>	0,66	881	119
121	<i>Rollinia exsucca</i> (Dun.) A. DC.	0,52	754	116
122	<i>Roupala montana</i> Aubl	0,77	994	148
123	<i>Saccoglotis guianensis</i>	0,77	1116	127
124	<i>Sandwithiodoxa egregia</i> (Sandw.) Aubr. & Pellegr	0,84	1207	153

125	<i>Scheffera morototoni</i>	0,40	401	90
126	<i>Sclerolobium aff. Chrysophyllum</i>	0,62	861	114
127	<i>Sclerolobium chrysophyllum Poepp.& Endl.</i>	0,61	797	118
128	<i>Sclerolobium paraense Huber</i>	0,61	894	125
129	<i>Sclerolobium poeppigianum Baill</i>	0,65	945	129
130	<i>Sclerolobium sp.</i>	0,42	451	67
131	<i>Scleronema micranthum</i>	0,59	759	113
132	<i>Simarouba amara</i>	0,35	404	68
133	<i>Spondias lutea</i>	0,38	400	70
134	<i>Sterculia pilosa/ Sterculia speciosa</i>	0,53	619	100
135	<i>Sterculia speciosa K. Schum</i>	0,49	607	113
136	<i>Swartzia panacoco</i>	0,97	1368	163
137	<i>Symphonia globulifera L.</i>	0,58	780	117
138	<i>Syzygiopsis oppositifolia Ducke</i>	0,65	881	109
139	<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,87	1576	143
140	<i>Tachigali cf. myrmecophila Ducke</i>	0,57	822	115

141	<i>Tachigali myrmecophila</i>	0,56	787	105
142	<i>Tapirira guianensis</i>	0,50	571	91
143	<i>Terminalia amazonica</i>	0,80	1068	117
144	<i>Tetragastris altissima (Aubl.) Swartz</i>	0,74	1017	127
145	<i>Tetragastris panamensis (Engl.) O. Kuntze</i>	0,77	968	120
146	<i>Thrysodium guianensis</i>	0,63	657	110
147	<i>Trattinickia burserifolia</i>	0,44	507	78
148	<i>Trattinickia cf. burseraefolia Mart.</i>	0,50	517	99
149	<i>Trichilia lecointei Ducke</i>	0,90	1076	136
150	<i>Vantanea parviflora Lam.</i>	0,86	1259	166
151	<i>Vatairea guianensis</i>	0,70	365	61
152	<i>Vatairea paraensis Ducke</i>	0,78	1219	137
153	<i>Vatairea sericea Ducke</i>	0,71	1003	134
154	<i>Virola michellii</i>	0,50	577	100
155	<i>Vochysia guianensis Aubl.</i>	0,54	714	115
156	<i>Vochysia maxima Ducke</i>	0,49	617	95

157	<i>Vochysia melinonii Beckmann</i>	0,51	568	94
158	<i>Vochysia obidensis (Hub.) Ducke</i>	0,50	613	99
159	<i>Xylopia nitida Dun.</i>	0,56	694	141
160	<i>Fraxinus americana</i>	0,60	1500	174
161	<i>Fraxinus latifolia</i>	0,55	1270	136
162	<i>Fraxinus nigra</i>	0,49	1260	160
163	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0,56	1410	166
164	<i>Fraxinus profunda</i>	0,52	1110	127
165	<i>Fraxinus quadrangulata</i>	0,58	1380	140
166	<i>Acer macrophyllum</i>	0,48	1070	145
167	<i>Acer nigrum</i>	0,57	133	162
168	<i>Acer rubrum</i>	0,54	1340	164
169	<i>Acer saccharinum</i>	0,47	890	114
170	<i>Acer saccharum</i>	0,63	1580	183
171	<i>Betula alleghaneensis</i>	0,62	1660	201
172	<i>Betula lenta</i>	0,65	1690	217

173	<i>Betula papyrifera</i>	0,55	1230	159
174	<i>Betula papyrifera var nealaskana</i>	0,55	1300	190
175	<i>Patagonula americana</i>	0,64	1068	138

APÊNDICE B

Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais Universidade Federal do Amazonas

Questionário para avaliação de modelos de tacos de beisebol profissionais.

1. Idade?
Resposta:

2. Há quantos anos ou meses você pratica/joga beisebol?
Resposta:

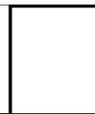
3. Marque abaixo o tipo de taco de beisebol que você mais utiliza:		
A. Madeira	B. Alumínio	C. Outros

4. Marque abaixo o comprimento de taco que você costuma utilizar:			
A. 34in ou 86,36cm	A. 33in ou 83,82cm	B. 32in ou 81,28cm	C. 31in ou 78,74cm

5. Enumere em ordem decrescente, do melhor taco para o pior. Caso não perceba diferença de qualidade ou não goste de qualquer modelo, marque com um "X" o item E e/ou F.	
A. Taco "A";	
B. Taco "B";	
C. Taco "C";	
D. Não percebo qualquer diferença entre os tacos testados;	
E. Não gostei de nenhum taco testado.	

6. Marque sua preferência em relação ao centro de gravidade(CG) do taco:	
A. CG mais próximo ao cabo, maior controle do taco, maior força exigida na rebatida.	

B. CG Mais próximo ao barril, menor controle, menos força exigida na rebatida.



APÊNDICE C

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa: **Madeiras Amazônicas para Produção de Tacos de Beisebol**

Convidamos o Sr. a participar da Pesquisa **Madeiras Amazônicas para Produção de Tacos de Beisebol**, sob a responsabilidade do pesquisador Cláudio Luiz de Oliveira Filho, o qual pretende avaliar espécies de madeiras amazônicas com potencial tecnológico para a confecção de taco de beisebol.

O procedimento de avaliação será da seguinte forma: A cada participante será solicitado que avalie 4(quatro) tacos de beisebol. Cada avaliador preencherá uma ficha com dados pessoais. A ordem de avaliação de cada exemplar será aleatória e a identificação dos tacos será ocultada. Na primeira etapa o avaliador irá manusear o taco livremente, observando peso e a empunhadura. Na segunda etapa o avaliador irá rebater uma sequência de 5(cinco) bolas com cada taco. Por fim, preencherá uma ficha de avaliação dos tacos de beisebol.

Existe um desconforto e risco mínimo para aquele que se submeter à avaliação dos tacos - lesões musculares, colisões com as bolas – portanto, o uso de equipamentos de proteção será obrigatório, assim como exercícios de aquecimento antes do teste. Não há benefício direto para os participantes desta pesquisa, mas sim para o coletivo do universo dos praticantes de beisebol, o qual terá o acesso aos procedimentos de confecção do produto, tipo de madeira, empresa que a comercializa legalmente e a possibilidade de obter o produto final no mercado.

Você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Programa de Pós-

Graduação em Ciências Florestais e Ambientais/UFAM e outra será fornecida a você. A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Para qualquer informação o Sr. poderá entrar contato com o pesquisador Cláudio Luiz de Oliveira Filho no endereço: Av. General Rodrigo Octávio, 6200, Setor Norte do Campus da UFAM, Faculdade de Tecnologia, bloco administrativo , sala 33, Coroado I Cep: 69077-000; pelo telefone 98176-9494 ou e-mail: claudioluiz@ufam.edu.br. Ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus - AM, telefone(92) 9171-2496/ 3305-1181 - Ramal 2004 ou pelo e-mail:cep@ufam.edu.br

Consentimento Pós-Informação

DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE:

Eu,

____ fui informado do objetivo da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O pesquisador e aplicador da avaliação certificaram-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do participante	data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do pesquisador	data
------	---------------------------	------

APENDICE D



To: Mr. Naum
SOUTHBAT
4690 Calle Quetzal
Camarillo, CA 93012
UNITED STATES

By Email only

Lausanne, the 22th July 2014

Subject: Inclusion in the 2014 IBAF Official Approved Wooden Bats List

Dear Mr. Naum,

We are pleased to confirm that your brand SOUTHBAT has been approved as per "2014 IBAF Wood Bat Manufacturer Regulations". Effective immediately, during the 2014 calendar year, your wood bats may be used in the IBAF Baseball World Cups.

Your brand will be included in the 2014 IBAF Official Approved Wooden Bats List until the end of 2014 unless the compliance with the "2014 IBAF Wood Bat Manufacturer Regulations" will not be maintained.

For 2015 a new procedure will be released.

Should you require any further details, do not hesitate to contact our office – email office@ibaf.org - Ms. Francesca Fabretto.

Thank you.

Sincerely,

Michael Schmidt
Executive Director

Headquarters
Maison du Sport International
54, Avenue de Rhodanie
1002 Lausanne, Switzerland
Tel. +41 21 318 82 40
Fax. +41 21 318 82 41

www.ibaf.org

APENDICE E

ESPÉCIES (NOME VULGAR)	SERRADO (R\$)
AMAPÁ	2.625,18
ANGELIM FAVA	1.504,37
ANGELIM PEDRA	1.696,52
ANGELIM RAJADO	1.754,67
ANGELIM VERMELHO	2.207,82
ARURÁ VERMELHO	1.346,75
BREU BRANCO	1.389,63
CEDRINHO	1.114,73
CUMARÚ	2.074,01
CUPIÚBA	1.563,83
GUARIÚBA	1.714,77
JATOBÁ	2.239,77
JUTAÍ POROROCA	2.816,12
LOURO ARITÚ	1.266,67
LOURO GAMELA	1.196,50
LOURO ITAÚBA	1.742,39
LOURO PRETO	1.384,62
MAÇARANDUBA	1.374,42
MANDIOQUEIRA	1.525,28
MUIRACATIARA	1.916,80
PEQUIÁ	1.699,87
PEQUIÁ MARFIM	1.455,35
SUCUPIRA AMARELA	1.360,40
SUCUPIRA PRETA	2.027,18
SUCUPIRA VERMELHA	1.501,00
TAUARI CACHIMBO	1.266,41
TAUARI VERMELHO	997,61
TIMBORANA	1.308,17
UXI	1.295,61
FAVA AMARGOSA	1.077,85

Quadro 10: Lista por nome vulgar das espécies comercializadas pela Mil Madeiras Preciosas e seu valor em reais para madeira serrada.