



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

JÉSSICA KAROLINI MACEDO DE SANTANA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES
AMAZÔNICAS**

**BRASÍLIA
2019**



JÉSSICA KAROLINI MACEDO DE SANTANA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES
AMAZÔNICAS**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientador (a): Nathalia Coelho Pereira

**BRASÍLIA
2019**

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, a minha orientadora pela oportunidade e confiança e em especial, a minha família pelo apoio, cuidado e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por jamais permitir que eu desistisse dos meus sonhos;

À minha mãe Simone, ao meu pai Domingos, à minha avó Maria do Socorro e à minha irmã Milena que sempre me motivaram a superar minhas limitações e lutar pelos meus objetivos.

Obrigada por fazerem parte da minha vida;

À minha amiga Beatriz Melo pela paciência e auxílio prestado para a construção deste trabalho;

À minha orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso Raquel Ferreira Kischlat por ter me apresentado a professora Nathalia Coelho Pereira e acreditado na minha capacidade;

À minha orientadora Nathalia Coelho Pereira pela oportunidade de poder fazer parte deste projeto;

À Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa por todo o suporte oferecido durante a construção deste projeto;

Ao Laboratório de Engenharia e Física da Madeira do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro – LPF/SFB, por permitir a utilização de suas dependências. Em especial, agradeço ao professor Peter Wimmer, ao Luciano Roitman e a toda equipe de profissionais envolvidos direta ou indiretamente com este projeto.

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da Criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante”.

Albert Schweitzer

RESUMO

Considerada um dos únicos recursos naturais renováveis com propriedades estruturais e resistência por unidade de peso, a madeira, segundo Zenid (2015), apresenta, além da fácil trabalhabilidade, do baixo consumo energético, da alta resistência específica e das boas características de isolamento térmico e elétrico, a possibilidade de uma produção sustentada nas florestas nativas e plantadas e nas modernas técnicas silviculturais empregadas nos reflorestamentos. Mas apesar de suas inúmeras vantagens, a madeira como material da construção civil, ainda está relegada a uma forma quase empírica e tradição. Sendo sua utilização de modo racional, dependente de amplos estudos para identificação, classificação e caracterização de novas espécies conforme exemplificado por Bessa (2018). Deste modo, o projeto de pesquisa em questão teve por objetivo, contribuir para a ampliação do número de espécies caracterizadas na Floresta Amazônica, sendo empregado para o cumprimento desse propósito, a realização dos ensaios para a determinação das propriedades físicas de três das nove espécies “inéditas” extraídas pelo Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro – LPF/SFB em parceria com a empresa Madeflona Industrial Madeireira Ltda, no ano 2017, em área de Concessão Florestal na Floresta Nacional de Jacundá, localizada entre os municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, Estado de Rondônia. Para a realização dos ensaios, foram confeccionados com base na norma brasileira NBR 7190/1997 para Projetos de Estruturas de Madeira, 110 corpos de prova divididos entre as três espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., Cedrinho ou Libra – *Erismia lanceolatum* Stapf. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. Por meio da apuração dos dados coletados, foram conquistados para a espécie de Roxinho, 1,013 g/cm³ de densidade aparente, 1,218 g/cm³ de densidade verde, 0,961 g/cm³ de densidade seca, 0,846 g/cm³ de densidade básica, 0,405% de retração axial, 4,485% de retração radial, 7,538% de retração tangencial, 1,681 de relação entre a retração tangencial e radial, 0,407% de inchamento axial, 4,696% de inchamento radial, 8,152% de inchamento tangencial e 13,691% de variação volumétrica; para a espécie de Cedrinho ou Libra, foram alcançados, 0,680 g/cm³ de densidade aparente, 1,060 g/cm³ de densidade verde, 0,632 g/cm³ de densidade seca, 0,545 g/cm³ de densidade básica, 0,432% de retração axial, 4,473 g/cm³ de retração radial, 9,302 g/cm³ de retração tangencial, relação entre retração tangencial e radial de 2,079, 0,433% de inchamento axial, 4,683% de inchamento radial, 10,256% de inchamento tangencial e variação volumétrica de 15,920%; para a espécie de Tamarindo, foram obtidos 0,960 g/cm³ de densidade aparente, 1,167 g/cm³ de densidade verde, 0,905 g/cm³ de densidade seca, 0,820 g/cm³ de densidade básica, 0,352% de retração axial, 3,523% de retração radial, 5,656% de retração tangencial, 1,606 de relação entre retração tangencial e radial, 0,353% de inchamento axial, 3,651% de inchamento radial, 5,995% de inchamento tangencial e 10,253% de variação volumétrica. Sendo constatado após a realização dos cálculos e da análise comparativa com as espécies de mesmo gênero disponibilizadas pelo Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, que os valores alcançados estão coerentes com os obtidos em outros estudos.

Palavras-Chave: Madeira. Construção Civil. Floresta Amazônica.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1_ Seção transversal de um tronco, mostrado em camadas	18
Figura 2.2_ Cerne distinto a indistinto	20
Figura 2.3_ Áneis de crescimento distintos e indistintos.....	21
Figura 2.4_ Imagens macroscópicas da tatajuba – <i>Bagassa guianensis</i>	22
Figura 2.5_ Raios medulares	23
Figura 2.6_ Elementos anatômicos estruturais da madeira (folhosa)	23
Figura 2.7_ Madeira de grã direita e reversa.....	26
Figura 2.8_ Gráfico esquemático da resistência com o teor de umidade	29
Figura 2.9_ Gráfico esquemático: densidade com a resistência mecânica e densidade com o teor de umidade	30
Figura 2.10_ Direções principais	33
Figura 2.11_ Perda de dimensões com a secagem	34
Figura 2.12_ Gráfico de contração com o teor de umidade	35
Figura 3.1_ Floresta Nacional de Jacundá	36
Figura 3.2_ Marcação dos Corpos de Prova	37
Figura 4.1_ Processo de armazenamento e corte da madeira	39
Figura 4.2_ Medição das amostras com o relógio comparador.....	40
Figura 4.3_ Secagem superficial dos corpos de prova	41
Figura 4.4_ Amostras no dessecador	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 5.1_ Resultado da Densidade Aparente das Três Espécies	46
Tabela 5.2_ Resultado da Densidade Verde das Três Espécies.....	47
Tabela 5.3_ Resultado da Densidade Seca das Três Espécies	49
Tabela 5.4_ Resultado da Densidade Básica das Três Espécies	50
Tabela 5.6_ Resultado da Estabilidade Dimensional das Três Espécies (Retração).....	52
Tabela 5.7_ Resultado da Estabilidade Dimensional das Três Espécies (Inchamento).....	53
Tabela 5.8_ Resultado da Variação Volumétrica das Três Espécies.....	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	MADEIRA E A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
2.2	CARACTERIZAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES E O MANEJO FLORESTAL	15
2.3	ESTRUTURA ANATÔMICA MACROSCÓPICA DA MADEIRA	17
2.4	ELEMENTOS ANATÔMICOS ESTRUTURAIS DA MADEIRA	21
2.5	PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA.....	24
2.6	TEOR DE UMIDADE.....	27
2.7	DENSIDADE	29
2.8	ESTABILIDADE DIMENSIONAL	32
3	METODOLOGIA	36
4	APRESENTAÇÃO DOS ENSAIOS	39
4.1	DENSIDADE APARENTE	40
4.2	DENSIDADE VERDE (SATURADA)	40
4.3	DENSIDADE SECA	41
4.4	DENSIDADE BÁSICA	43
4.5	ESTABILIDADE DIMENSIONAL	43
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
5.1	DENSIDADE APARENTE	45
5.2	DENSIDADE VERDE (SATURADA)	47
5.3	DENSIDADE SECA	48
5.4	DENSIDADE BÁSICA	50
5.5	ESTABILIDADE DIMENSIONAL	51

6	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE– PLANILHAS DE CÁLCULOS	58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a segunda maior reserva florestal do mundo, e possivelmente a mais diversa. Com uma área de aproximadamente 5,5 milhões de quilômetros, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a Floresta Amazônica, possui mais de 600 milhões de hectares, ocupando mais da metade do território brasileiro e estendendo-se pelas regiões do Suriname, Bolívia, Guiana, Guiana Francesa, Venezuela, Colômbia, Peru e Equador. Com a maior bacia hidrográfica do Planeta, a Amazônia é apontada atualmente, como uma das últimas grandes reservas de madeira tropical do mundo. E apesar de tamanha abundância e biodiversidade, a Floresta Amazônica, sofre hoje, um avançado processo de degradação, oriunda principalmente da exploração predatória e ilegal de seus recursos, da expansão exacerbada da agropecuária – que necessita de grandes áreas para o seu desenvolvimento– ; e do desconhecimento em relação às características e propriedades da madeira, que levam a um desperdício e subaproveitamento das mesmas.

Considerada um dos únicos recursos naturais renováveis com propriedades estruturais e resistência por unidade de peso, a madeira, segundo Zenid (2015), possui, além da fácil trabalhabilidade, do baixo consumo energético, da alta resistência específica e das boas características de isolamento térmico e elétrico, a viabilidade de uma produção sustentada nas florestas nativas e plantadas e nas modernas técnicas silviculturais empregadas nos reflorestamentos. Mas apesar de suas inúmeras vantagens, para a utilização da madeira tropical em estruturas, ou outra função mesmo que não estrutural, é necessário conhecer não somente as propriedades físicas e mecânicas, como também, os aspectos tecnológicos relativos ao seu comportamento. O que na prática não é muito desenvolvido, já que a grande maioria das espécies de madeira existentes na Amazônia, ainda não foram caracterizadas, as vezes nem mesmo classificadas, ou até identificadas (BESSA, 2018). O que acarreta, de acordo com Zenid (2015), um desempenho insatisfatório da madeira quando comparada a outros materiais existentes no mercado.

De modo geral, a caracterização tecnológica trata-se da determinação das principais características da madeira quer sejam anatômicas, físicas, químicas, biológicas, energéticas, mecânicas e de processamento. É uma referência para a espécie que será utilizada para diferenciá-la das demais e servirá de base para indicação de uso. Tal estudo deve ser feito de

maneira criteriosa e com total rigor científico para se ter credibilidade mundo afora. Para o consumidor de produtos florestais, a informação mais importante é a indicação de usos, notadamente para as espécies menos conhecidas. A caracterização da madeira possibilita maior rendimento e segurança em suas aplicações, além de ser uma forma de promoção do uso de novas espécies, valorizando as florestas ao mesmo tempo em que diminui a pressão sobre as espécies madeireiras tradicionais. Entre os produtos florestais estão componentes para construção civil.

Nesse projeto trabalharemos em colaboração com o Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro – LPF/SFB. Ele foi criado há mais de quarenta anos e tem atuado na área de tecnologia de madeira e outros produtos florestais. Nesse laboratório já foram caracterizadas cerca de 250 espécies de madeira da Amazônia.

No ano de 2017, o LPF/SFB em parceria com a empresa Madeflona Industrial Madeireira Ltda., realizaram a coleta de nove espécies de madeira (consideradas “inéditas” pelo laboratório) em área Concessão Florestal na Floresta Nacional de Jacundá, localizada entre os municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, Estado de Rondônia. As espécies coletadas serão objeto de estudo do Laboratório de Produtos Florestais, que realizará a caracterização tecnológica da madeira com vista à classificação em usos finais e introdução no mercado.

No presente Programa de Iniciação Científica por sua vez, será realizado a caracterização física de três das nove espécies ensaiadas, utilizando como referência a norma brasileira NBR 7190/1997 para Projetos de Estruturas de Madeira. Como forma de verificar a consistência dos resultados obtidos, será efetuado a comparação dos valores com os já registrados no Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do LPF ao longo dos seus mais de quarenta anos de existência. Por meio deste processo, será possível contribuir para a ampliação do número de espécies catalogadas na Floresta Amazônica.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Gerar informações técnicas que contribuam para a ampliação do número de espécies catalogadas na Floresta Amazônica, por meio da determinação das propriedades físicas de três espécies extraídas da região.

1.1.2 Objetivo Específico

Determinar por meio de ensaios laboratoriais baseados na norma brasileira NBR 7190/1997 para Projetos de Estruturas de Madeira, as propriedades físicas das três espécies amazônicas, escolhidas dentre as nove “inéditas” coletadas pelo Serviço Florestal Brasileiro no ano de 2017 na área de Concessão Florestal na Floresta Nacional de Jacundá, localizada entre os municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, Estado de Rondônia

As propriedades físicas analisadas na presente pesquisa serão: (1) a densidade aparente; (2) a densidade verde; (3) a densidade seca; (4) a densidade básica; (5) a contração tangencial; (6) a contração radial; (7) a contração axial (longitudinal); (8) a contrações volumétricas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão apresentados no capítulo em questão, os elementos utilizados para fundamentação da pesquisa a respeito da caracterização física da madeira, estando os mesmos, elencados nos seguintes tópicos:

- Madeira e a Construção Civil;
- Caracterização de Novas Espécies e o Manejo Florestal;
- Estruturas Anatômica Macroscópica da Madeira;
- Elementos Anatômicos Estruturais da Madeira;
- Propriedades Físicas da Madeira;
- Teor de Umidade;
- Densidade;
- Estabilidade Dimensional.

2.1 MADEIRA E A CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira possui diversas propriedades e aplicações que a tornam muito atraente frente a outros materiais. Segundo Zenid (2015), além da fácil trabalhabilidade, do baixo consumo energético durante o seu processamento, da alta resistência específica e das boas características de isolamento térmico e elétrico, a madeira possui como aspecto principal, sua possibilidade de produção sustentada nas florestas nativas e plantadas e nas modernas técnicas silviculturais empregadas nos reflorestamentos, que permitem alterar a qualidade da matéria-prima de acordo com a sua destinação.

De acordo com Zenid (2015), o fato da madeira ser resultado do crescimento de um ser vivo, implica em variações das suas características em função do meio em que se desenvolve. A esta versatilidade, acrescenta-se que a madeira é produzida por diferentes espécies de árvores, cada qual com características anatômicas, físicas e mecânicas particulares. Na Europa, por exemplo, existem pouco menos de vinte espécies de madeira, enquanto na Amazônia, os botânicos estimam existir da ordem de três mil espécies (MELO, 2016 apud BESSA, 2018).

Devido ao fato de ser um material higroscópico, as propriedades da madeira estão sujeitas a alterações de acordo com o teor de umidade presente no local. Sua natureza

biológica, a submete aos diversos mecanismos de deterioração existentes na natureza. Por consequência, é necessário, para a utilização da madeira tropical em estruturas, ou outra função mesmo que não estrutural, conhecer não somente as propriedades físicas e mecânicas, como também, os aspectos tecnológicos relativos ao seu comportamento. Mas a realidade atual é que a grande maioria das espécies de madeira existentes na Amazônia atualmente, ainda não foram caracterizadas, as vezes nem mesmo classificadas, ou até identificadas (BESSA, 2018). Segundo Zenid (2015), o desconhecimento das propriedades da madeira por muitos de seus usuários e a insistência em métodos de construções antiquados, são os maiores causadores do desempenho insatisfatório da madeira quando comparada a outros materiais existentes no mercado.

Diante dessa realidade, a madeira como material de construção civil, ainda está relegada a uma forma quase empírica e tradicional. Tendo seu emprego restrito a acessórios e obras provisórias, como escoramentos, formas em geral, postes, dormentes, estacas de fundações, dentre outros menos relevantes. O uso da madeira de modo racional, depende de amplos estudos para identificação, classificação e caracterização de novas espécies (BESSA, 2018).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES E O MANEJO FLORESTAL

A ampliação de programas de pesquisa relativos à caracterização de novas espécies de madeira, tem como um dos principais objetivos, a redução da pressão exercida sobre as espécies normalmente comercializadas. De acordo com Reis (2017), a promoção de novas espécies, poderia evitar a diminuição da densidade populacional das espécies mais comerciais e deste modo, conteria a sua extinção.

Conforme exposto por Adeodato et al. (2011), a comercialização de madeira de segunda linha (potenciais ou sem mercado consolidado), poderia ampliar a receita por hectares entre 40% e 50% no manejo florestal. Sendo que nesta categoria menos nobre, existem mais de 100 espécies com qualidade mínima para exploração comercial nos padrões estipulados em lei. De acordo com os autores, tais espécies podem render entre 700 e 1,4 mil dólares por hectare na Amazônia. Enquanto as madeiras de primeira linha, como a maçaranduba e o cumaru, por volta de 1,2 a 3,6 mil dólares por hectare.

Segundo Reis (2017), para minimizar a questão da escassez de determinadas espécies, é necessário que o mercado consumidor de madeira trabalhe com as espécies fornecidas pela floresta. Para tanto, é importante levar em consideração diversos fatores como, a disponibilidade da espécie na floresta (densidade-árvore por hectare), sua distribuição diamétrica e suas propriedades tecnológicas.

Ao se utilizar as espécies disponíveis, não somente a biodiversidade das florestas são preservadas como também, o bem-estar do Planeta Terra. De acordo com o Adeodato et al. (2011), as florestas desempenham funções ecológicas fundamentais para o equilíbrio do clima, favorecendo os padrões indispensáveis à produção de alimentos, como regime de chuvas, solos estáveis, aporte de nutrientes, polinização e controle de pragas. Segundo estudos científicos realizados pela Universidade de São Paulo, as mudanças na cobertura florestal da Amazônia propiciam reflexos no regime de chuvas em outras regiões do país, como parte do Centro-Oeste, Sudeste e Sul, onde se concentra grande parte da produção agrícola e a população brasileira mais susceptível a catástrofes, como inundações e deslizamentos de terra nas encostas.

Segundo Adeodato et al. (2011), muitos países vêm protegendo suas florestas com o objetivo de assegurar provisão de água e redução da degradação que atinge um quarto dos solos do Planeta. Conforme exposto pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), realizada em 1992, a conservação das florestas evita a erosão nas margens dos rios e nas encostas e controla a infiltração da chuva que regula a água dos lenções subterrâneos. Sendo que das 105 maiores cidades do mundo, 35 são abastecidas por bacias hidrográficas contendo florestas, estando três quartos da água doce disponível no mundo nascendo em áreas cobertas por matas, onde apenas 8% delas, estão sob proteção legal na forma de parques ou reservas ecológicas, com fins de conservação do solo e da água.

Como exposto por Adeodato et al. (2011), um dos caminhos mais difundidos para movimentar a economia e reduzir o desmatamento é o manejo florestal. Onde é desenvolvido a exploração da madeira e de outros produtos, mediante determinadas regras e métodos para redução dos impactos ambientais. Ao serem aplicados corretamente, conservam as florestas em boas condições ecológicas para o fornecimento futuro de serviços ambientais e para a exploração econômica. De acordo com os autores, o manejo florestal tem a função de reduzir a pressão e as incursões clandestinas sobre as terras indígenas, parques nacionais, reservas

ecológicas e demais áreas de conservação. Contribuindo deste modo para a conservação da biodiversidade em maior escala.

2.3 ESTRUTURA ANATÔMICA MACROSCÓPICA DA MADEIRA

2.3.1 Nomenclatura botânica e comercial

A Nomenclatura Botânica assim como definido por Melo (2017), trata-se de um código internacional destinado a classificar e identificar os vegetais, baseando-se em suas características morfológicas, anatômicas e químicas dos órgãos vegetativos e reprodutivos. Dentro desta classificação, encontram-se os dois grandes grupos de vegetais produtores de madeira, que serão discutidos ao longo deste trabalho, por apresentarem árvores que produzem madeiras para fins comerciais e, conseqüentemente, estruturais. Sendo elas, as dicotiledôneas, também denominadas de folhosas e as coníferas. Por meio desta nomenclatura, a espécie é a unidade básica da classificação, isto é, somente com a identificação até a espécie, é possível a confirmação do seu comportamento com base nas propriedades de caracterização. A seguir, são destacados a classificação botânica de duas espécies conhecidas no mercado (Fonte: LPF/MMA):

Nome Comum	Mogno	Pinheiro do Paraná
Reino	Vegetal	Vegetal
Seção	Fanerogama	Famerogma
Divisão	Angiospermae	Gmnospermae
Classe	Dicotiledoneae	Coniferae
Ordem	Geraniales	Coniferales
Família	Maliaceae	Araucariaceae
Gênero	<i>Swietenia</i>	Araucária
Espécie	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Araucaria angustifolia</i>

O Nome Comum ou Nomenclatura Comercial da madeira por sua vez, é o nome popular de uma determinada espécie. Normalmente tem origem regional e muitas vezes estes nomes são atribuídos devido a aparência semelhante com outras madeiras já tradicionalmente comercializadas. Conforme exemplificado pelo IBAMA (1996) apud Bessa

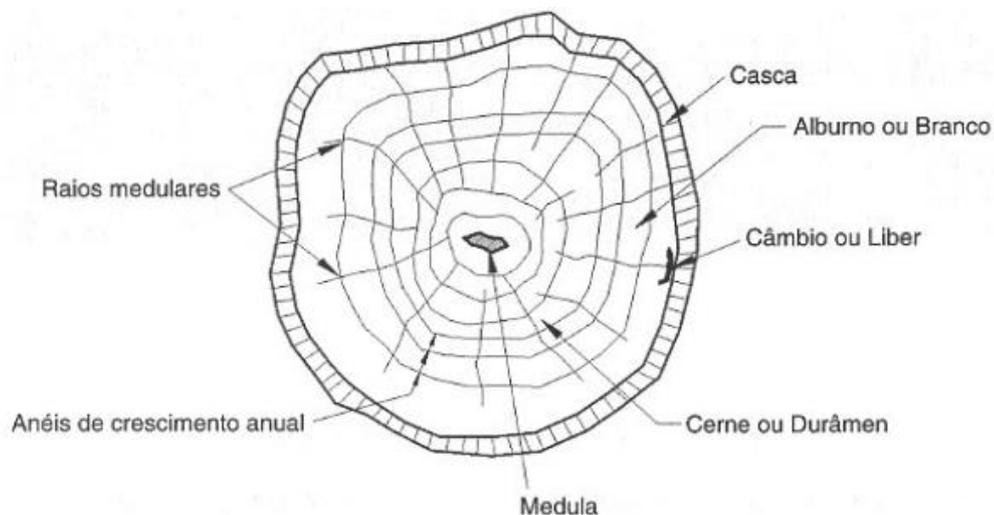
(2018), a grande extensão territorial do Brasil, sua vasta gama de espécies disponíveis, atribuída ao pouco conhecimento deste material, justifica a existência de múltiplos nomes comuns para uma mesma espécie de madeira, bem como, um mesmo nome para diferentes espécies comercializadas. Em contrapartida, o nome científico é único por espécie, de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Botânica. Portanto, é de suma importância que na especificação de uma determinada espécie, seu nome científico esteja presente (MELO & SIQUEIRA, 1992 apud BESSA, 2018).

2.3.2 Partes da árvore

Conforme definido por Melo (2017), a árvore é constituída por células com propriedades específicas, que se agregam umas às outras formando os elementos que executam as funções vitais de seu crescimento, tais como a transformação, o armazenamento e transporte de substâncias nutritivas e a sustentação do vegetal.

Ao ser realizado o corte transversal no tronco ou caule de uma árvore (Figura 2.1), é possível observar as seguintes partes:

Figura 2.1_Seção transversal de um tronco, mostrado em camadas



Fonte: Pfeil, W e Pfeil, M (2003)

2.3.2.1 Casca

A casca assim como definido por Pfeil, W e Pfeil, M (2003), trata-se da proteção externa da árvore, formada por uma camada externa de células mortas, com espessura variando conforme a idade e espécie da mesma e na parte interna, uma fina camada de tecido vivo e macio, responsável por conduzir a seiva elaborada para as partes em desenvolvimento.

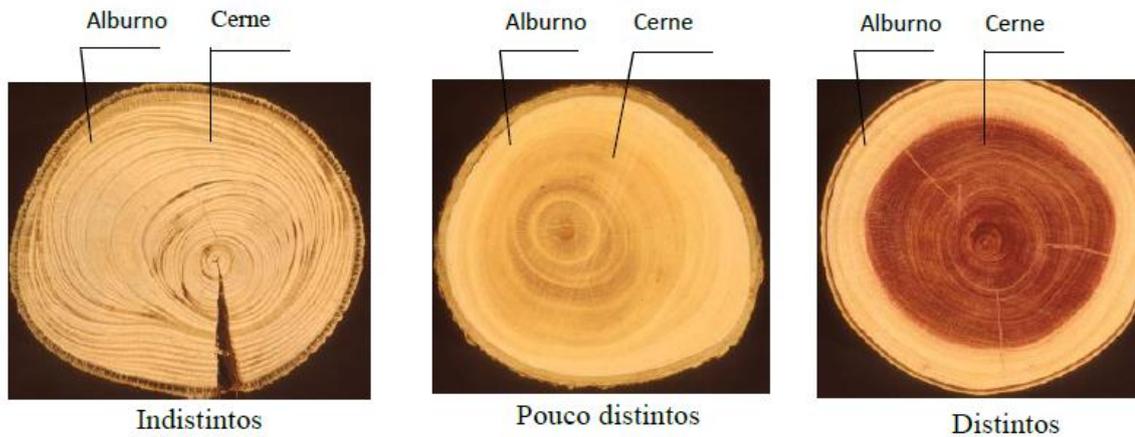
2.3.2.2 Alburno ou branco

O alburno ou branco por sua vez, é formado pela parte mais externa e nova da madeira, onde decorre o transporte ascendente de água e nutrientes retirados do solo (seiva bruta) e a estocagem de substâncias de reserva. A maioria das células presentes no alburno são vivas, geralmente de coloração clara, mais leve que o cerne e suscetível ao ataque de fungos e insetos. Entre a casca e o alburno existe uma camada de células denominada de câmbio, que por divisões sucessivas vão dando origem a novas camadas de madeira que por consequência, vai aumentando o diâmetro do tronco. Desde modo, à medida que novas camadas de alburno são geradas, elas vão se distanciando do câmbio e perdendo gradativamente a capacidade de conduzir seiva elaborada, adquirindo assim, uma tonalidade mais escura em detrimento da decomposição e transformação de algumas substâncias de reservas, dando origem ao cerne. O mesmo processo ocorre com a casca, onde a parte mais externa vai se distanciando do câmbio, perdendo a capacidade de transportar a seiva, provocando assim, a morte das células. Por ser constituída de madeira menos densa, o alburno contém mais umidade do que o cerne, sendo a parte da madeira mais adequada para o tratamento com preservativos. (WOOD HANDBOOK, 2002 apud BESSA, 2018).

2.3.2.3 Cerne ou durâmen

O cerne ou durâmen, como exemplificado no Wood Handbook (2002) apud Bessa (2018), encontra-se situado logo após o alburno, em direção ao centro do tronco. Nesta região as células estão inativas, os poros de algumas espécies obstruídos por tilos ou gomas e as cavidades celulares impregnadas de substâncias extrativas (tanino, resinas, gorduras e carboidratos). O transporte de seiva já não existe e a presença de extrativos, tóxicos aos organismos degradadores da madeira, dá a esta região da árvore, maior durabilidade natural e densidade. Normalmente, o cerne é caracterizado por possuir uma coloração mais escura do que o alburno, devido as alterações químicas dos extrativos extintos, portanto, a possibilidade de ambos serem indistintos. Consequentemente, o bloqueio dos poros e cavidades celulares do cerne, torna o processo de secagem e impregnação de substâncias preservativas mais trabalhosa, porém, menos suscetível a atuação de fungos e insetos, já que o mesmo não apresenta as condições ideais de desenvolvimento. A Figura 2.2 destaca três tipos de seções transversais de espécies com cernes distintos a indistintos.

Figura 2.2_Cerne distinto a indistinto



Fonte: Bessa (2018)

2.3.2.4 Medula

A medula é a parte mais interna e velha do tronco da árvore. Com diâmetros variados, a mesma, pode ser do tipo central ou excêntrica. Em volta da medula, existe uma camada de madeira que se constituiu ao longo dos primeiros anos da árvore, quando se iniciou o aumento do diâmetro do tronco, denominado de lenho juvenil. Para algumas espécies, é frágil, pouco resistente e menos estável que o restante da madeira do tronco, o que acaba por contribuir para o surgimento de falhas no processo de secagem. Tanto a medula como o lenho juvenil são mais susceptíveis ao ataque de fungos e insetos, dando origem aos ocos no tronco, mesmo na árvore viva (MELO, 2017).

2.3.2.5 Anéis de crescimento

Assim como definido no Wood Handbook (2002) apud Bessa (2018), os anéis de crescimento, trata-se de uma série de camadas de crescimento concêntricas, muitas vezes de cores alternadas entre claras e escuras, com diferentes espessuras, que vão da medula até a casca, resultantes das diversões sucessivas do câmbio, influenciado pelas condições específicas da espécie e do ambiente a qual se encontra. Desta forma, as atividades do câmbio não ocorrem de maneira contínua. Em regiões onde as estações do ano são bem definidas, os anéis de crescimento são bem diferenciados: Na primavera e verão, época mais propícia ao desenvolvimento da árvore, a camada de madeira formada possui menor densidade. Já no outono e inverno, período de repouso vegetativo, a camada de madeira tende a apresentar maior densidade e resistência. O número de anéis na seção transversal do tronco, permite

supor a idade da árvore, considerando que cada anel corresponde ao desenvolvimento obtido ao longo de um ano. A figura 2.3 apresenta exemplos de seções transversais com anéis de crescimento distintos e indistintos.

Figura 2.3_Áneis de crescimento distintos e indistintos



Fonte: Bessa (2018)

2.4 ELEMENTOS ANATÔMICOS ESTRUTURAIS DA MADEIRA

2.4.1 Célula vegetal

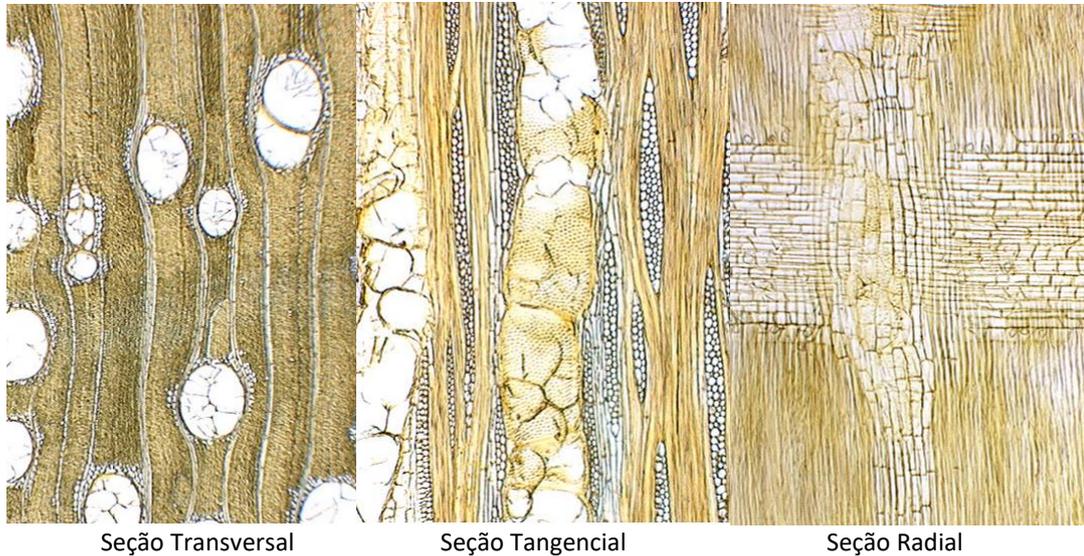
Segundo Melo (2017), assim como qualquer outro ser vivo, a árvore é constituída por pequenas unidades individuais cimentadas entre si, denominadas de células. Suas dimensões e formas são definidas de acordo com as funções desenvolvidas na madeira. As células possuem camadas envoltórias compostas principalmente das substâncias, celulose e lignina, que são classificadas de paredes de celulose. A celulose trata-se de um polímero linear que se dispõe em forma de microfibrilas, constituindo o esqueleto ou estrutura das paredes das células. A lignina por sua vez, atua como o elemento cimentante da estrutura da celulose, dando rigidez ao conjunto e, conseqüentemente, estabelecendo as características de resistência mecânica da madeira.

2.4.2 Vasos

Os vasos ou elementos vasculares, conforme definido por Gonzaga (2006), são células tubulares alongadas, ligadas transversalmente, cuja função é conduzir a seiva bruta até as folhas. No corte transversal se apresentam como orifícios chamados de poros. No cerne de algumas espécies ocorre a formação de tilos, que obstruem os vasos, tornando a madeira mais

compacta e resistente à ação de fungos apodrecedores. Exemplo: tatajuba – *Bagassa guianensis* (Figura 2.4).

Figura 2.4_Imagens macroscópicas da tatajuba – *Bagassa guianensis*



Fonte: Delta/intkey

2.4.3 Traqueídes

De acordo com Bessa (2018), as traqueídes são células alongadas, cilíndricas, fechadas e afiladas nas extremidades. O transporte da seiva bruta é aferido por meio de válvulas especiais (pontuação aureolada), entre células adjacentes ao longo do comprimento do tronco. Ocorrem nas coníferas, com funções de condução da seiva bruta e resistência mecânica.

2.4.4 Raios medulares

Os raios medulares são células radiais alongadas, de seção aproximadamente retangular, dispostas no sentido radial à seção transversal do tronco, isto é, são perpendiculares aos vasos e traqueídes. Sua função consiste basicamente em proporcionar a união dos diferentes componentes do tronco, bem como conduzir a seiva elaborada da periferia (floema ou camada liberiana) até o cerne. Os raios medulares da espécie de madeira Louro Faia (*Roupala montana*) são bem visíveis a olho nu, o que atribui a mesma, uma imagem na face radial bastante interessante (Figura 2.5) (BESSA, 2018).

Figura 2.5_ Raios medulares

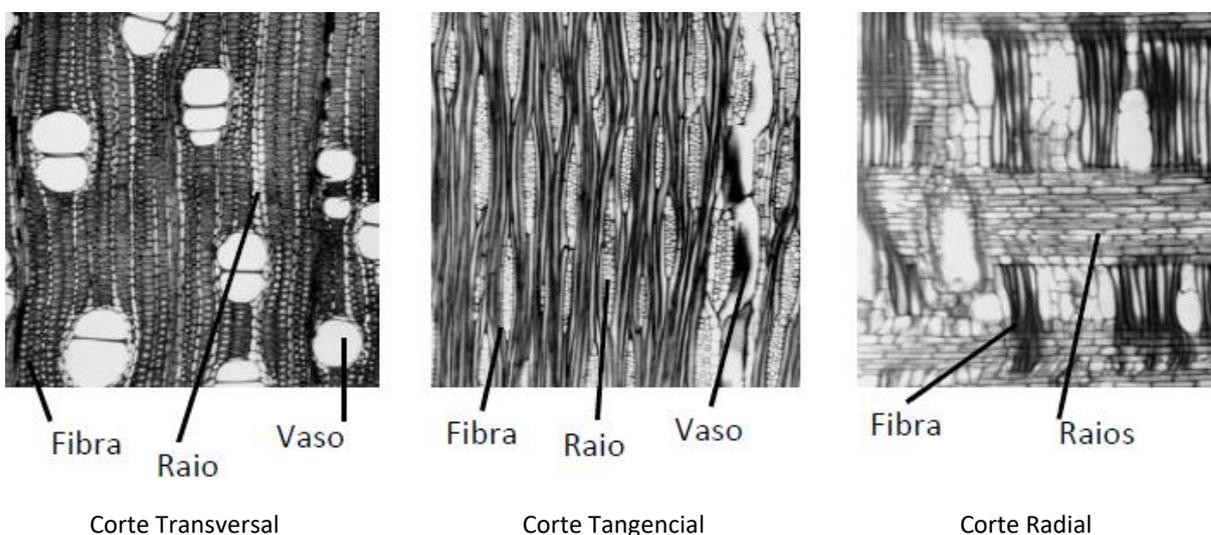


Fonte: Bessa (2018)

2.4.5 Fibras

De acordo com Melo (2017), as fibras são células alongadas, cilíndricas e afiladas nas extremidades, orientadas no sentido do eixo do tronco, formando a maior parte de madeira das folhosas. Não presente nas coníferas, sendo responsáveis pela resistência mecânica da espécie. Em todas as árvores, segundo o autor, é encontrado sempre os mesmos tipos de células, possibilitando estruturas definidas, a partir dos elementos elencados acima (fibras, vasos, traqueídes e raios). A distinção entre elas resulta do tipo característico destes elementos, na quantidade e dimensões que ocorrem e na espessura das paredes das células que os compõem (Figura 2.6).

Figura 2.6_ Elementos anatômicos estruturais da madeira (folhosa)



Fonte: Melo (2017)

2.5 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

Em conformidade com o capítulo visto anteriormente, a quantidade, disposição, orientação e composição química dos elementos anatômicos da madeira, exemplificam sua natureza heterogênea e anisotrópica. Segundo Melo (2017), as propriedades físicas e mecânicas da madeira apresentam comportamentos distintos, principalmente entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e dentro de uma mesma árvore. De acordo com o autor, esta variabilidade pode, no entanto, ser apurada através de um sistema de amostragem aleatória e representativa, com um erro mínimo de estimativa, realizando-se ensaios em corpos de prova isentos de defeitos, tais como nós, fibras inclinadas, rachaduras e empenamentos. A caracterização física e mecânica da madeira tem por finalidade, identificar os usos específicos de espécies pouco conhecidas ou desconhecidas e estimar as tensões de cálculo e dimensionamento de estruturas. Para efeito de caracterização física da madeira, pode-se considerá-la como um material anisotrópico, com três direções principais, perpendiculares entre si, coincidentes com a direção longitudinal (ao longo do comprimento da árvore), tangencial (tangente aos anéis de crescimento) e radial (em direção ao centro da árvore). A seguir serão expostas as principais propriedades físicas da madeira.

2.5.1 Caracteres Gerais

2.5.1.1 Cor

Segundo Melo (2013), a cor é uma das características que auxiliam na identificação de espécies e classificação quanto ao seu uso final. De acordo com o autor, a madeira serrada sofre alterações na sua coloração com o passar do tempo, em exposição à luz solar, ataque de fungos e bactérias, ou variações do teor de umidade, devido a oxidação de seus elementos orgânicos. A variação da cor natural da madeira se deve, principalmente, a presença de extrativos (taninos, resinas e óleos) nas células e nas paredes celulares, que se depositam de forma mais acentuada no cerne. Geralmente, as madeiras de cores escuras apresentam maior durabilidade natural, devido a presença de alguns extrativos que são tóxicos aos fungos e insetos. A definição de cor da madeira era realizada utilizando a tabela de cores Munsell, para solos. Atualmente se adota o sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminantes), cujo método delimita a sensação de cor baseada em três elementos (Luminosidade, tonalidade e cromaticidade). Os dados colorimétricos são obtidos por meio de um Espectrofotômetro.

Dentre as espécies de madeira com cerne de cor forte e agradável, pode-se citar, segundo Bessa (2018):

Muirapiranga – *Brosimum rubescens*
 Pau amarelo – *Euxylophora paraensis*
 Roxinho – *Peltogyne paniculata*
 Muirapixuna – *Cassia scleroxylon*
 Maria preta – *Zizyphus itacaiunensis*
 Pau santo – *Zollernia paraensis*
 Jatobá – *Hymenaea courbaril*

2.5.1.2 Cheiro

Assim como a cor, o cheiro é uma das características relevantes na identificação e classificação de espécies de madeira quanto ao seu uso, devido à capacidade de desprender odores desagradáveis. Segundo Melo (2017), o cheiro ocorre em algumas espécies, podendo ser mais notório em madeiras com alto teor de umidade. Sendo tal particularidade, consequência da presença de substâncias voláteis que tendem a diminuir com a perda de umidade. Desde modo, os engradados para transporte de gêneros alimentícios por exemplo, devem ser fabricados com madeiras inodoras. Dentre as espécies de madeira com cheiro desagradável, podemos apontar: Angelim vermelho – *Dinizia excelsa*: Exala um cheiro muito desagradável, principalmente quando apresentam altos teores de umidade; Cupiuba – *Goupia glabra*: Cheiro não tão intenso quanto ao do Angelim.

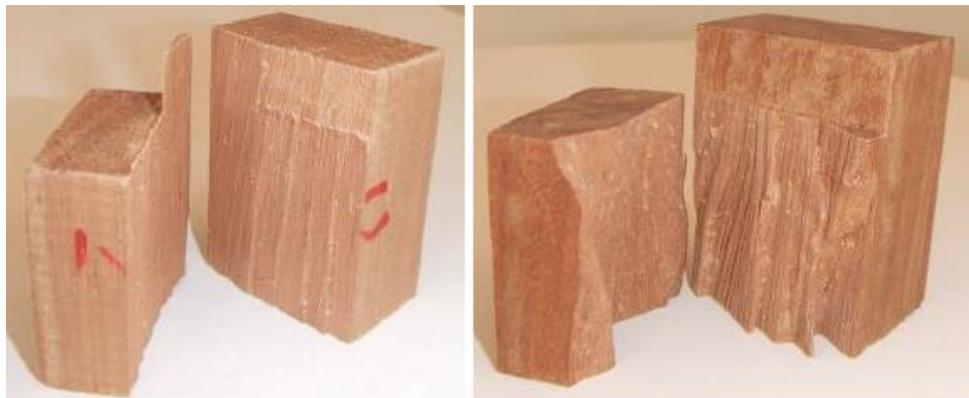
2.5.1.3 Grã

A grã, conforme definido por Coradin (1990) apud Bessa (2018), trata-se de um termo empregado para descrever a direção longitudinal dos elementos anatômicos estruturais da madeira (fibras, vasos e traqueoides) na árvore, em relação ao crescimento axial e na madeira serrada, em relação a uma superfície em exposição. De maneira simplificada, assim com exposto por Bessa (2018), quando se racha uma peça de madeira na direção longitudinal, a mesma se parte seguindo a direção dos elementos anatômicos, isto é, no sentido da grã. No processo de crescimento da árvore, são vários os fatores que atuam no arranjo e orientação destes elementos. Devido à diversificação dos tipos de grã e a sua importância na utilização da madeira, a mesma é classificada em grã direita (reta) e grã irregular. Na grã direita, existe o paralelismo dos elementos anatômicos, com a direção longitudinal do tronco ou da peça serrada. Está é a orientação mais comum e desejável, por fornecer madeira serrada de maior

qualidade, tanto em termos de resistência estrutural, quanto de processamento primário e secundário e estabilidade dimensional durante o processo de secagem. Na grã irregular, os elementos anatômicos podem estar orientados de forma inclinada, em espiral, ondulada ou entrecruzados, em relação ao eixo longitudinal do tronco. Neste tipo de formulação, a madeira apresenta uma maior variabilidade de comportamento, dificultando assim, o processo de caracterização. Contudo, fornece figuras decorativas inusitadas, que são exploradas, quando o aspecto visual é o fator crucial para a escolha de uma determinada espécie. A Figura 2.7 apresenta dois tipos de grã. Em relação ao tipo de grã, podemos citar as seguintes espécies:

Grã direita	Grã reversa
Jequitibá-rosa – <i>Cariniana micrantha</i>	Cerejeira – <i>Amburana acreana</i>
Cedro – <i>Cedrela odorata</i>	Garapeira – <i>Apuleia molaris</i>
Maçaranduba – <i>Manilkara huberi</i>	Muiracatiara – <i>Astronium gracile</i>
Tuturubá – <i>Pouteria oblanceolata</i>	Peroba-mico – <i>Aspidosperma macrocarpon</i>

Figura 2.7_Madeira de grã direita e reversa



Grã direita

Grã reversa

Fonte: (Melo, 2014)

2.5.1.4 Textura

A textura é o termo utilizado para se referir ao efeito produzido na madeira, pelas dimensões, distribuição e abundância relativa dos elementos anatômicos estruturais da madeira. Normalmente, esta característica é classificada em textura fina, média e grossa, segundo o grau de uniformidade da madeira. Nas folhosas, a medida da textura se refere ao diâmetro e número de vasos e a largura dos raios e nas coníferas, o diâmetro na direção tangencial dos traqueídes. Conforme o próprio nome diz, a madeira de textura fina apresenta

uma superfície uniforme e lisa, ideal para aplicações, onde um bom acabamento é essencial (MELO, 2017). No que se refere à textura, podemos elencar as seguintes espécies, segundo Bessa (2018):

Textura fina	Textura média	Textura grossa
Pau amarelo – <i>Euxylophora paraenses</i>	Garapeira – <i>Apuleia molaris</i>	Cedro – <i>Cedrela odorata</i>
Tuturubá – <i>Pouteria oblanceolata</i>	Muiracatiara - <i>Astronium ulei</i>	Cedrorana – <i>Cedrelinga catenaeformis</i>
Peroba-mico – <i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Tanibuca - <i>Buchenavia grandis</i>	Angelim-pedra – <i>Hymenolobium petraeun</i>
Abiurana – <i>Diploon venezuelana</i>	Freijó – <i>Cordia goeldiana</i>	Louro/faeira – <i>Roupala montana</i>

2.5.1.5 Figura

O conceito de figura (desenho) que se obtém com o sentido de corte da madeira é bastante subjetivo, sob o ponto de vista estético, dependendo das características naturais da espécie, presentes no cerne e alburno, tais como anéis de crescimento distintos, raios diferenciados, cores e tipo de grã (MELO, 2017). Segundo Bessa (2018), a maioria das espécies de madeira da Amazônia possuem figuras pouco destacadas ou sem figuras. Em relação à figura, podemos destacar:

- Cerejeira – *Amburana acreana*: Figura destacada pelo aspecto fibroso
- Garapeira – *Apuleia molaris*: Figura em faixas destacadas
- Muiracatiara-rajada – *Astronium lecointei*: Figura destacada por rajas escuras
- Envira – *Diclinanona calycina*: Figura destacada

2.6 TEOR DE UMIDADE

A madeira por se tratar de um material higroscópico, possui a capacidade de entrar em equilíbrio com o ambiente, perdendo ou ganhando umidade, em função da umidade relativa e temperatura do ar. Esta sensibilidade em perder ou absorver umidade e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas, comportamento na secagem, eficiência nos processos de preservação, durabilidade natural, trabalhabilidade, acabamento e produtos derivados, torna esta propriedade uma das mais importantes no estudo do comportamento da madeira. A maior parte da seiva é constituída de água, que está, portanto, preenchendo os vazios dos traqueídes, vasos, raios e espaços intercelulares. Esta referida água é denominada de água

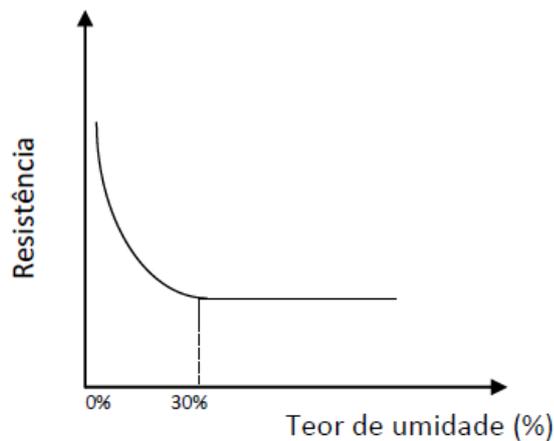
livre e se mantém, por meio de forças capilares. A mesma pode ser retirada facilmente, por meio de algum processo de secagem, sem alterar suas características dimensionais e as propriedades físicas e mecânicas. Existe também, a água de impregnação ou capilaridade, que se encontra impregnada nas paredes destas células. Esta por sua vez, necessita para o seu processo de retirada, um consumo maior de energia do que o empregado para o caso de água livre, ocorrendo o fenômeno de retração, devido à aproximação das cadeias de celulose e, conseqüentemente, alterações significativas nas propriedades da madeira. A madeira é considerada verde, quando contém água livre e água de impregnação. Quando somente a água livre é retirada, permanecendo a água de impregnação, diz-se que a madeira está com um teor de umidade correspondente ao ponto de saturação das fibras (JARA, 1987 apud BESSA, 2018). O ponto de saturação das fibras varia conforme a espécie, porém, permanecem em torno de 30% para a maioria delas. Abaixo do ponto de saturação das fibras (a madeira já perdeu toda a água livre e teve início à perda de água de impregnação), a madeira tende a estabilizar-se, quando o seu teor de umidade entra em equilíbrio com a temperatura e umidade relativa do ar. Sendo este ponto intitulado de teor de umidade de equilíbrio (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1982 apud BESSA, 2018). Como exemplo, o teor de umidade de equilíbrio médio anual da madeira em Porto Alegre é de 14,9%; em São Paulo, 15,4%; em Belo Horizonte, 13,6%; em Manaus, 17,1% e em Belém, 18,8% (GALVÃO, s.d apud Bessa, 2018). O teor de umidade (T_u) de uma peça de madeira é definido por meio da relação entre o peso úmido (P_u) e o peso seco (P_s), expresso em porcentagem, conforme a equação a seguir (COPANT, 1972):

$$T_u = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 \quad (2.1)$$

Onde o peso úmido, refere-se ao peso da madeira, na umidade em que se encontra e o peso seco em estufa, ao seu pesado após secar em estufa a uma temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingir a estabilidade. Segundo Melo (2017), este é o processo mais exato para determinação do teor de umidade. É comum a utilização de medidores portáteis, que não são tão precisos, porém fornecem de maneira prática e rápida, a estimativa do teor de umidade no local, sem que seja necessário o corte e transporte do material para um laboratório. Estes medidores se baseiam nas propriedades elétricas da madeira, funcionando como uma resistência elétrica para fechar o circuito, quando as agulhas são penetradas na peça de

madeira. Em função do uso a que se destina, é muito importante que a madeira, esteja próxima ao teor de umidade de equilíbrio da região, para que sejam evitados problemas indesejáveis, oriundos de alterações nas suas formas e dimensões originais. Para fins estruturais, se considera a resistência da madeira em condições secas, quando se encontra com teor de umidade de equilíbrio regional. À medida que o teor de umidade aumenta, a madeira vai perdendo resistência até atingir o ponto de saturação, onde permanece estabilizado, conforme exemplificado no gráfico da figura 2.8:

Figura 2.8_ Gráfico esquemático da resistência com o teor de umidade



Fonte: Melo (2017)

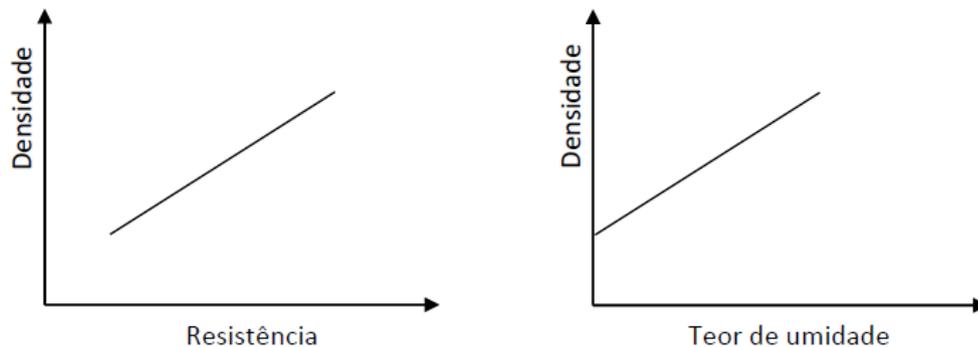
2.7 DENSIDADE

A densidade é definida como a massa da amostra por unidade de volume. Por eventualidade, as definições de unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI), na qual as grandezas básicas são o comprimento, a massa e o tempo e no Sistema MKS e MKS técnico, as grandezas básicas são o comprimento, a força e o tempo, o valor numérico de massa, em unidades do SI, é praticamente igual ao valor numérico de peso, em unidades do MKS técnico. Desta forma, segundo Bessa (2018), é comum expressar a densidade ou massa específica, como a relação entre peso e volume de uma amostra. Como a massa e o volume representam a parte sólida (madeira), líquida (água) e vazios celulares e intercelulares, foram estabelecidos quatro valores de densidades para a mesma amostra de madeira. Sendo tal ação justificada, devido a importância da densidade como parâmetro referencial de qualidade da madeira em relação a usos específicos e diferenças numéricas entre elas. Portanto, a palavra densidade pode vir a trazer dúvidas ou interpretações errôneas, se não vier acompanhada das condições

de umidade na qual foram obtidas. A densidade do material lenhoso (somente madeira), por exemplo, é de aproximadamente 1500 kg/m^3 , independente da espécie, entretanto este valor nada representa em condições normais de utilização. Segundo Hoyle (1971) apud Bessa (2018), a densidade é definida como a relação entre o peso da amostra de madeira e o peso do volume de água deslocada, pela imersão do corpo de prova. Deste modo, é adimensional. Como no sistema métrico a densidade da água é aproximadamente igual a um, o valor numérico da densidade e peso específico é o mesmo.

As normas de caracterização especificam os procedimentos para a obtenção do peso da amostra (dimensões e precisão de balança) e seu volume (medidas diretas com paquímetro, imersão em água ou mercúrio) na determinação dos valores da densidade. A Figura 2.9 apresenta a relação, praticamente linear entre a densidade, resistência mecânica e teor de umidade.

Figura 2.9_Gráfico esquemático: densidade com a resistência mecânica e densidade com o teor de umidade



Fonte: Bessa (2018)

2.7.1 Densidade Aparente

A densidade aparente trata-se da relação entre massa (m_{ap}) e o volume (V_{ap}), ambos a um determinado teor de umidade. Comumente, a densidade aparente é determinada a 12% ou a 15% de teor de umidade (COPANT 461, 1972). Segundo Bessa (2018), a densidade aparente é a mais difícil de se obter, devido a necessidade de condicionar a madeira em ambiente climatizado, sendo, portanto, um processo demorado, além de muitas vezes, ser necessário também, a correção dos valores obtidos, devido à variação que normalmente ocorre em torno do teor de umidade desejado. A densidade aparente é muito utilizada na avaliação do peso próprio de estruturas em viga laminada colada, em madeira maciça e em comparativos de espécies para usos específicos.

$$D_{ap} = \frac{m_{ap}}{V_{ap}} \quad (g/cm^3 \text{ ou } kg/m^3) \quad (2.2)$$

A densidade aparente (D_{ap}) pode ser determinada por meio da densidade básica (D_b) e da contração volumétrica, de acordo com as seguintes equações:

$$D_{ap} = \left(\frac{1 + \frac{U_i}{100}}{1 - \frac{CV_{U_i}}{100}} \right) x D_b \quad \text{para } U_i < 30\% \quad (2.3)$$

$$D_{ap} = \left(1 + \frac{U_i}{100} \right) x D_b \quad \text{para } U_i \geq 30\% \quad (2.4)$$

Onde:

U_i – É o teor de umidade desejado em porcentagem;

CV_{U_i} – É o valor da contração volumétrica da madeira saturada até o teor de umidade U_i .

2.7.2 Densidade Verde (Saturada)

Segundo Melo (2017), a densidade verde é a relação entre a massa (m_v) e o volume (V_v), ambos em condições de saturação das fibras e vazios celulares e intercelulares. Nestas condições, a madeira é denominada de madeira saturada. Acima do ponto de saturação das fibras, o volume permanece constante, enquanto o peso varia conforme a água livre presente nos vazios celulares e intercelulares. Daí a importância de verificar se a densidade verde é saturada, ou a um determinado teor de umidade acima do ponto de saturação das fibras, especialmente para madeiras de baixa densidade. Tal análise é utilizada para a realização da estimativa do peso para transporte, peso próprio da estrutura e na aplicação de programas de secagem de madeira. Normalmente, a densidade verde encontrada na literatura, é em condição saturada, isto é, os vazios internos também se encontram completamente cheios de água (COPANT 461, 1972 apud BESSA, 2018).

$$D_v = \frac{m_v}{V_v} \quad (g/cm^3 \text{ ou } kg/m^3) \quad (2.5)$$

2.7.3 Densidade Seca

A densidade seca se estabelece por meio da relação entre a massa (m_s) e o volume (V_s), ambos secos em estufa, a 0% de teor de umidade. Sendo esta, uma característica importante para a escolha de uma espécie para fins energéticos (COPANT 461, 1972 apud BESSA, 2018).

$$D_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (g/cm^3 \text{ ou } kg/m^3) \quad (2.6)$$

2.7.4 Densidade Básica

A densidade básica é a relação entre a massa (m_s) seca em estufa a 0% de teor de umidade e o volume verde saturado (V_v). Devido as vantagens quanto a sua fácil determinação, maior precisão em termos de condições de umidade e possibilidade de estimar a densidade aparente, a densidade básica é muito empregada na comparação entre propriedades de espécies e na condução de programas de secagem (COPANT 461, 1972 apud BESSA, 2018).

$$D_b = \frac{m_s}{V_v} \quad (g/cm^3 \text{ ou } kg/m^3) \quad (2.7)$$

Segundo Melo (2017), a densidade básica pode ser classifica da seguinte forma:

Densidade Básica Baixa

$$D_b \leq 500 \text{ kg/m}^3$$

Densidade Básica Média

$$500 \text{ kg/m}^3 < D_b \leq 720 \text{ kg/m}^3$$

Densidade Básica Alta

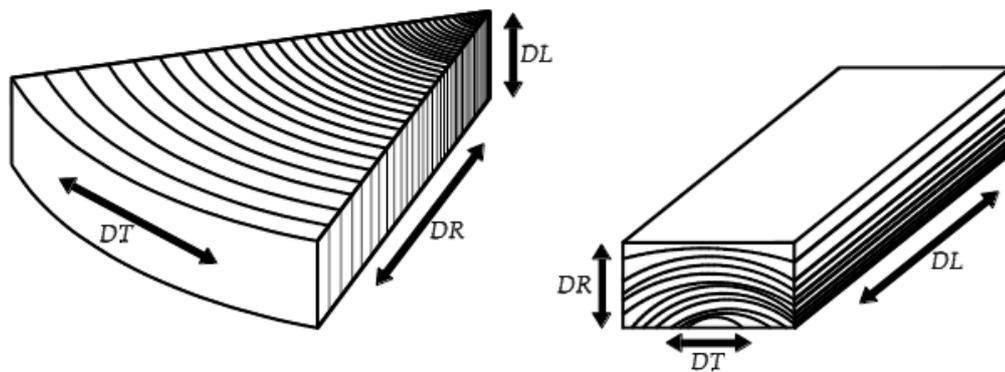
$$D_b > 720 \text{ kg/m}^3$$

2.8 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

A estabilidade dimensional, conforme exemplificado por Melo (2017), trata-se da capacidade que a madeira possui de retrainr ou expandir com a perda ou ganho de umidade. Tal propriedade é de suma importância na definição de usos finais, tais como na fabricação de

portas, janelas, móveis, pisos, forros, escadas e no estabelecimento de programas de secagem adequados. Abaixo do ponto de saturação das fibras, a variação no teor de umidade, vem acompanhada de alterações nas dimensões das peças de madeira, devido ao ganho e perda da água de impregnação das paredes celulares. Estas alterações são apuradas quantitativamente, segundo os três eixos principais: tangencial (DT), radial (DR) e longitudinal (DL), como mostra a Figura 2.10 (LISBOA et al, 1993 apud MELO, 2017).

Figura 2.10_Direções principais



A contração tangencial é aproximadamente o dobro da radial

Fonte: Melo (2017)

Segundo o autor, a estabilidade dimensional da madeira se aproxima de uma função linear em relação ao teor de umidade. A contração na direção tangencial é sempre maior do que a obtida na direção radial e na direção longitudinal, o valor é bastante pequeno, ficando em torno de 0,5%. Madeiras mais estáveis possuem baixos valores de contração e relação entre tangencial e radial menor ou igual a dois.

O LPF estabeleceu as seguintes classes para contração volumétrica:

Espécies de madeira de baixa contração

$$C_V \leq 11,5\%$$

Espécies de madeira de média contração

$$11,5\% < C_V \leq 14,0\%$$

Espécies de madeira de alta contração

$$C_V > 14,00\%$$

A média geral e os valores extremos da densidade, da estabilidade dimensional e da relação entre contração tangencial e radial de 259 espécies de madeira da Amazônia,

caracterizadas pelo LPF, são apresentadas na tabela de perda de dimensões com o processo de secagem da Figura 2.11 (BESSA, 2018).

Figura 2.11_Perda de dimensões com a secagem

Contração	Mínima (%)	Média (%)	Máxima (%)
Tangencial	4,5 Faveira-tamboril <i>Enterolobium maximum</i>	8,5 Urucurana <i>Swartzia recurva</i>	13,0 Abiu-de-casca-fina <i>Priourella priourii</i>
Radial	2,2 Angelim-tinto <i>Andira sp.</i>	4,7 Melancieira <i>Alexa grandiflora</i>	9,1 Cedro <i>Cedrela odorata</i>
Volumétrica	6,6 Macacauba <i>Platymiscium sp.</i>	13,0 Envira-preta <i>Guatteria procera</i>	20,8 Cedro <i>Cedrela odorata</i>
Tangencial/Radial	1,2 Ipê <i>Tabebuia serratifolia</i>	1,9 Freijó <i>Cordia bicolor</i>	3,2 Envira <i>Diclinanona calycina</i>

Fonte: Bessa (2018)

Conforme exposto na norma Panamericana COPANT 462/72 e exemplificado por Melo (2017), a contração tangencial, radial, longitudinal e volumétrica da madeira, é determinada entre o ponto de saturação das fibras e 0% de teor de umidade, por meio equação descrita a seguir:

$$\text{Contração dimensional (\%)} = \frac{D_v - D_s}{D_s} \times 100 \quad (2.8)$$

$$\text{Inchamento dimensional (\%)} = \frac{D_s - D_v}{D_v} \times 100 \quad (2.9)$$

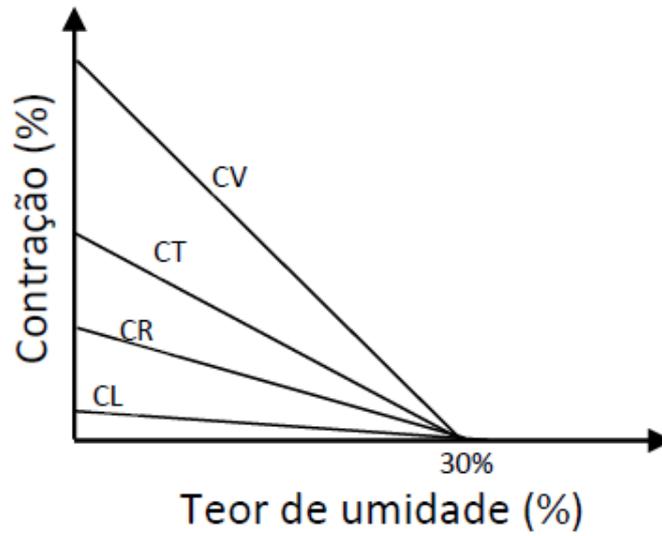
Onde:

D_v – é o valor dimensional verde;

D_s – é o valor dimensional seco em estufa.

A relação entre a contração tangencial (CT), contração radial (CR), contração longitudinal (CL) e contração volumétrica (CV), com o teor de umidade é aproximadamente linear, conforme ilustrado no gráfico esquemático da Figura 2.12.

Figura 2.12_ Gráfico de contração com o teor de umidade



Fonte: Melo (2017)

Valores médios para contração tangencial, radial e longitudinal:

Contração tangencial

CT= 5% A 13%

Contração radial

CR= 3% A 9%

Contração longitudinal

CL= 0,5%

Razão de contração

CT/CR= 1,2 a 3,2

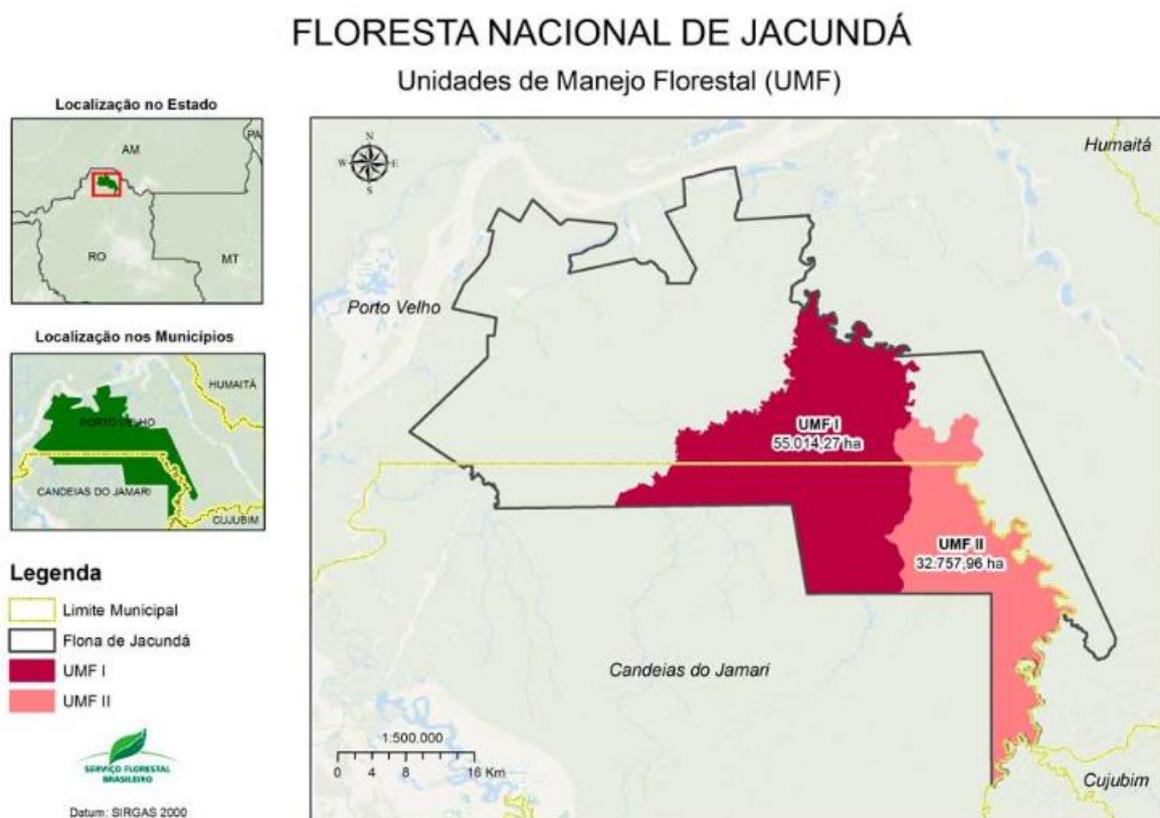
3 METODOLOGIA

▪ Coleta

As madeiras objeto deste estudo foram coletadas no ano de 2017, em área de Concessão Florestal na Floresta Nacional de Jacundá, localizada entre os municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, Estado de Rondônia (Figura 3.1).

Após a derrubada na floresta, as toras foram transportadas até a serraria da empresa Madeflona, onde foram desdobradas em pranchas e blocos, e conduzidas de caminhão até as dependências do Laboratório de Engenharia e Física da Madeira, no Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB no Distrito Federal, Brasília.

Figura 3.1_ Floresta Nacional de Jacundá



Fonte: Serviço Florestal Brasileiro

▪ Corpos de Prova

Para a realização deste estudo, foram confeccionados 110 corpos de prova de dimensões iguais a 2,0 cm x 3,0 cm de seção transversal e 5,0 cm de comprimento no sentido

longitudinal, divididos entre as três espécies selecionadas (Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., Cedrinho ou Libra – *Erismia lanceolatum* Stapf. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason.), conforme especificado pela norma brasileira NBR 7190/1997 para Projetos de Estruturas de Madeira.

Após atingirem os 12% de teor de umidade como estabelecido pela norma mencionada anteriormente, as espécies escolhidas dentre as nove “inéditas” caracterizadas pelo LPF, foram marcadas com três pontos em cada dimensão (Figura 3.2) para dar início a realização dos ensaios distrito no Capítulo 4.

Figura 3.2_Marcação dos Corpos de Prova



Fonte: Nathalia Coelho Pereira

▪ Equipamentos e Recursos Utilizados

Para a realização dos ensaios, foi utilizado – após a confecção dos corpos de prova –; uma sala de climatização com temperatura média de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$ para estabilização dos corpos de prova, uma balança de precisão de 0,01 gramas (g) para realização da pesagem ao longo dos ensaios, um relógio comparador de precisão de 0,01 milímetro (mm) para medição das três dimensões analisadas das amostras, uma estufa com temperatura máxima de $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ para secagem dos corpos de prova, um dessecador para evitar a absorção de umidade do ambiente ao retirar as amostras da estufa para pesagem e um computador para registrar e calcular os dados obtidos por meio da realização de cada ensaio.

- **Determinação da Densidade Aparente, Verde, Seca e Básica**

Os corpos de prova foram conduzidos para a sala de climatização, onde permaneceram até que estivessem aptos para a determinação da densidade aparente a 12% de umidade (umidade padrão estipulada pela norma); após este procedimento, as peças foram submergidas em água até que atingissem o ponto de saturação das fibras para determinação da densidade verde. Ao final deste processo, as amostras, foram conduzidas para a estufa para definição da densidade seca, e a partir destes valores (densidade seca e saturada), foi determinado a densidade básica das espécies ensaiadas.

- **Determinação da Estabilidade Dimensional**

Para a determinação da estabilidade dimensional das três espécies analisadas, foram utilizados para realização dos cálculos, os valores obtidos durante a execução dos ensaios de densidade verde e densidade seca da madeira.

4 APRESENTAÇÃO DOS ENSAIOS

Conforme mencionado no Capítulo 3, as espécies de madeira foram encaminhadas ao Laboratório de Engenharia e Física da Madeira, no Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB em forma de pranchas, onde permaneceram até o início das atividades, quando todo o material foi conduzido para a carpintaria para a realização do corte e codificação das peças, de acordo com a espécie, árvore e sequência numérica, respectivamente. (Figura 4.1).

Devido aos critérios salientados na NBR 7190/1997, após a completa identificação dos corpos de prova, todo o material foi direcionado para a sala de climatização com temperatura média de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$, com o objetivo de que suas massas fossem monitoradas constantemente por meio da utilização de uma balança de precisão de 0,01 gramas (g), até que atingissem a estabilidade completa do seu teor de umidade ($\leq 0,3\%$) e estivessem aptos para a realização dos ensaios.

Figura 4.1_ Processo de armazenamento e corte da madeira

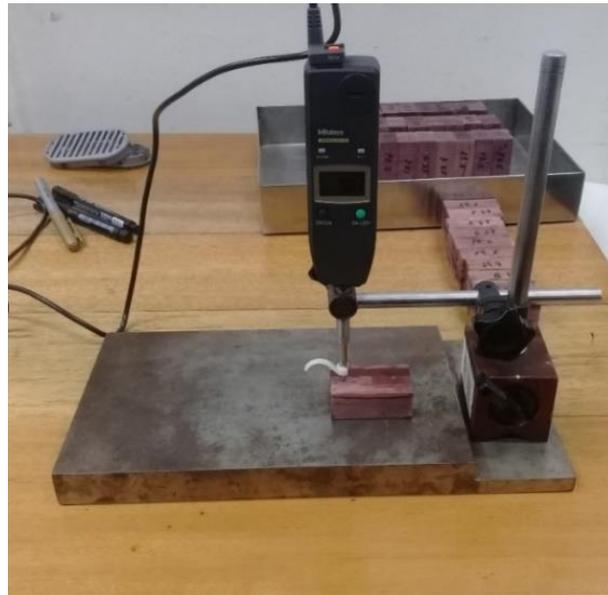


Fonte: Nathalia Coelho Pereira

4.1 DENSIDADE APARENTE

Conforme especificado pela norma, os corpos de prova após serem marcados, foram submetidos ao processo de pesagem em uma balança de precisão de 0,01 gramas (g) e a medição de suas espessuras nos três sentidos (radial, tangencial e longitudinal), por meio de um relógio comparador com precisão de 0,01 milímetro (mm) (Figura 4.2).

Figura 4.2_Medição das amostras com o relógio comparador



Fonte: Acervo Pessoal

Por meio dos dados apurados através dessas medições, foi determinado a densidade aparente (ρ_{12}), a 12% de teor de umidade por meio da seguinte equação:

$$\rho_{12} = \frac{m_{12}}{v_{12}} \quad (4.1)$$

Onde:

m_{12} — é a massa da madeira a 12% de umidade, em gramas;

v_{12} — é o volume da madeira a 12% de umidade, em centímetros cúbicos.

4.2 DENSIDADE VERDE (SATURADA)

De acordo com a norma NBR 7190/1997, para determinação da densidade verde (saturada), os corpos de prova, após o processo de medição para definição da densidade

aparente, foram submetidos ao processo de imersão em água para saturação de suas fibras por um período de aproximadamente cinquenta e oito dias.

Após os CPs estarem com suas massas com variação abaixo de 0,5%, como exigido pela norma, os mesmos foram secados superficialmente (Figura 4.3) e pesados em balança de precisão de 0,01 gramas (g) e medidos com relógio comparador com precisão de 0,01 milímetros (mm) nas direções tangencial, radial e longitudinal.

Figura 4.3_Secagem superficial dos corpos de prova



Fonte: Luciano Roitman

Com os dados alcançados, foi determinado a densidade verde (saturada) (ρ_{sat}) por meio da equação a seguir:

$$\rho_{sat} = \frac{m_{sat}}{v_{sat}} \quad (4.2)$$

Onde:

m_{sat} — é a massa da madeira saturada, em gramas;

v_{sat} — é o volume da madeira saturada, em centímetros cúbicos.

4.3 DENSIDADE SECA

Para a determinação da densidade seca, as amostras saturadas foram conduzidas para a estufa, sendo a sua temperatura elevada em intervalos até chegar na temperatura máxima de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Tal cuidado se deve ao fato de que com o aumento brusco da temperatura, as amostras podem sofrer empenamento, efeito indesejado na madeira.

Após trinta dias, com suas massas já estabilizadas (variação abaixo de 0,5%), as amostras foram retiradas da estufa por espécie e colocadas em um dessecador (Figura 4.4), com o objetivo de que não absorvesse umidade do ambiente, enquanto eram submetidas ao procedimento de pesagem.

Figura 4.4_Amostras no dessecador



Fonte: Acervo Pessoal

Com a conclusão desta etapa, cada grupo de espécie teve suas espessuras medidas por meio do relógio comparador para finalização do ensaio, conforme exigido pela norma brasileira NBR 7190/1997.

Com os resultados, foi calculado por meio da equação (4.3), a densidade seca das espécies analisadas.

$$\rho_s = \frac{m_s}{v_s} \quad (4.3)$$

Onde:

m_s — é a massa da madeira seca, em gramas;

v_s — é o volume da madeira seca, em centímetros cúbicos.

4.4 DENSIDADE BÁSICA

Conforme especificado pela norma brasileira, a densidade básica foi determinada utilizando a massa seca (m_s) do ensaio para determinação da densidade seca e o volume saturado (v_{sat}) do ensaio para determinação da densidade verde (saturada) das espécies ensaiadas.

Com os dados das três espécies de madeira e com o auxílio da equação (4.4), foi definido o valor da densidade básica do Roxinho – *Peltogyne lecointei Ducke.*, Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum Stapf.*, Tamarindo – *Martiodendron elatum (Ducke) Gleason.*

$$\rho_{bás} = \frac{m_s}{v_{sat}} \quad (4.4)$$

Onde:

m_s – é a massa da madeira seca, em gramas;

v_s – é o volume da madeira saturada, em centímetros cúbicos.

4.5 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

Segundo a norma brasileira NBR 7190/1997, a estabilidade dimensional é caracterizada pelas propriedades de retração (ε_r) e de inchamento (ε_i) da madeira, considerando a mesma como um material ortótropo, com direções preferenciais 1, 2 e 3, correspondendo às direções axial (longitudinal), radial e tangencial, respectivamente.

Fundado nesse princípio e tendo como base as equações (4.5 a 4.10) e os dados obtidos nos ensaios de saturação e secagem das espécies analisadas, foi possível determinar a retração tangencial, a retração radial, a retração axial, o inchamento tangencial, o inchamento radial e o inchamento axial das espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei Ducke.*, Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum Stapf.* e Tamarindo – *Martiodendron elatum (Ducke) Gleason.*

$$\varepsilon_{r,1} = \left(\frac{L_{1,sat} - L_{1,seca}}{L_{1,sat}} \right) \times 100 \quad (4.5)$$

$$\varepsilon_{r,2} = \left(\frac{L_{2,sat} - L_{2,seca}}{L_{2,sat}} \right) \times 100 \quad (4.6)$$

$$\varepsilon_{r,3} = \left(\frac{L_{3,sat} - L_{3,seca}}{L_{3,sat}} \right) \times 100 \quad (4.7)$$

$$\varepsilon_{i,1} = \left(\frac{L_{1,sat} - L_{1,seca}}{L_{1,seca}} \right) \times 100 \quad (4.8)$$

$$\varepsilon_{i,2} = \left(\frac{L_{2,sat} - L_{2,seca}}{L_{2,seca}} \right) \times 100 \quad (4.9)$$

$$\varepsilon_{i,3} = \left(\frac{L_{3,sat} - L_{3,seca}}{L_{3,seca}} \right) \times 100 \quad (4.10)$$

Onde:

$L_{1,sat}$ e $L_{1,seca}$ – comprimento dos corpos de prova no sentido axial (longitudinal) no estado saturado e seco;

$L_{2,sat}$ e $L_{2,seca}$ – comprimento dos corpos de prova no sentido radial no estado saturado e seco;

$L_{3,sat}$ e $L_{3,seca}$ – comprimento dos corpos de prova no sentido tangencial no estado saturado e seco.

Já a variação volumétrica foi determinada em função das dimensões dos corpos de prova nos estados saturados e secos, sendo expresso pela equação (4.11).

$$\Delta V = \left(\frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{seca}} \right) \times 100 \quad (4.11)$$

Onde:

$$V_{sat} = L_{1,sat} \times L_{2,sat} \times L_{3,sat};$$

$$V_{seca} = L_{1,seca} \times L_{2,seca} \times L_{3,seca}.$$

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No capítulo em questão, serão expostos os resultados conquistados por meio da realização dos ensaios de densidade aparente, densidade verde (saturada), densidade seca, densidade básica e estabilidade dimensional das espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., Cedrinho ou Libra – *Erismia lanceolatum* Stapf. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. Além da exposição dos resultados e por meio de tais valores obtidos, será efetuada a comparação dos mesmos com os registrados de espécies do mesmo gênero no Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, com exceção da espécie de Tamarindo, que ainda não tem espécie de mesmo gênero caracterizada pelo laboratório. Essa comparação será feita a título de controle, para verificar se não há uma discrepância exagerada entre os dados obtidos por essa pesquisa e os dados comumente obtidos pelo LPF. Dessa forma é possível observar se não houve erro ao longo da realização dos ensaios e da análise dos dados.

5.1 DENSIDADE APARENTE

Conforme exemplificado por Bessa (2018), a densidade aparente, utilizada na avaliação do peso próprio de estruturas em vigas laminadas coladas, em madeiras maciças e em comparativos de espécies para usos específicos, costuma possuir o ensaio mais custoso para ser executado. Com a necessidade de condicionamento dos corpos de prova em ambiente climatizado e a duração do processo de estabilização de longa duração, as espécies analisadas tiveram que ser submetidas ao procedimento de monitoramento por um período de aproximadamente cinco meses até estarem aptas para a realização dos ensaios. Com os dados coletados através da pesagem e medição das dimensões dos corpos de prova (tangencial, radial e axial), foram obtidos os resultados expostos na Tabela 5.1.

Tabela 5.1_ Resultado da Densidade Aparente das Três Espécies

Densidade Aparente da Madeira, ρ_{12} (g/cm ³)					
Corpos de prova	Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	Corpos de prova	Cedrinho ou Libra – <i>Erismalanceolatum</i> Stafl.	Corpos de prova	Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.
1.1.1 a 1.1.10	0,965	2.1.1 a 2.1.10	0,709	3.2.1 a 3.2.10	0,935
1.2.1 a 1.2.10	1,015	2.3.1 a 2.3.10	0,655	3.3.1 a 3.3.10	0,986
1.3.1 a 1.3.10	1,011	2.4.1 a 2.4.10	0,675	3.4.1 a 3.4.10	0,938
1.4.1 a 1.4.10	1,060	-	-	3.5.1 a 3.5.10	0,979
Número	40	Número	30	Número	40
Média	1,013	Média	0,680	Média	0,960
D.Padrão	0,036	D.Padrão	0,030	D.Padrão	0,027

n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica

ρ_{12} : Densidade aparente a 12% de teor de umidade

Como apresentado na tabela acima, foram utilizados para a realização dos ensaios, quarenta corpos de prova das espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. e trinta da espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl. Após a conclusão do ensaio e apuração dos resultados, foram obtidos os valores de 1,013 g/cm³ para a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., 0,680 g/cm³ para a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl. e 0,906 g/cm³ para a espécie de Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. Quando analisado o grau de dispersão gerado pelas três espécies, foi constatado que todas alcançaram valores abaixo de 0,04, considerados de modo geral, homogêneos.

Ao confrontar os dados conquistados na presente pesquisa com os disponibilizados pelo Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, foi observado que a espécie de Roxinho de nome científico *Peltogyne cf. subsessilis*, extraída na Floresta Nacional do Jamari, no Estado de Rondônia e a espécie *Peltogyne paniculata*, coletada na Flona de Caxiuanã, no Estado do Pará, foram as únicas dentre as três espécies de madeiras analisadas que possuíam densidade aparente identificadas, com valores iguais a 0,97 g/cm³ e 1,03 g/cm³, respectivamente. Quando comparadas com a espécie de Roxinho intitulada pelo nome científico *Peltogyne lecointei* Ducke. – examinada na referente pesquisa –; as espécies contidas no Banco de Dados do LPF, apresentaram respectivamente, uma aproximação de 95,79% e 98,31%, com o valor conquistado. O que torna o resultado alcançado, coerente com os comumente obtidos pelo Banco de Dados do LPF em outras regiões.

5.2 DENSIDADE VERDE (SATURADA)

A densidade verde, empregada na realização da estimativa do peso próprio da estrutura, peso para transporte e na aplicação de programas de secagem da madeira, apresenta considerável relevância quanto a sua determinação. Como elucidado no Capítulo 2, quando a madeira se encontra acima do ponto de saturação das fibras, seu volume permanece constante enquanto seu peso varia conforme a água livre presente em seus vazios celulares e intercelulares. Devido a tal intercorrência, torna-se necessário verificar se a densidade verde é saturada, ou a um determinado teor de umidade acima do ponto de saturação de suas fibras, especialmente no caso de madeiras de baixa densidade.

Tendo em vista tal fundamento, foi realizado durante um período de cinquenta e oito dias, a imersão em água dos corpos de prova das três espécies de madeiras analisadas, sendo suas massas monitoradas constantemente até que estivessem totalmente estabilizadas. Por meio dos dados coletados através do processo de pesagem em balança e medição das suas dimensões (tangencial, radial e axial) com o relógio comparador, foram obtidos os valores indicados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2_ Resultado da Densidade Verde das Três Espécies

Densidade Verde da Madeira, psat (g/cm ³)					
Corpos de prova	Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	Corpos de prova	Cedrinho ou Libra – <i>Erismalanceolatum</i> Stapf.	Corpos de prova	Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.
1.1.1 a 1.1.10	0,965	2.1.1 a 2.1.10	0,709	3.2.1 a 3.2.10	0,935
1.2.1 a 1.2.10	1,015	2.3.1 a 2.3.10	0,655	3.3.1 a 3.3.10	0,986
1.3.1 a 1.3.10	1,011	2.4.1 a 2.4.10	0,675	3.4.1 a 3.4.10	0,938
1.4.1 a 1.4.10	1,060	-	-	3.5.1 a 3.5.10	0,979
Número	40	Número	30	Número	40
Média	1,218	Média	1,060	Média	1,167
D.Padrão	0,029	D.Padrão	0,082	D.Padrão	0,016

n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica

psat: Densidade verde (saturada)

Como exposto na tabela, foram obtidos por meio da análise dos dados registrados, os valores iguais a 1,218 g/cm³ para a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., 1,060 g/cm³ para a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stapf. e 1,167 g/cm³ para a espécie de Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. Ao verificar o desvio-padrão

gerado por tais resultados, foram alcançados os valores de 0,029 para a espécie de Roxinho, 0,082 para a espécie de Cedrinho ou Libra e 0,016 para a espécie de Tamarindo, o que comprova a homogeneidade das densidades encontradas.

Comparando as densidades obtidas com as registradas pelo Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, foi constatado que as espécies de Roxinho e Cedrinho de nomes científicos *Peltogyne cf. subsessilis*, extraída na Floresta Nacional do Jamari, no Estado de Rondônia, a *Peltogyne paniculata*, coletada na Flona de Caxiuanã, no Estado do Pará – espécies já mencionadas anteriormente –; e a espécie *Erismia uncinatum* coletadas nas regiões de Curuá-Una e Santarém, no Estado do Pará, foram as duas dentre as três espécies de madeira analisadas com densidade verde disponíveis. Sendo os valores obtidos iguais a 1,26 g/cm³ e 1,27 g/cm³ para a espécie de Roxinho – *Peltogyne cf. subsessilis* e *Peltogyne paniculata* e 1,11 g/cm³ e 1,10 g/cm³ para as duas espécies de Cedrinho – *Erismia uncinatum*. Ao analisar a precisão dos resultados conquistados com as espécies contidas no Banco de Dados do LPF, foi observado que as espécies de Roxinho – *Peltogyne cf. subsessilis* e *Peltogyne paniculata*, apresentaram respectivamente, 96,67% e 95,91% de aproximação com a espécie analisada *Peltogyne lecointei*, enquanto as espécies de Cedrinho – *Erismia uncinatum*, apresentaram 95,45% e 96,32% de aproximação com a espécie ensaiada Cedrinho ou Libra – *Erismia lanceolatum* Staf. O que comprova que os valores alcançados estão em concordância com os obtidos no Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras de Produtos Florestais – LPF/SFB.

5.3 DENSIDADE SECA

A densidade seca, como definida no Capítulo 2, trata-se de uma das características mais importantes para seleção de espécies de madeira para fins energéticos, possuindo como princípio a relação entre a massa e o volume, ambos a 0% de teor de umidade. No projeto em questão, as espécies de Roxinho, Cedrinho ou Libra e Tamarindo, foram mantidas em estufa por um período de aproximadamente trinta dias até estarem aptas para a realização do processo de medição e análise dos resultados obtidos.

Tabela 5.3_ Resultado da Densidade Seca das Três Espécies

Densidade Seca da Madeira, ρ_s (g/cm ³)					
Corpos de prova	Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	Corpos de prova	Cedrinho ou Libra – <i>Erismalanceolatum</i> Stafl.	Corpos de prova	Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.
1.1.1 a 1.1.10	0,965	2.1.1 a 2.1.10	0,709	3.2.1 a 3.2.10	0,935
1.2.1 a 1.2.10	1,015	2.3.1 a 2.3.10	0,655	3.3.1 a 3.3.10	0,986
1.3.1 a 1.3.10	1,011	2.4.1 a 2.4.10	0,675	3.4.1 a 3.4.10	0,938
1.4.1 a 1.4.10	1,060	-	-	3.5.1 a 3.5.10	0,979
Número	40	Número	30	Número	40
Média	0,961	Média	0,632	Média	0,905
D.Padrão	0,038	D.Padrão	0,030	D.Padrão	0,025

n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica

ρ_s : Densidade seca

Conforme exposto na Tabela 5.3, foram alcançados por meio dos dados analisados, os resultados para densidade seca iguais a 0,961 g/cm³ para a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., 0,632 g/cm³ para a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl. e 0,905 g/cm³ para a espécie de Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. Quando observado o nível de dispersão das amostras ensaiadas no referido tópico, foi constatado que nas três espécies, o desvio-padrão ficou abaixo de 0,04, o que indica que os dados experimentais estão próximos de sua média geral e deste modo, apresentam conformidade entre seus valores.

Ao contrapor os resultados obtidos com os presentes no Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, as espécies de Roxinho – *Peltogyne cf. subsessilis* de densidade seca igual a 0,93 g/cm³ e a espécie de Roxinho – *Peltogyne paniculata* de densidade seca igual a 0,91 g/cm³, apresentaram uma aproximação respectiva de 94,60% e 96,68% com a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., analisada na referente pesquisa. Já a espécie de Cedrinho – *Erismalanceolatum*, registrada no Banco de Dados do LPF, somente a extraída na região de Curuá-Una no Estado do Pará, apresentou densidade seca definida, sendo ela igual a 0,54 g/cm³ com aproximação de 85,49% quando comparada com a espécie Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl. Deste modo, como ocorreu nos ensaios anteriores, as densidades secas conquistadas na mencionada investigação, revela-se coerentes com as expostas no Banco de Espécies do LPF.

5.4 DENSIDADE BÁSICA

A densidade básica, utilizada na técnica de comparação entre propriedades de espécies e na condução de programas de secagem da madeira, é apontada como a mais fácil de ser determinada, apresentando a maior precisão em termos de condições de umidade e possibilidade de estimativa da densidade aparente, segundo a norma COPANT 461, 1972. Como exposto no Capítulo 2, a densidade básica foi definida com base na relação entre a massa seca em estufa obtida por meio dos ensaios de densidade seca e o volume saturado alcançado através do ensaio de densidade verde (saturada).

Por meio da correlação entre a massa seca e o volume saturado das espécies ensaiadas, foram conquistados os valores apresentados na tabela a seguir.

Tabela 5.4_ Resultado da Densidade Básica das Três Espécies

Densidade Básica da Madeira pbás (g/cm ³)					
Corpos de prova	Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	Corpos de prova	Cedrinho ou Libra – <i>Erismalanceolatum</i> Staffl.	Corpos de prova	Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.
1.1.1 a 1.1.10	0,815	2.1.1 a 2.1.10	0,560	3.2.1 a 3.2.10	0,804
1.2.1 a 1.2.10	0,860	2.3.1 a 2.3.10	0,539	3.3.1 a 3.3.10	0,839
1.3.1 a 1.3.10	0,842	2.4.1 a 2.4.10	0,535	3.4.1 a 3.4.10	0,806
1.4.1 a 1.4.10	0,866	-	-	3.5.1 a 3.5.10	0,832
Número	40	Número	30	Número	40
Média	0,846	Média	0,545	Média	0,820
D.Padrão	0,023	D.Padrão	0,018	D.Padrão	0,019

n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica

pbás: Densidade básica

Como observado na Tabela 5.4, as espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Staffl. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason., alcançaram densidades básicas iguais a 0,846 g/cm³, 0,545 g/cm³ e 0,820 g/cm³, respectivamente. O que segundo Melo (2017), classifica as espécies de Roxinho e Tamarindo como de alta densidade básica (pbás > 0,72 g/cm³) e de média densidade (0,5 g/cm³ < pbás ≤ 0,72 g/cm³), a espécie de Cedrinho ou Libra. Ao examinar o desvio-padrão obtido pelas três espécies, foi identificado que todas obtiveram valores próximos de zero, o que atesta a homogeneidade de seus dados.

Quando contraposto os resultados obtidos com os conquistados pelo Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, foi constatado que as espécies de Roxinho de nomes científicos *Peltogyne cf. subsessilis* e *Peltogyne paniculata*, apresentaram uma aproximação de 93,41% e 95,77%, nesta ordem, com a espécie de Roxinho analisada no referido trabalho. Já a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl, também objeto de estudo no presente projeto, expôs uma precisão de 84,48% e 88,15%, respectivamente, com a espécie de Cedrinho – *Erismalanceolatum*, coletada separadamente nas regiões de Curuá-Una e Santarém, no Estado do Pará. Com base em tais resultados, foi possível atestar que os valores obtidos para a densidade básica, estão condizentes com os expostos em outras avaliações do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB.

5.5 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

Conforme definido no tópico 2.8, a estabilidade dimensional, considerada uma das propriedades mais importantes para a determinação do uso final das espécies de madeira e programas de secagem, apresenta como principal característica, sua capacidade de retrair ou expandir com a perda ou ganho de umidade para meio. Segundo a Revista da Madeira (2001), as variações nas dimensões das peças de madeira começam a ocorrer quando se perde ou ganha umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, o que em tese, situa-se por volta de 28 a 30% de umidade, sendo que tais variações correspondem às contrações e ao inchamento sofrido pela madeira. De modo geral, as características de retração da madeira são consideravelmente distintas entre as espécies, dependendo da forma que sucede o processo de secagem e do próprio comportamento da madeira, o que gera eventualmente alterações da forma e a formação de fendas e empenos.

Com base em tais informações, foram definidas e registradas nas tabelas a seguir, as deformações específicas de retração e de inchamento e a variação volumétrica das espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason., ensaiadas no referido trabalho. Tais resultados foram conquistados por meio das equações contidas na norma NBR 7190/1997 e os valores apurados através do procedimento de medição dos corpos de prova prismáticos de seção transversal retangular inicial de 2,0 cm x 3 cm de lado e comprimento ao longo das

fibras de 5,0 cm, obtidos por intermédio dos ensaios para determinação da densidade verde (saturada) e densidade seca.

Tabela 5.5_ Resultado da Estabilidade Dimensional das Três Espécies (Retração)

Espécies de Madeira	Índice de Estabilidade Dimensional			$\epsilon_{r,3}/\epsilon_{r,2}$
	Deformação específica de retração			
	$\epsilon_{r,1}$	$\epsilon_{r,2}$	$\epsilon_{r,3}$	
Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	0,405	4,485	7,538	1,681
Cedrinho ou Libra – <i>Erismalanceolatum</i> Stafl.	0,432	4,473	9,302	2,079
Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.	0,352	3,523	5,656	1,606

$\epsilon_{r,1}$, $\epsilon_{r,2}$ e $\epsilon_{r,3}$: Retração axial, radial e tangencial
 $\epsilon_{r,3}/\epsilon_{r,2}$: Relação entre a retração tangencial e radial

Como exposto na Tabela 5.5, foram alcançados para as espécies analisadas, os percentuais de 0,405% de retração axial, 4,485% de retração radial, 7,538% de retração tangencial e relação entre a retração tangencial e radial de 1,681 para a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., para a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl., foram conquistado os percentuais de 0,432% de retração axial, 4,473% de retração radial e 9,302% de retração tangencial e relação entre retração tangencial e radial de 2,079, já para a espécie de Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason., foram obtido os percentuais de 0,352% de retração axial, 3,523% de retração radial e 5,656% de retração tangencial e 1,606 de relação entre retração tangencial e radial, o que segundo o Laboratório de Produtos Florestais – LPF, as classificam como estáveis de acordo com as médias de 0,5% para a contração axial (longitudinal), 3% a 9% para a contração radial, 5% a 13% para a contração tangencial e 1,2 a 3,2 para a relação entre contração tangencial e radial.

Para os resultados obtidos para o inchamento, conforme apresentado na Tabela 5.6, foram conquistado os percentuais de 0,407% para inchamento axial, 4,696% para o inchamento radial e 8,152% para o inchamento tangencial da espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., para a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum* Stafl., foram alcançados os percentuais de 0,433% para o inchamento axial, 4,683% para o inchamento radial e 10,256% para o inchamento tangencial e por fim, foram obtidos para a espécie de Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason., os percentuais de 0,353% de inchamento axial, 3,651% de inchamento radial e 5,995% de inchamento tangencial.

Tabela 5.6_ Resultado da Estabilidade Dimensional das Três Espécies (Inchamento)

Espécies de Madeira	Índice de Estabilidade Dimensional		
	Deformação específica de inchamento (εi)		
	εi,1	εi,2	εi,3
Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	0,407	4,696	8,152
Cedrinho ou Libra – <i>Erisma lanceolatum</i> Stafl.	0,433	4,683	10,256
Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.	0,353	3,651	5,995

εi,1, εi,2 e εi,3: Inchamento axial, radial e tangencial

No caso da variação volumétrica expressa na tabela 5.7, foram alcançados percentuais iguais a 13,691% para a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., 15,920% para a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erisma lanceolatum* Stafl. e 10,253% para a espécie de Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. Quando agrupados por meio da classificação elaborada pelo Laboratório de Produtos Florestais – LPF, foi constatado que a espécie de Roxinho apresentou contração volumétrica média pertencente ao intervalo entre $11,5\% < CV \leq 14\%$, ao passo que a espécie de Cedrinho, exibiu contração volumétrica acima de 14%, considerada alta pelo LPF, enquanto a espécie de Tamarindo expôs contração volumétrica menor que 11,5%, apontada como de baixa contração.

É importante destacar que as contrações lineares sofridas ao longo dos planos de orientação da madeira são, na maioria das vezes, mais importantes do que a variação volumétrica total e por serem distintas, tornam a madeira um material anisotrópico, segundo a Revista da Madeira (2001).

Tabela 5.7_ Resultado da Variação Volumétrica das Três Espécies

Espécies de Madeira	Variação Volumétrica (ΔV)								ΔV
	Densidade Verde			Vsat	Densidade Seca			Vseco	
	L1	L2	L3		L1	L2	L3		
Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.	5,039	3,057	2,067	31,850	5,018	2,920	1,912	28,015	13,691
Cedrinho ou Libra – <i>Erisma lanceolatum</i> Stafl.	5,041	3,089	2,115	32,937	5,020	2,951	1,918	28,414	15,920
Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.	5,041	3,040	2,034	31,162	5,023	2,932	1,919	28,264	10,253

L1, L2, L3: Direção axial, radial e tangencial
Vsat: Volume verde (saturado)
Vseco: Volume seco
ΔV: Variação volumétrica

Quando comparado os resultados conquistado nas tabelas de 5.5 a 5.7, com os disponibilizados pelo Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, foi observado que as espécies de Roxinho – *Peltogyne cf. subsessilis* e *Peltogyne paniculata*, apresentaram respectivamente, 87,95% e 90,43% de retração radial, 93,06% e 86,94% de retração tangencial, 94,61% e 96,03% de relação entre retração radial e tangencial e variação volumétrica de 92,76% e 97,58% de aproximação com a espécie de Roxinho – *Peltogyne lecointei Ducke.*, analisada no mencionado trabalho. Já a espécie de Cedrinho ou Libra – *Erismalanceolatum Stapf.*, ostentou uma aproximação de modo simultâneo de 96,12% e 80,48% de retração radial, 93,02% e 93,52% de retração tangencial, relação entre radial e tangencial de 89,25% e 85,93% e variação volumétrica de 84,17% e 81,03% com a espécie de Cedrinho extraída nas regiões de Curuá-Una e Santarém, no Estado do Pará. Com base em tais constatações foi possível concluir que os resultados conquistados por meio da análise da estabilidade dimensional, estão coerentes com os obtidos pelo Banco de Dados do LPF em outras regiões.

6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base na análise efetuada no capítulo anterior, foi possível constatar que as espécies de Roxinho – *Peltogyne lecointei* Ducke., Cedrinho ou Libra – *Erisma lanceolatum* Stapf. e Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason., ensaiadas no referido Programa de Iniciação Científica – PIC, apresentaram resultados de densidade aparente, densidade verde, densidade seca, densidade básica e estabilidade dimensional, coerentes com os comumente conquistados em outros processos de investigação experimental, visto que, além de obter desvios-padrão consideravelmente próximos de zero, o que comprova a homogeneidade entre os dados coletados, as espécies analisadas expressaram notável aproximação com os resultados alcançados e disponibilizados pelo Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras do Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB, em suas explorações pela Floresta Nacional do Jamari, Estado de Rondônia, na Flona de Caxiuanã, Curuá-Una e Santarém, no Estado do Pará. Validando de modo geral, os valores adquiridos na mencionada pesquisa.

Ficando como sugestão para trabalhos futuros, a caracterização das demais propriedades das espécies de madeira analisadas, sendo elencado suas possíveis utilizações na construção civil.

REFERÊNCIAS

ADEODATO, S.; VILLELA, M.; BETIOL, L.S.; MONZONI, M. **Madeira de Ponta a Ponta: O Caminho Desde a Floresta até o Consumo**. 1 ed. São Paulo: FGV ERA, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997

BESSA, M. A. S. (2018). **Dimensionamento de Estruturas de Madeira Tropical Utilizando a Densidade Básica - Madeira Seca** [Distrito Federal]. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 163

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. COPANT 461: **Maderas – Método de Determinación del Peso Específico Aparente**. 1972

GONZAGA, A.L. **Madeira: Uso e Conservação**. 1 ed. Brasília: Editora IPHAN/MOMUMENTA, 2006.

MELO, J.E. **DISCIPLINA: SISTEMAS ESTRUTURAIS EM MADEIRA**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Publicação Interna, Brasília, 2013.

MELO, J.E. **Madeira: A Influência da Caracterização Tecnológica nas Tensões de Cálculo e Usos Específicos**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Publicação Interna, Brasília, 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTESCIMENTO. SECRETÁRIA DE AGRICULTURA FAMILIAR E COOPERATIVISMO. **Dia da Amazônia: a biodiversidade em um único lugar**. Disponível em: < <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/dia-da-amaz%C3%B4nia-biodiversidade-em-um-%C3%BAnico-lugar> >. Acessado em 25 de junho de 2019.

MORESCHI, J.C. **PROPRIEDADES DA MADEIRA**. 4 ed. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal de Paraná, Cuiabá, Paraná, PR, 2012 - atualizado em 2014.

OECD. **O que é a Amazônia Legal**. Disponível em: < <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28783-o-que-e-a-amazonia-legal/> >. Acessado em 25 de junho de 2019.

PFEIL, W; PFEIL, M. **Estruturas de Madeira**. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2003.

REIS, P.C.M.R. **Análise Estrutural e Propriedades Tecnológicas da Madeira de Espécies da Amazônia**. 2017. 81p. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2017.

REMADE: REVISTA DA MADEIRA. **A Retratilidade da Madeira**. Edição nº 59 – setembro de 2001. Disponível em: <
http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=26&subject=Retratibilidade&title=A%20Retratibilidade%20da%20Madeira>. Acessado em 26 de julho de 2019.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras**. Disponível em: <
<http://www.florestal.gov.br/projetos-lpf/85-laboratorio-de-produtos-florestais-lpf/163-produtos>>; <
<http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/>>. Acessado em 09 de julho de 2019.

ZENID, G.J. **Madeira na Construção Civil**. Divisão de Produtos Florestais. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT, São Paulo, 2015.

APÊNDICE– PLANILHAS DE CÁLCULOS

Dados	
Ensaio:	Densidade Aparente
Data:	18 de Fevereiro de 2019

Espécies de Madeira														
Roxinho – Peltogyne lecointei Ducke.														
N° do C. P	Dimensões (cm)											NBR 7190/1997		
	Longitudinal		Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm ³)	Massa (g)	ρ ₁₂ (g/cm ³)
	L1	L2		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
1.1.1	5,00	5,00	5,00	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,86	28,5	0,95
1.1.2	5,00	5,00	5,00	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,80	28,85	0,97
1.1.3	5,00	4,99	5,00	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	3,01	3,00	29,88	28,62	0,96
1.1.4	5,01	5,02	5,02	1,98	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,86	29,2	0,98
1.1.5	5,03	5,01	5,02	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,01	3,01	3,01	30,01	29,34	0,98
1.1.6	5,00	4,99	5,00	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	3,00	3,00	2,99	29,84	28,44	0,95
1.1.7	4,94	4,94	4,94	1,96	1,92	1,97	1,95	2,99	2,99	3,00	2,99	28,83	27,86	0,97
1.1.8	5,00	5,01	5,00	1,99	1,98	1,98	1,98	2,99	3,00	3,00	3,00	29,68	28,96	0,98
1.1.9	4,99	4,98	4,99	1,99	1,98	1,96	1,97	2,99	3,00	3,00	3,00	29,49	28,28	0,96
1.1.10	4,94	4,95	4,94	1,99	1,98	1,98	1,98	2,99	2,99	2,99	2,99	29,32	27,99	0,95
1.2.1	5,16	5,16	5,16	2,05	2,06	2,03	2,05	3,03	3,03	3,03	3,03	31,96	32,42	1,01
1.2.2	5,16	5,16	5,16	2,04	2,04	2,03	2,04	3,03	3,03	3,02	3,02	31,74	32,29	1,02
1.2.3	5,17	5,16	5,17	2,01	2,02	2,02	2,02	3,03	3,02	3,02	3,02	31,52	32,13	1,02
1.2.4	5,15	5,17	5,16	2,03	2,04	2,03	2,03	3,02	3,02	3,03	3,02	31,71	31,89	1,01
1.2.5	5,15	5,16	5,15	2,05	2,05	2,03	2,04	3,02	3,02	3,02	3,02	31,78	31,73	1,00

1.2.6	5,15	5,15	5,15	2,01	2,02	2,01	2,01	3,01	3,02	3,01	3,01	31,18	32,08	1,03
1.2.7	5,14	5,16	5,15	2,03	2,02	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	31,46	31,88	1,01
1.2.8	5,15	5,15	5,15	2,01	2,02	2,03	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	31,43	32,78	1,04
1.2.9	5,15	5,14	5,15	2,03	2,02	2,01	2,02	3,03	3,03	3,03	3,03	31,45	31,85	1,01
1.2.10	5,17	5,19	5,18	2,01	2,00	2,02	2,01	3,01	3,01	3,02	3,02	31,40	31,33	1,00
1.3.1	4,97	4,96	4,96	2,00	2,00	2,00	2,00	2,99	3,00	3,00	3,00	29,74	30	1,01
1.3.2	5,00	4,99	4,99	1,99	1,99	2,00	1,99	3,00	3,00	3,01	3,00	29,85	30,3	1,01
1.3.3	4,93	4,92	4,93	2,00	1,99	1,99	2,00	3,00	3,00	2,99	3,00	29,44	30,03	1,02
1.3.4	4,94	4,96	4,95	1,99	2,00	2,00	2,00	2,99	3,00	3,00	3,00	29,62	29,82	1,01
1.3.5	5,00	4,99	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,03	3,02	3,01	3,02	30,16	30,25	1,00
1.3.6	4,98	4,96	4,97	1,99	2,00	2,00	1,99	3,02	3,01	3,01	3,01	29,86	30,06	1,01
1.3.7	5,02	5,01	5,01	2,00	2,01	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	30,12	30,7	1,02
1.3.8	4,99	4,98	4,98	2,01	2,01	2,01	2,01	2,99	3,00	3,00	3,00	29,97	30,13	1,01
1.3.9	5,01	5,00	5,01	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	30,04	30,32	1,01
1.3.10	5,01	5,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,01	3,01	3,01	3,01	30,09	30,43	1,01
1.4.1	5,00	5,00	5,00	2,00	2,01	2,01	2,01	3,00	3,00	3,00	3,00	30,07	32,46	1,08
1.4.2	5,00	5,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,02	3,01	3,01	3,01	30,15	31,3	1,04
1.4.3	4,99	4,98	4,99	2,00	2,00	2,00	2,00	3,01	3,02	3,02	3,01	30,09	31,33	1,04
1.4.4	5,04	5,02	5,03	1,98	1,99	1,99	1,99	3,00	3,01	3,01	3,00	30,01	32,01	1,07
1.4.5	5,00	4,99	5,00	2,01	2,02	2,02	2,02	3,02	3,01	3,01	3,01	30,34	31,68	1,04
1.4.6	5,00	5,00	5,00	2,01	2,01	2,01	2,01	3,00	3,01	3,01	3,00	30,12	31,91	1,06
1.4.7	5,02	5,01	5,01	2,00	2,01	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	30,13	31,72	1,05
1.4.8	4,98	4,99	4,99	2,02	2,01	2,01	2,01	3,00	3,01	3,01	3,00	30,15	31,98	1,06
1.4.9	5,01	5,02	5,01	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	30,06	32,36	1,08
1.4.10	5,01	5,00	5,00	2,00	2,01	2,01	2,01	3,00	3,00	3,00	3,00	30,05	32,6	1,08

Tamarindo – *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason.

N° do C. P	Dimensões (cm)										NBR 7190/1997			
	Longitudinal		Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm ³)	Massa (g)	ρ ₁₂ (g/cm ³)
	L1	L2		T1	T2	T3		L1	L2	L3				

3.2.1	4,95	4,95	4,95	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	2,99	3,00	2,99	29,44	27,75	0,94
3.2.2	4,98	4,97	4,98	1,98	1,98	1,98	1,98	2,99	2,99	2,99	2,99	29,50	27,53	0,93
3.2.3	4,98	5,00	4,99	1,99	1,98	1,97	1,98	2,99	3,00	2,99	2,99	29,57	27,62	0,93
3.2.4	5,02	5,02	5,02	1,99	2,00	1,99	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	30,00	27,99	0,93
3.2.5	5,01	5,00	5,01	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	2,99	3,00	29,85	27,77	0,93
3.2.6	5,01	5,00	5,01	1,99	2,00	2,00	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,93	27,96	0,93
3.2.7	5,03	5,02	5,02	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	2,99	2,99	29,91	27,94	0,93
3.2.8	5,01	5,01	5,01	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,88	28,00	0,94
3.2.9	5,00	5,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,99	3,00	29,91	28,00	0,94
3.2.10	5,02	5,03	5,02	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	2,99	2,99	2,99	29,87	27,90	0,93
3.3.1	5,02	5,01	5,02	1,99	1,99	1,99	1,99	3,00	3,00	3,01	3,00	29,93	29,71	0,99
3.3.2	5,00	5,00	5,00	1,99	2,00	1,99	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,90	29,45	0,98
3.3.3	5,01	5,01	5,01	2,00	2,00	1,99	2,00	2,99	3,00	3,00	3,00	29,93	29,66	0,99
3.3.4	4,96	4,97	4,96	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	3,00	2,99	2,99	29,60	29,44	0,99
3.3.5	5,01	5,02	5,01	1,99	2,00	2,00	1,99	3,01	3,00	3,00	3,00	30,00	29,40	0,98
3.3.6	5,00	4,98	4,99	1,99	1,99	1,99	1,99	3,01	3,01	3,00	3,01	29,85	29,71	1,00
3.3.7	5,00	4,99	4,99	1,99	2,00	1,99	1,99	3,01	3,00	3,00	3,00	29,89	29,95	1,00
3.3.8	5,00	4,99	5,00	1,99	1,99	2,00	1,99	2,98	2,98	2,98	2,98	29,65	28,93	0,98
3.3.9	5,00	5,02	5,01	1,99	2,00	2,00	1,99	3,00	2,99	2,96	2,98	29,78	28,93	0,97
3.3.10	5,01	5,01	5,01	2,01	2,03	2,04	2,02	3,01	3,01	3,00	3,00	30,46	29,70	0,98
3.4.1	5,01	5,03	5,02	1,98	1,98	1,99	1,99	2,99	2,99	2,99	2,99	29,80	27,40	0,92
3.4.2	5,00	4,99	4,99	1,99	1,99	1,98	1,98	2,99	2,99	2,99	2,99	29,63	27,55	0,93
3.4.3	5,01	5,01	5,01	2,00	2,00	2,00	2,00	2,99	2,99	2,99	2,99	29,91	27,71	0,93
3.4.4	4,98	4,99	4,99	1,99	1,99	1,98	1,98	2,99	3,00	2,99	3,00	29,63	27,80	0,94
3.4.5	5,01	5,01	5,01	2,00	1,99	1,99	1,99	2,99	3,00	3,00	2,99	29,88	28,44	0,95
3.4.6	5,01	5,00	5,00	1,99	1,98	1,98	1,98	2,99	2,99	2,99	2,99	29,65	28,42	0,96
3.4.7	5,01	5,00	5,00	1,99	1,99	1,98	1,99	3,00	3,00	3,00	3,00	29,86	28,27	0,95
3.4.8	5,00	5,01	5,01	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	29,93	28,59	0,96
3.4.9	5,00	5,00	5,00	2,07	2,07	2,07	2,07	3,08	3,08	3,08	3,08	31,89	29,54	0,93

3.4.10	5,01	5,01	5,01	2,07	2,07	2,06	2,06	3,07	3,07	3,07	3,07	31,74	29,46	0,93
3.5.1	5,16	5,16	5,16	2,01	2,01	2,01	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	31,23	30,40	0,97
3.5.2	5,16	5,16	5,16	2,02	2,01	2,01	2,01	3,03	3,03	3,03	3,03	31,47	31,52	1,00
3.5.3	5,15	5,15	5,15	2,02	2,02	2,01	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	31,28	30,68	0,98
3.5.4	5,14	5,15	5,14	2,02	2,02	2,02	2,02	3,03	3,02	3,02	3,02	31,46	29,67	0,94
3.5.5	5,15	5,15	5,15	2,01	2,02	2,01	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	31,30	30,34	0,97
3.5.6	5,16	5,15	5,16	2,01	2,01	2,01	2,01	3,03	3,03	3,02	3,03	31,41	31,18	0,99
3.5.7	5,16	5,15	5,16	2,01	2,01	2,01	2,01	3,03	3,03	3,03	3,03	31,43	31,83	1,01
3.5.8	5,16	5,15	5,15	2,01	2,01	2,02	2,01	3,02	3,03	3,03	3,03	31,39	30,57	0,97
3.5.9	5,15	5,15	5,15	2,00	2,02	2,02	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	31,29	30,17	0,96
3.5.10	5,16	5,16	5,16	2,01	2,01	2,01	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	31,27	30,57	0,98
Cedrinho ou Libra – <i>Erisma lanceolatum</i> Stapf.														
N° do C. P	Dimensões (cm)											NBR 7190/1997		
	Longitudinal		Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm³)	Massa (g)	ρ12 (g/cm³)
	L1	L2		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
2.1.1	4,91	4,95	4,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,99	2,99	3,00	2,99	29,54	20,78	0,70
2.1.2	4,97	4,97	4,97	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	2,99	3,00	2,99	29,60	20,73	0,70
2.1.3	4,97	4,97	4,97	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	3,00	3,00	3,00	29,64	21,27	0,72
2.1.4	4,98	4,98	4,98	2,00	2,01	2,00	2,00	2,99	3,00	3,00	3,00	29,88	20,7	0,69
2.1.5	4,93	4,93	4,93	2,01	2,02	2,02	2,02	2,98	2,99	2,99	2,99	29,68	21,5	0,72
2.1.6	4,96	4,97	4,97	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,99	2,99	2,99	29,72	20,76	0,70
2.1.7	4,99	4,99	4,99	2,00	2,00	1,99	1,99	2,99	2,99	2,99	2,99	29,78	21,6	0,73
2.1.8	5,03	5,03	5,03	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	2,99	2,99	2,99	29,89	22,74	0,76
2.1.9	5,02	5,03	5,03	2,07	2,07	2,06	2,06	3,03	3,04	3,04	3,03	31,49	21,55	0,68
2.1.10	5,02	5,02	5,02	2,08	2,05	2,05	2,06	3,07	3,08	3,07	3,07	31,76	21,7	0,68
2.3.1	5,07	5,07	5,07	2,02	2,03	2,02	2,02	3,02	3,03	3,02	3,03	31,03	20,7	0,67
2.3.2	5,11	5,12	5,11	2,02	2,02	2,02	2,02	3,03	3,03	3,03	3,03	31,28	21,41	0,68
2.3.3	5,09	5,07	5,08	2,03	2,03	2,02	2,02	3,04	3,04	3,03	3,03	31,18	20,98	0,67
2.3.4	5,10	5,11	5,11	2,02	2,02	2,02	2,02	3,03	3,03	3,03	3,03	31,25	21,53	0,69

2.3.5	5,15	5,15	5,15	2,01	2,01	2,01	2,01	3,03	3,03	3,03	3,03	31,35	20	0,64
2.3.6	5,14	5,15	5,15	2,02	2,02	2,02	2,02	3,03	3,03	3,03	3,03	31,44	20,31	0,65
2.3.7	5,14	5,13	5,13	2,01	2,01	2,02	2,01	3,03	3,02	3,03	3,03	31,30	19,56	0,62
2.3.8	5,15	5,14	5,14	2,01	2,01	2,02	2,01	3,04	3,04	3,03	3,03	31,43	20,61	0,66
2.3.9	5,15	5,14	5,14	2,01	2,01	2,01	2,01	3,03	3,03	3,03	3,03	31,32	20,64	0,66
2.3.10	5,15	5,15	5,15	2,01	2,01	2,01	2,01	3,03	3,03	3,03	3,03	31,36	19,3	0,62
2.4.1	4,96	4,96	4,96	1,99	2,00	2,00	2,00	2,99	2,98	2,98	2,98	29,54	19,79	0,67
2.4.2	4,94	4,94	4,94	1,99	1,99	1,99	1,99	3,01	2,99	2,98	2,99	29,43	19,73	0,67
2.4.3	4,97	4,97	4,97	2,01	2,00	2,00	2,00	2,98	2,99	2,98	2,98	29,66	20,17	0,68
2.4.4	4,99	4,99	4,99	2,00	1,99	2,00	2,00	3,00	3,00	2,99	2,99	29,82	20,2	0,68
2.4.5	5,01	5,00	5,01	2,00	2,00	1,99	2,00	2,99	2,99	2,99	2,99	29,95	19,79	0,66
2.4.6	4,98	4,98	4,98	1,99	1,99	1,99	1,99	2,99	2,99	3,00	2,99	29,62	20,02	0,68
2.4.7	4,99	4,98	4,99	2,01	2,00	1,99	2,00	2,99	2,99	2,98	2,99	29,77	20,21	0,68
2.4.8	5,00	5,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,99	2,99	2,99	2,99	29,82	20,32	0,68
2.4.9	5,02	5,01	5,01	1,99	2,00	2,00	2,00	2,99	2,99	2,98	2,99	29,89	20,19	0,68
2.4.10	5,00	5,01	5,00	2,00	1,99	1,99	1,99	2,98	2,98	2,98	2,98	29,70	20,17	0,68
n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica														
ρ12: Densidade aparente a 12% de teor de umidade														

Dados	
Ensaio:	Densidade Verde
Data:	16 de Abril de 2019

Espécies de Madeira															
Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.															
N° do C. P	Dimensões (cm)												NBR 7190/1997		
	Longitudinal			Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm³)	Massa (g)	psat (g/cm³)
	L1	L2	L3		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
1.1.1	5,01	5,01	5,01	5,01	2,04	2,05	2,05	2,04	3,04	3,04	3,04	3,04	31,16	35,59	1,14
1.1.2	5,01	5,02	5,02	5,02	2,04	2,04	2,04	2,04	3,03	3,04	3,04	3,04	31,09	36,53	1,17
1.1.3	5,01	5,01	5,01	5,01	2,04	2,04	2,04	2,04	3,04	3,04	3,05	3,04	31,09	36,35	1,17
1.1.4	5,02	5,03	5,01	5,02	2,02	2,04	2,03	2,03	3,04	3,04	3,04	3,04	30,95	36,42	1,18
1.1.5	5,02	5,03	5,04	5,03	2,04	2,03	2,03	2,03	3,04	3,04	3,04	3,04	31,11	37,08	1,19
1.1.6	5,01	5,01	5,01	5,01	2,04	2,04	2,04	2,04	3,04	3,04	3,03	3,03	31,03	36,45	1,17
1.1.7	4,94	4,94	4,94	4,94	2,01	1,99	2,02	2,01	3,04	3,03	3,03	3,03	30,04	35,47	1,18
1.1.8	5,00	5,01	5,01	5,01	2,04	2,03	2,03	2,03	3,03	3,04	3,03	3,03	30,82	36,61	1,19
1.1.9	5,00	4,99	4,99	4,99	2,03	2,03	2,04	2,03	3,04	3,04	3,05	3,04	30,89	36,27	1,17
1.1.10	4,94	4,95	4,96	4,95	2,04	2,03	2,03	2,03	3,03	3,03	3,03	3,03	30,50	35,67	1,17
1.2.1	5,16	5,16	5,16	5,16	2,13	2,10	2,08	2,10	3,10	3,10	3,09	3,09	33,57	40,98	1,22
1.2.2	5,16	5,16	5,16	5,16	2,08	2,08	2,08	2,08	3,08	3,08	3,08	3,08	32,99	41,14	1,25
1.2.3	5,16	5,17	5,17	5,17	2,06	2,06	2,06	2,06	3,07	3,07	3,07	3,07	32,66	40,93	1,25
1.2.4	5,17	5,16	5,15	5,16	2,05	2,06	2,06	2,06	3,06	3,05	3,05	3,05	32,40	39,82	1,23
1.2.5	5,16	5,16	5,15	5,16	2,06	2,08	2,08	2,07	3,05	3,06	3,06	3,05	32,65	40,12	1,23
1.2.6	5,16	5,16	5,16	5,16	2,05	2,06	2,04	2,05	3,04	3,05	3,05	3,05	32,20	39,67	1,23
1.2.7	5,16	5,15	5,14	5,15	2,07	2,06	2,06	2,06	3,05	3,06	3,06	3,06	32,46	39,64	1,22
1.2.8	5,17	5,17	5,16	5,17	2,05	2,06	2,06	2,06	3,06	3,06	3,06	3,06	32,50	40,81	1,26

1.2.9	5,17	5,16	5,15	5,16	2,07	2,07	2,06	2,06	3,07	3,07	3,08	3,08	32,72	40,73	1,24
1.2.10	5,18	5,18	5,19	5,19	2,04	2,03	2,04	2,04	3,05	3,05	3,04	3,05	32,23	39,11	1,21
1.3.1	4,97	4,97	4,95	4,97	2,08	2,07	2,08	2,07	3,04	3,04	3,05	3,04	31,35	38,19	1,22
1.3.2	5,00	5,00	4,99	5,00	2,06	2,05	2,06	2,06	3,05	3,05	3,06	3,05	31,38	38,6	1,23
1.3.3	4,94	4,93	4,93	4,93	2,07	2,07	2,07	2,07	3,04	3,05	3,05	3,05	31,09	38	1,22
1.3.4	4,96	4,96	4,95	4,96	2,07	2,07	2,07	2,07	3,05	3,05	3,05	3,05	31,28	37,87	1,21
1.3.5	5,01	5,01	5,01	5,01	2,08	2,08	2,08	2,08	3,05	3,07	3,07	3,06	31,85	38,36	1,20
1.3.6	4,97	4,98	5,00	4,98	2,06	2,07	2,07	2,07	3,05	3,05	3,05	3,05	31,35	38,11	1,22
1.3.7	5,02	5,02	5,03	5,02	2,07	2,07	2,06	2,07	3,05	3,05	3,04	3,05	31,59	39,02	1,24
1.3.8	5,00	4,99	4,98	4,99	2,07	2,07	2,08	2,07	3,05	3,04	3,04	3,04	31,46	38,28	1,22
1.3.9	5,01	5,01	5,02	5,01	2,07	2,07	2,08	2,07	3,04	3,05	3,05	3,05	31,65	38,66	1,22
1.3.10	5,00	5,03	5,02	5,02	2,07	2,07	2,07	2,07	3,06	3,05	3,05	3,05	31,62	38,87	1,23
1.4.1	5,01	5,01	5,01	5,01	2,10	2,11	2,11	2,11	3,08	3,08	3,08	3,08	32,50	40,52	1,25
1.4.2	4,99	5,00	5,00	5,00	2,10	2,11	2,11	2,11	3,08	3,09	3,09	3,08	32,52	40,38	1,24
1.4.3	4,98	4,99	5,00	4,99	2,11	2,11	2,11	2,11	3,10	3,09	3,08	3,09	32,53	40,36	1,24
1.4.4	5,03	5,03	5,03	5,03	2,08	2,08	2,09	2,09	3,09	3,09	3,08	3,09	32,37	40,47	1,25
1.4.5	5,00	5,01	5,01	5,00	2,12	2,12	2,11	2,12	3,08	3,08	3,08	3,08	32,68	40,36	1,24
1.4.6	5,01	5,01	5,01	5,01	2,11	2,11	2,11	2,11	3,09	3,09	3,08	3,08	32,53	40,34	1,24
1.4.7	5,01	5,01	5,02	5,01	2,09	2,09	2,09	2,09	3,09	3,09	3,09	3,09	32,37	40,37	1,25
1.4.8	4,98	4,99	5,00	4,99	2,11	2,11	2,11	2,11	3,08	3,07	3,07	3,07	32,42	40,27	1,24
1.4.9	5,01	5,02	5,02	5,02	2,08	2,08	2,08	2,08	3,08	3,08	3,08	3,08	32,22	40,27	1,25
1.4.10	5,01	5,00	5,00	5,00	2,10	2,10	2,11	2,10	3,07	3,07	3,07	3,07	32,29	40	1,24
Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.															
N° do C. P	Dimensões (cm)												NBR 7190/1997		
	Longitudinal			Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm³)	Massa (g)	psat (g/cm³)
	L1	L2	L3		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
3.2.1	4,95	4,95	4,94	4,95	2,02	2,00	2,01	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	30,05	35,07	1,17
3.2.2	4,98	4,98	4,97	4,98	2,02	2,02	2,01	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	30,27	34,95	1,15
3.2.3	4,99	4,99	4,98	4,98	2,00	2,02	2,03	2,01	3,02	3,03	3,02	3,02	30,31	35,13	1,16

3.2.4	5,02	5,02	5,02	5,02	2,02	2,02	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,62	35,53	1,16
3.2.5	5,00	5,00	5,00	5,00	2,01	2,02	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,41	35,20	1,16
3.2.6	5,01	5,01	5,01	5,01	2,02	2,02	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,58	35,50	1,16
3.2.7	5,02	5,03	5,03	5,02	2,01	2,01	2,02	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	30,50	35,37	1,16
3.2.8	5,01	5,01	5,00	5,01	2,02	2,02	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,49	35,44	1,16
3.2.9	5,00	5,00	5,00	5,00	2,02	2,02	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,50	35,61	1,17
3.2.10	5,02	5,02	5,02	5,02	2,01	2,01	2,02	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	30,48	35,28	1,16
3.3.1	5,01	5,01	5,02	5,01	2,03	2,04	2,03	2,03	3,05	3,05	3,05	3,05	31,09	37,12	1,19
3.3.2	5,03	5,02	5,01	5,02	2,04	2,04	2,04	2,04	3,04	3,05	3,05	3,05	31,21	36,62	1,17
3.3.3	5,01	5,02	5,02	5,01	2,05	2,04	2,03	2,04	3,04	3,04	3,04	3,04	31,08	36,83	1,19
3.3.4	4,98	4,97	4,97	4,97	2,03	2,04	2,04	2,04	3,03	3,04	3,04	3,04	30,76	36,59	1,19
3.3.5	5,02	5,02	5,02	5,02	2,04	2,04	2,03	2,04	3,04	3,05	3,05	3,05	31,13	36,67	1,18
3.3.6	4,99	5,01	5,01	5,00	2,05	2,04	2,04	2,04	3,05	3,04	3,05	3,05	31,10	36,73	1,18
3.3.7	5,00	5,00	5,00	5,00	2,04	2,05	2,05	2,05	3,04	3,04	3,05	3,04	31,10	36,90	1,19
3.3.8	4,99	4,99	5,00	5,00	2,03	2,04	2,04	2,04	3,02	3,02	3,02	3,02	30,73	36,25	1,18
3.3.9	5,01	5,01	5,01	5,01	2,04	2,03	2,03	2,03	3,04	3,04	3,00	3,03	30,83	36,31	1,18
3.3.10	5,01	5,01	5,01	5,01	2,06	2,07	2,04	2,06	3,05	3,05	3,04	3,05	31,40	37,40	1,19
3.4.1	5,02	5,02	5,02	5,02	2,02	2,02	2,03	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,63	35,06	1,14
3.4.2	4,99	4,99	4,99	4,99	2,02	2,01	2,02	2,02	3,02	3,02	3,03	3,02	30,39	34,56	1,14
3.4.3	5,01	5,02	5,02	5,01	2,03	2,03	2,04	2,03	3,02	3,02	3,02	3,02	30,83	35,07	1,14
3.4.4	4,99	5,00	4,99	4,99	2,01	2,01	2,02	2,01	3,02	3,02	3,02	3,02	30,38	34,66	1,14
3.4.5	5,01	5,01	5,01	5,01	2,04	2,02	2,03	2,03	3,02	3,02	3,02	3,02	30,71	35,49	1,16
3.4.6	5,00	5,01	5,00	5,00	2,01	2,01	2,02	2,02	3,02	3,02	3,02	3,02	30,46	35,27	1,16
3.4.7	5,00	5,01	5,01	5,01	2,02	2,03	2,03	2,02	3,02	3,03	3,03	3,02	30,66	35,10	1,14
3.4.8	5,01	5,01	5,02	5,01	2,02	2,03	2,02	2,02	3,03	3,03	3,03	3,03	30,70	35,26	1,15
3.4.9	5,00	5,00	5,00	5,00	2,09	2,09	2,09	2,09	3,11	3,11	3,11	3,11	32,51	37,14	1,14
3.4.10	5,02	5,01	5,01	5,01	2,08	2,09	2,07	2,08	3,10	3,10	3,10	3,10	32,31	37,40	1,16
3.5.1	5,16	5,16	5,16	5,16	2,04	2,04	2,04	2,04	3,05	3,05	3,05	3,05	32,06	37,69	1,18
3.5.2	5,16	5,16	5,16	5,16	2,05	2,05	2,05	2,05	3,07	3,07	3,07	3,07	32,41	38,27	1,18

3.5.3	5,15	5,15	5,15	5,15	2,04	2,05	2,05	2,04	3,05	3,06	3,05	3,05	32,12	37,80	1,18
3.5.4	5,15	5,15	5,15	5,15	2,05	2,05	2,05	2,05	3,06	3,06	3,05	3,06	32,25	37,56	1,16
3.5.5	5,15	5,15	5,15	5,15	2,05	2,05	2,03	2,04	3,06	3,06	3,06	3,06	32,20	37,89	1,18
3.5.6	5,16	5,16	5,16	5,16	2,05	2,05	2,05	2,05	3,07	3,07	3,07	3,07	32,38	37,92	1,17
3.5.7	5,16	5,16	5,16	5,16	2,04	2,04	2,05	2,04	3,06	3,06	3,07	3,06	32,31	38,40	1,19
3.5.8	5,16	5,16	5,16	5,16	2,05	2,05	2,05	2,05	3,06	3,07	3,07	3,07	32,38	38,45	1,19
3.5.9	5,15	5,15	5,15	5,15	2,04	2,05	2,05	2,04	3,05	3,05	3,05	3,05	32,11	37,55	1,17
3.5.10	5,16	5,16	5,16	5,16	2,04	2,05	2,04	2,05	3,06	3,06	3,05	3,06	32,26	37,92	1,18
Cedrinho ou Libra – <i>Erisma lanceolatum</i> Staffl.															
N° do C. P	Dimensões (cm)												NBR 7190/1997		
	Longitudinal			Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm ³)	Massa (g)	psat (g/cm ³)
	L1	L2	L3		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
2.1.1	4,93	4,96	4,93	4,94	2,11	2,11	2,12	2,11	3,09	3,09	3,10	3,09	32,24	37,57	1,17
2.1.2	4,98	4,99	4,98	4,98	2,10	2,11	2,11	2,10	3,09	3,09	3,09	3,09	32,38	37,7	1,16
2.1.3	4,99	5,00	4,99	4,99	2,11	2,11	2,11	2,11	3,10	3,10	3,09	3,10	32,63	37,87	1,16
2.1.4	4,99	5,00	4,99	4,99	2,11	2,12	2,12	2,12	3,08	3,09	3,09	3,09	32,62	37,81	1,16
2.1.5	4,94	4,94	4,93	4,93	2,13	2,13	2,13	2,13	3,07	3,08	3,08	3,08	32,33	37,28	1,15
2.1.6	4,98	4,98	4,98	4,98	2,13	2,13	2,11	2,12	3,09	3,09	3,08	3,09	32,61	37,63	1,15
2.1.7	5,00	5,00	5,00	5,00	2,12	2,12	2,12	2,12	3,09	3,10	3,10	3,10	32,78	37,97	1,16
2.1.8	5,04	5,05	5,04	5,04	2,11	2,12	2,12	2,12	3,11	3,12	3,10	3,11	33,19	36,66	1,10
2.1.9	5,03	5,03	5,03	5,03	2,16	2,17	2,18	2,17	3,09	3,10	3,11	3,10	33,89	37,61	1,11
2.1.10	5,02	5,02	5,03	5,02	2,16	2,17	2,19	2,17	3,13	3,14	3,13	3,14	34,19	38,02	1,11
2.3.1	5,07	5,07	5,08	5,08	2,11	2,11	2,11	2,11	3,09	3,08	3,09	3,09	32,99	33,79	1,02
2.3.2	5,12	5,12	5,12	5,12	2,10	2,10	2,10	2,10	3,09	3,09	3,09	3,09	33,23	34,53	1,04
2.3.3	5,07	5,08	5,09	5,08	2,11	2,11	2,11	2,11	3,10	3,10	3,10	3,10	33,19	34,09	1,03
2.3.4	5,11	5,11	5,10	5,11	2,10	2,10	2,10	2,10	3,10	3,10	3,10	3,10	33,29	34,08	1,02
2.3.5	5,16	5,16	5,15	5,15	2,08	2,08	2,08	2,08	3,09	3,09	3,09	3,09	33,08	33,72	1,02
2.3.6	5,15	5,15	5,14	5,15	2,09	2,08	2,08	2,09	3,09	3,09	3,09	3,09	33,20	33,35	1,00
2.3.7	5,15	5,15	5,13	5,14	2,09	2,08	2,08	2,08	3,08	3,07	3,08	3,08	32,92	33,2	1,01

2.3.8	5,15	5,15	5,15	5,15	2,08	2,08	2,08	2,08	3,10	3,10	3,10	3,10	33,21	33,78	1,02
2.3.9	5,14	5,15	5,15	5,15	2,09	2,09	2,09	2,09	3,09	3,09	3,09	3,09	33,18	33,71	1,02
2.3.10	5,15	5,15	5,15	5,15	2,08	2,08	2,07	2,08	3,08	3,08	3,08	3,08	32,93	33,45	1,02
2.4.1	4,98	4,98	4,98	4,98	2,13	2,13	2,12	2,13	3,09	3,08	3,08	3,08	32,62	34,03	1,04
2.4.2	4,95	4,96	4,95	4,96	2,12	2,12	2,12	2,12	3,07	3,08	3,08	3,08	32,29	33,69	1,04
2.4.3	4,99	5,00	4,99	5,00	2,13	2,14	2,13	2,13	3,08	3,09	3,08	3,08	32,82	34,39	1,05
2.4.4	5,02	5,03	5,02	5,02	2,14	2,13	2,14	2,14	3,09	3,09	3,08	3,09	33,08	34,59	1,05
2.4.5	5,02	5,02	5,01	5,02	2,11	2,13	2,12	2,12	3,07	3,09	3,08	3,08	32,77	34,56	1,05
2.4.6	5,00	4,99	5,00	5,00	2,09	2,09	2,10	2,10	3,08	3,08	3,08	3,08	32,24	34,46	1,07
2.4.7	5,00	5,01	5,00	5,00	2,14	2,12	2,14	2,13	3,08	3,09	3,09	3,08	32,89	34,17	1,04
2.4.8	5,02	5,02	5,02	5,02	2,13	2,14	2,14	2,14	3,08	3,09	3,09	3,09	33,10	34,13	1,03
2.4.9	5,04	5,04	5,03	5,03	2,13	2,14	2,13	2,14	3,08	3,09	3,09	3,08	33,15	34,25	1,03
2.4.10	5,02	5,03	5,03	5,03	2,15	2,13	2,13	2,13	3,07	3,07	3,07	3,07	32,97	24,52	0,74
n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica psat: Densidade verde															

Dados	
Ensaio:	Densidade Seca
Data:	16 de Maio de 2019

Espécies de Madeira															
Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.															
N° do CP	Dimensões (cm)											NBR 7190/1997			
	Longitudinal			Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm³)	Massa (g)	ρ _s (g/cm³)
	L1	L2	L3		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
1.1.1	4,99	5,00	4,99	4,99	1,89	1,89	1,89	1,89	2,93	2,93	2,92	2,92	27,59	24,97	0,91
1.1.2	5,01	5,01	4,99	5,00	1,89	1,90	1,89	1,89	2,91	2,91	2,91	2,91	27,58	25,22	0,91
1.1.3	4,99	4,99	5,00	5,00	1,89	1,89	1,90	1,89	2,93	2,92	2,92	2,92	27,65	25	0,90
1.1.4	5,00	5,00	5,01	5,00	1,89	1,89	1,88	1,89	2,91	2,91	2,91	2,91	27,46	25,52	0,93
1.1.5	5,01	5,01	5,02	5,02	1,89	1,89	1,90	1,89	2,92	2,92	2,92	2,92	27,70	25,65	0,93
1.1.6	4,99	4,99	4,99	4,99	1,89	1,90	1,89	1,89	2,91	2,91	2,90	2,90	27,42	25,33	0,92
1.1.7	4,93	4,93	4,92	4,93	1,87	1,84	1,87	1,86	2,90	2,91	2,91	2,90	26,58	24,33	0,92
1.1.8	4,98	4,98	4,99	4,98	1,88	1,89	1,89	1,89	2,91	2,90	2,92	2,91	27,30	25,28	0,93
1.1.9	4,98	4,97	4,97	4,97	1,85	1,88	1,90	1,88	2,91	2,91	2,92	2,91	27,15	25,76	0,95
1.1.10	4,93	4,93	4,94	4,93	1,89	1,87	1,87	1,88	2,90	2,90	2,90	2,90	26,87	24,48	0,91
1.2.1	5,14	5,14	5,15	5,14	1,96	1,99	1,97	1,97	2,93	2,94	2,94	2,94	29,76	28,46	0,96
1.2.2	5,14	5,14	5,14	5,14	1,95	1,96	1,97	1,96	2,93	2,94	2,94	2,94	29,54	28,3	0,96
1.2.3	5,15	5,15	5,15	5,15	1,93	1,94	1,94	1,94	2,94	2,94	2,94	2,94	29,27	28,17	0,96
1.2.4	5,14	5,15	5,15	5,15	1,93	1,94	1,93	1,93	2,94	2,94	2,94	2,94	29,21	27,91	0,96
1.2.5	5,14	5,13	5,13	5,14	1,97	1,97	1,95	1,96	2,93	2,93	2,93	2,93	29,55	27,76	0,94
1.2.6	5,13	5,14	5,14	5,14	1,94	1,94	1,93	1,94	2,93	2,93	2,92	2,92	29,09	28,1	0,97
1.2.7	5,12	5,13	5,14	5,13	1,96	1,97	1,96	1,96	2,94	2,94	2,94	2,94	29,56	27,94	0,95

1.2.8	5,15	5,14	5,14	5,14	1,92	1,93	1,94	1,93	2,94	2,94	2,94	2,94	29,17	28,72	0,98
1.2.9	5,14	5,13	5,13	5,14	1,95	1,93	1,92	1,94	2,94	2,93	2,93	2,93	29,16	27,84	0,95
1.2.10	5,16	5,16	5,15	5,16	1,92	1,92	1,93	1,92	2,93	2,93	2,92	2,93	29,03	27,38	0,94
1.3.1	4,95	4,94	4,94	4,94	1,92	1,92	1,92	1,92	2,93	2,93	2,93	2,93	27,77	26,36	0,95
1.3.2	4,97	4,97	4,98	4,97	1,92	1,91	1,92	1,92	2,93	2,94	2,94	2,94	27,98	26,66	0,95
1.3.3	4,90	4,91	4,91	4,91	1,92	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,92	2,93	27,47	26,36	0,96
1.3.4	4,94	4,94	4,93	4,94	1,91	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,62	26,14	0,95
1.3.5	4,97	4,97	4,98	4,97	1,92	1,91	1,92	1,92	2,94	2,95	2,95	2,94	28,05	26,53	0,95
1.3.6	4,94	4,96	4,97	4,96	1,91	1,91	1,90	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,67	26,35	0,95
1.3.7	4,98	4,98	5,00	4,99	1,91	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,93	26,92	0,96
1.3.8	4,95	4,95	4,97	4,96	1,92	1,92	1,92	1,92	2,93	2,92	2,92	2,92	27,85	26,4	0,95
1.3.9	4,98	4,99	5,00	4,99	1,91	1,92	1,92	1,92	2,93	2,93	2,93	2,93	27,98	26,56	0,95
1.3.10	4,97	4,98	4,99	4,98	1,91	1,91	1,91	1,91	2,94	2,94	2,93	2,94	27,98	26,66	0,95
1.4.1	5,00	5,00	4,99	5,00	1,90	1,90	1,90	1,90	2,90	2,90	2,89	2,90	27,48	28,59	1,04
1.4.2	4,99	5,00	4,99	4,99	1,90	1,90	1,90	1,90	2,93	2,92	2,91	2,92	27,72	27,61	1,00
1.4.3	4,98	4,98	4,97	4,98	1,90	1,90	1,90	1,90	2,92	2,92	2,91	2,91	27,53	27,59	1,00
1.4.4	5,01	5,02	5,03	5,02	1,89	1,89	1,89	1,89	2,90	2,90	2,90	2,90	27,53	28,19	1,02
1.4.5	4,99	4,99	4,99	4,99	1,92	1,92	1,91	1,92	2,92	2,91	2,91	2,91	27,85	27,91	1,00
1.4.6	4,99	4,99	5,00	4,99	1,91	1,90	1,89	1,90	2,90	2,91	2,91	2,91	27,52	28,09	1,02
1.4.7	5,01	5,00	5,00	5,00	1,91	1,91	1,90	1,90	2,91	2,91	2,91	2,91	27,68	27,89	1,01
1.4.8	4,97	4,97	4,97	4,97	1,92	1,92	1,91	1,92	2,90	2,90	2,90	2,90	27,66	28,12	1,02
1.4.9	5,00	5,00	5,00	5,00	1,90	1,91	1,91	1,91	2,89	2,89	2,89	2,89	27,51	28,39	1,03
1.4.10	4,99	4,97	4,98	4,98	1,91	1,91	1,90	1,90	2,90	2,89	2,89	2,89	27,42	28,67	1,05
Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.															
N° do C. P	Dimensões (cm)											NBR 7190/1997			
	Longitudinal			Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm³)	Massa (g)	ps (g/cm³)
	L1	L2	L3		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
3.2.1	4,93	4,93	4,95	4,93	1,90	1,89	1,90	1,90	2,93	2,93	2,93	2,93	27,40	24,44	0,89
3.2.2	4,97	4,97	4,96	4,97	1,89	1,90	1,90	1,90	2,92	2,93	2,93	2,92	27,58	24,22	0,88

3.2.3	4,97	4,97	4,96	4,96	1,91	1,91	1,89	1,90	2,93	2,93	2,92	2,93	27,65	24,29	0,88
3.2.4	5,00	5,01	5,01	5,01	1,91	1,91	1,90	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,99	24,57	0,88
3.2.5	4,99	4,99	4,98	4,99	1,91	1,91	1,90	1,91	2,93	2,92	2,93	2,93	27,80	24,33	0,88
3.2.6	4,99	4,99	4,99	4,99	1,91	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,98	24,57	0,88
3.2.7	5,01	5,01	5,00	5,00	1,91	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,97	24,52	0,88
3.2.8	4,99	4,99	4,99	4,99	1,91	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,90	24,56	0,88
3.2.9	4,99	4,99	4,99	4,99	1,91	1,91	1,91	1,91	2,92	2,93	2,93	2,93	27,89	24,59	0,88
3.2.10	4,99	4,98	4,99	4,99	1,90	1,90	1,90	1,90	2,92	2,93	2,93	2,93	27,73	24,52	0,88
3.3.1	5,01	5,00	5,00	5,00	1,91	1,92	1,91	1,91	2,94	2,94	2,94	2,94	28,08	26,26	0,94
3.3.2	4,98	4,99	4,99	4,99	1,92	1,92	1,92	1,92	2,94	2,94	2,93	2,94	28,09	26,07	0,93
3.3.3	4,99	4,99	4,99	4,99	1,92	1,92	1,92	1,92	2,93	2,93	2,94	2,93	28,09	26,28	0,94
3.3.4	4,94	4,95	4,95	4,95	1,92	1,92	1,91	1,92	2,93	2,93	2,93	2,93	27,80	25,96	0,93
3.3.5	4,99	5,01	4,99	5,00	1,91	1,91	1,91	1,91	2,94	2,94	2,93	2,94	28,04	25,94	0,93
3.3.6	4,97	4,97	4,96	4,97	1,92	1,92	1,92	1,92	2,93	2,93	2,94	2,93	27,95	26,18	0,94
3.3.7	4,98	4,98	4,97	4,98	1,92	1,92	1,92	1,92	2,93	2,93	2,93	2,93	28,00	26,41	0,94
3.3.8	4,99	4,98	4,97	4,98	1,92	1,91	1,91	1,91	2,91	2,90	2,91	2,90	27,64	25,55	0,92
3.3.9	4,99	4,98	4,99	4,99	1,92	1,92	1,91	1,92	2,90	2,92	2,93	2,92	27,87	25,56	0,92
3.3.10	4,98	4,99	4,99	4,99	1,94	1,98	1,97	1,96	2,94	2,95	2,95	2,95	28,84	26,34	0,91
3.4.1	5,00	5,01	5,00	5,00	1,91	1,91	1,90	1,91	2,92	2,92	2,93	2,92	27,90	24,64	0,88
3.4.2	4,97	4,98	4,97	4,97	1,91	1,90	1,89	1,90	2,93	2,93	2,92	2,93	27,66	24,34	0,88
3.4.3	5,00	4,99	4,99	5,00	1,91	1,92	1,92	1,92	2,92	2,92	2,92	2,92	27,97	24,42	0,87
3.4.4	4,98	4,98	4,97	4,98	1,91	1,90	1,89	1,90	2,93	2,92	2,92	2,92	27,66	24,43	0,88
3.4.5	4,99	4,99	4,99	4,99	1,90	1,91	1,91	1,90	2,92	2,92	2,92	2,92	27,75	25,01	0,90
3.4.6	4,99	4,99	4,98	4,98	1,90	1,89	1,89	1,90	2,92	2,92	2,92	2,92	27,59	24,98	0,91
3.4.7	4,99	4,99	4,99	4,99	1,91	1,91	1,90	1,90	2,92	2,93	2,93	2,92	27,78	24,86	0,89
3.4.8	4,99	4,99	4,99	4,99	1,91	1,91	1,91	1,91	2,93	2,93	2,93	2,93	27,91	25,15	0,90
3.4.9	4,99	4,99	4,98	4,98	1,98	1,98	1,98	1,98	3,00	3,00	3,00	3,00	29,61	25,83	0,87
3.4.10	4,99	4,99	4,99	4,99	1,97	1,98	1,98	1,97	2,99	2,99	2,99	2,99	29,50	25,81	0,88
3.5.1	5,14	5,15	5,15	5,15	1,93	1,92	1,93	1,93	2,94	2,94	2,94	2,94	29,10	26,58	0,91

3.5.2	5,15	5,15	5,14	5,15	1,93	1,92	1,92	1,93	2,93	2,93	2,93	2,93	29,06	27,58	0,95
3.5.3	5,14	5,14	5,14	5,14	1,93	1,93	1,92	1,93	2,92	2,92	2,92	2,92	28,94	26,76	0,92
3.5.4	5,15	5,14	5,13	5,14	1,94	1,94	1,94	1,94	2,93	2,94	2,94	2,94	29,28	25,93	0,89
3.5.5	5,14	5,14	5,14	5,14	1,92	1,93	1,92	1,92	2,93	2,94	2,93	2,93	29,00	26,61	0,92
3.5.6	5,15	5,15	5,15	5,15	1,93	1,92	1,93	1,93	2,92	2,92	2,93	2,92	28,99	27,18	0,94
3.5.7	5,15	5,15	5,15	5,15	1,92	1,92	1,93	1,93	2,93	2,93	2,93	2,93	29,04	27,84	0,96
3.5.8	5,14	5,14	5,14	5,14	1,93	1,93	1,93	1,93	2,94	2,95	2,95	2,95	29,24	26,80	0,92
3.5.9	5,14	5,14	5,15	5,14	1,93	1,93	1,93	1,93	2,94	2,94	2,93	2,93	29,12	26,34	0,90
3.5.10	5,14	5,15	5,15	5,15	1,94	1,93	1,93	1,94	2,94	2,94	2,94	2,94	29,26	26,70	0,91
Cedrinho ou Libra – <i>Erisma lanceolatum</i> Staffl.															
N° do C. P	Dimensões (cm)												NBR 7190/1997		
	Longitudinal			Média	Tangencial			Média	Radial			Média	Volume (cm³)	Massa (g)	ps (g/cm³)
	L1	L2	L3		T1	T2	T3		L1	L2	L3				
2.1.1	4,95	4,94	4,91	4,93	1,91	1,91	1,91	1,91	2,94	2,94	2,94	2,94	27,70	18,1	0,65
2.1.2	4,96	4,96	4,95	4,96	1,89	1,90	1,89	1,89	2,94	2,94	2,94	2,94	27,59	18	0,65
2.1.3	4,96	4,96	4,97	4,96	1,90	1,90	1,90	1,90	2,93	2,94	2,93	2,93	27,60	18,51	0,67
2.1.4	4,96	4,98	4,98	4,97	1,90	1,91	1,91	1,91	2,95	2,95	2,95	2,95	28,00	17,98	0,64
2.1.5	4,92	4,92	4,92	4,92	1,91	1,92	1,93	1,92	2,95	2,95	2,94	2,94	27,75	17,44	0,63
2.1.6	4,96	4,96	4,96	4,96	1,90	1,90	1,91	1,90	2,94	2,94	2,94	2,94	27,78	18,02	0,65
2.1.7	4,97	4,98	4,98	4,98	1,90	1,89	1,89	1,89	2,93	2,94	2,93	2,93	27,64	18,8	0,68
2.1.8	5,02	5,02	5,03	5,02	1,88	1,88	1,88	1,88	2,93	2,94	2,93	2,93	27,68	19,82	0,72
2.1.9	5,01	5,01	5,02	5,01	1,97	1,96	1,96	1,96	2,97	2,97	2,96	2,97	29,15	18,65	0,64
2.1.10	5,00	5,00	5,00	5,00	1,98	1,95	1,94	1,96	3,00	3,01	3,00	3,00	29,35	18,77	0,64
2.3.1	5,05	5,05	5,05	5,05	1,94	1,95	1,94	1,94	2,97	2,96	2,96	2,97	29,12	18,08	0,62
2.3.2	5,10	5,10	5,11	5,10	1,93	1,94	1,93	1,93	2,97	2,98	2,97	2,97	29,35	18,66	0,64
2.3.3	5,07	5,08	5,06	5,07	1,95	1,95	1,95	1,95	2,97	2,97	2,97	2,97	29,31	18,28	0,62
2.3.4	5,10	5,10	5,10	5,10	1,93	1,93	1,93	1,93	3,02	2,97	2,97	2,99	29,42	18,76	0,64
2.3.5	5,13	5,14	5,14	5,14	1,96	1,96	1,96	1,96	2,96	2,97	2,97	2,97	29,82	17,37	0,58
2.3.6	5,12	5,14	5,14	5,13	1,95	1,95	1,95	1,95	2,97	2,97	2,97	2,97	29,69	17,61	0,59

2.3.7	5,12	5,12	5,13	5,12	1,95	1,95	1,95	1,95	2,99	2,99	2,99	2,99	29,89	17,04	0,57
2.3.8	5,13	5,13	5,14	5,13	1,95	1,96	1,96	1,95	2,98	2,98	2,98	2,98	29,89	17,93	0,60
2.3.9	5,13	5,13	5,14	5,13	1,94	1,95	1,94	1,95	2,97	2,96	2,96	2,96	29,60	17,94	0,61
2.3.10	5,12	5,13	5,13	5,13	1,95	1,94	1,94	1,94	2,97	2,98	2,98	2,98	29,65	16,8	0,57
2.4.1	4,96	4,96	4,95	4,96	1,90	1,90	1,91	1,90	2,93	2,93	2,94	2,93	27,64	17,37	0,63
2.4.2	4,94	4,94	4,93	4,93	1,89	1,90	1,89	1,89	2,92	2,93	2,92	2,93	27,32	17,24	0,63
2.4.3	4,96	4,97	4,96	4,97	1,89	1,89	1,91	1,90	2,93	2,94	2,94	2,93	27,64	17,61	0,64
2.4.4	4,99	5,00	4,99	4,99	1,91	1,90	1,90	1,90	2,93	2,93	2,93	2,93	27,83	17,68	0,64
2.4.5	4,99	4,99	5,00	5,00	1,90	1,90	1,90	1,90	2,94	2,94	2,93	2,94	27,91	17,38	0,62
2.4.6	4,98	4,97	4,98	4,98	1,90	1,90	1,89	1,90	2,95	2,94	2,95	2,94	27,78	17,47	0,63
2.4.7	4,97	4,97	4,96	4,96	1,90	1,90	1,91	1,90	2,93	2,93	2,93	2,93	27,65	17,66	0,64
2.4.8	4,98	4,99	4,99	4,99	1,89	1,89	1,89	1,89	2,93	2,93	2,93	2,93	27,61	17,75	0,64
2.4.9	4,99	5,01	5,01	5,00	1,89	1,89	1,89	1,89	2,92	2,92	2,92	2,92	27,64	17,66	0,64
2.4.10	5,00	5,01	5,00	5,00	1,89	1,89	1,90	1,90	2,92	2,92	2,92	2,92	27,69	17,63	0,64
n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica															
ps: Densidade seca															

Dados	
Ensaio:	Densidade Básica
Data:	-----

Espécies de Madeira					
Roxinho – <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke.		Tamarindo – <i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason.		Cedrinho ou Libra – <i>Erisma lanceolatum</i> Stafl.	
N° do C. P	NBR 7190/1997	N° do C. P	NBR 7190/1997	N° do C. P	NBR 7190/1997
1.1.1	0,801	3.2.1	0,813	2.1.1	0,561
1.1.2	0,811	3.2.2	0,800	2.1.2	0,556
1.1.3	0,804	3.2.3	0,801	2.1.3	0,567
1.1.4	0,825	3.2.4	0,803	2.1.4	0,551
1.1.5	0,825	3.2.5	0,800	2.1.5	0,539
1.1.6	0,816	3.2.6	0,803	2.1.6	0,553
1.1.7	0,810	3.2.7	0,804	2.1.7	0,574
1.1.8	0,820	3.2.8	0,805	2.1.8	0,597
1.1.9	0,834	3.2.9	0,806	2.1.9	0,550
1.1.10	0,803	3.2.10	0,805	2.1.10	0,549
1.2.1	0,848	3.3.1	0,845	2.3.1	0,548
1.2.2	0,858	3.3.2	0,835	2.3.2	0,562
1.2.3	0,863	3.3.3	0,846	2.3.3	0,551
1.2.4	0,861	3.3.4	0,844	2.3.4	0,563
1.2.5	0,850	3.3.5	0,833	2.3.5	0,525
1.2.6	0,873	3.3.6	0,842	2.3.6	0,530

1.2.7	0,861	3.3.7	0,849	2.3.7	0,518
1.2.8	0,884	3.3.8	0,831	2.3.8	0,540
1.2.9	0,851	3.3.9	0,829	2.3.9	0,541
1.2.10	0,850	3.3.10	0,839	2.3.10	0,510
1.3.1	0,841	3.4.1	0,804	2.4.1	0,532
1.3.2	0,849	3.4.2	0,801	2.4.2	0,534
1.3.3	0,848	3.4.3	0,792	2.4.3	0,536
1.3.4	0,836	3.4.4	0,804	2.4.4	0,535
1.3.5	0,833	3.4.5	0,814	2.4.5	0,530
1.3.6	0,840	3.4.6	0,820	2.4.6	0,542
1.3.7	0,852	3.4.7	0,811	2.4.7	0,537
1.3.8	0,839	3.4.8	0,819	2.4.8	0,536
1.3.9	0,839	3.4.9	0,795	2.4.9	0,533
1.3.10	0,843	3.4.10	0,799	2.4.10	0,535
1.4.1	0,880	3.5.1	0,829	-	-
1.4.2	0,849	3.5.2	0,851	-	-
1.4.3	0,848	3.5.3	0,833	-	-
1.4.4	0,871	3.5.4	0,804	-	-
1.4.5	0,854	3.5.5	0,826	-	-
1.4.6	0,863	3.5.6	0,839	-	-
1.4.7	0,861	3.5.7	0,862	-	-
1.4.8	0,867	3.5.8	0,828	-	-
1.4.9	0,881	3.5.9	0,820	-	-
1.4.10	0,888	3.5.10	0,828	-	-
n.n.n: Espécie, árvore e sequência numérica					
pbás: Densidade básica					