



UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM FUNÇÃO DA CONSTANTE
DIELÉTRICA DE SEIS ESPÉCIES DE MADEIRA

Aluno: Pablo Pozzobon de Bem

Matrícula: 09/0127641

Orientador: Doutor Fernando Nunes Gouveia

Co-orientador: Prof. Doutor Alexandre Florian da Costa

Linha de Pesquisa: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais

Trabalho Final de Conclusão de
Curso de graduação apresentado
ao Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade de
Brasília, como parte das
exigências para obtenção do título
de Engenheiro Florestal.

Brasília – DF, novembro de 2014

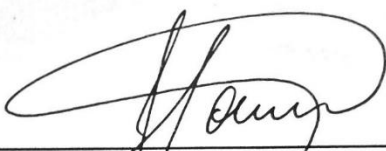
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM FUNÇÃO DA CONSTANTE
DIELÉTRICA DE SEIS ESPÉCIES DE MADEIRA**

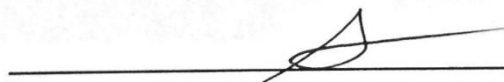
Aluno: Pablo Pozzobon de Bem
Matrícula: 09/0127641

Menção: SS

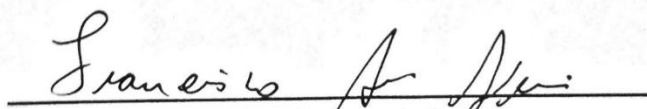
Aprovado por:



Dr. Fernando Nunes Gouveia
Laboratório de Produtos Florestais - Serviço Florestal Brasileiro
(Orientador)



Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa
Departamento de Engenharia Florestal - Universidade de Brasília
(Co-orientador)



Me. Francisco Assis Lima
Prefeitura do Campus - Universidade de Brasília
(Examinador externo)

Brasília – DF, novembro de 2014

“A floresta é um playground para os aventureiros, um museu para os curiosos, um hospital para os estressados, e uma catedral para os espirituais.”

James Jones, ex-bispo de Liverpool

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Marisa, por todo o apoio e força que deu a mim e aos meus irmãos ao longo de nossas vidas; por garantir que sempre tivesse acesso às melhores condições de vida e ensino possíveis; e por sempre acreditar em meu potencial.

Ao meu pai, Assis Roberto de Bem, que, apesar de ter partido cedo, viveu o suficiente para deixar sua marca não só em mim, mas em todos aqueles ao seu redor.

Aos meus irmãos, Lucas e Ludiana, por sempre estarem ao meu lado juntamente com minha mãe, fornecendo seu apoio.

A todos os familiares cujos nomes não mencionei, avô e avó, tios e tias, primos e primas, cujas presenças em minha vida serviram de grande ajuda para meu crescimento pessoal.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Florestal da UnB, que, cada um de sua maneira, ajudaram no meu crescimento profissional, acadêmico e pessoal.

Aos funcionários do departamento, muitas vezes esquecidos, que oferecem grande ajuda aos alunos ao longo da graduação.

Ao Serviço Florestal Brasileiro, pela oportunidade de realizar meu trabalho no Laboratório de Produtos Florestais e aos funcionários do LPF por toda ajuda que forneceram.

Aos meus orientadores, Fernando Nunes Gouveia e Alexandre Florian da Costa, sempre disponíveis para responder minhas dúvidas e me ajudar nessa reta final da minha graduação, e a Francisco Assis Lima por fornecer ajuda e parte do material necessário para a execução deste trabalho.

Aos meus amigos de curso, Eloizio, Edberto, Nickolas, Matheus, Menic e todos aqueles e aquelas os quais os nomes não citei, cuja ajuda e apoio garantiram que eu chegasse ao fim da minha graduação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo geral	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. A água na madeira	3
3.2. Secagem da madeira	4
3.3. Propriedades elétricas da madeira.....	6
3.3.1. Resistência	6
3.3.2. Capacitância e constante dielétrica.....	6
3.4. Aparelhos elétricos para determinação da umidade da madeira.....	8
3.4.1. Aparelhos do tipo resistivo	9
3.4.2. Aparelhos do tipo capacitivo	10
3.5. Caracterização das espécies de madeira	11
3.5.1. <i>Nectandra dioica</i> Mez (Louro-preto)	11
3.5.2. <i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	11
3.5.3. <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel var. <i>rubiginosum</i> (Carvoeiro)	12
3.5.4. <i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke (Tachi-preto)	12
3.5.5. <i>Terminalia glabrescens</i> C. Mart (Cuiarana).....	13
3.5.6. <i>Virola michelii</i> Heckel (Virola).....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Preparo dos corpos de prova	14
4.2. Coleta de dados de capacitância e teor de umidade.....	15
4.3. Análise dos dados	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
APÊNDICE	30

Lista de Tabelas

Tabela 1. Teor de umidade recomendado para usos de madeira.	5
Tabela 2. Constantes dielétricas selecionadas de diferentes materiais.	8
Tabela 3. Espécies utilizadas no trabalho.	14
Tabela 4. Espécies e suas massas específicas médias e respectivas constantes dielétricas.	18
Tabela 5. Valores médios de teor de umidade e constante dielétrica na primeira e segunda medições de cada espécie.	19
Tabela 6. Espécies de madeiras e suas equações de regressão selecionadas para determinação do teor de umidade em função da constante dielétrica.	20
Tabela 7. Variação estimada dos valores de constante dielétrica entre 30% e 0% de umidade.	24

Lista de Figuras

Figura 1. Representação esquemática dos dois tipos de água da madeira.	3
Figura 2. Diagrama demonstrativo de um circuito com capacitômetro.	6
Figura 3. Valores da constante dielétrica da madeira de coníferas em função do teor de umidade e diferentes frequências de aplicação do campo elétrico a temperatura ambiente de 25°C.	7
Figura 4. Aparelhos de medição de umidade de madeiras.	9
Figura 5. Aplicação do campo elétrico por um aparelho capacitivo.	10
Figura 6. Aparelho capacitivo utilizado para medição de umidade em madeiras, modelo HM8.	11
Figura 7. Processo de confecção dos corpos de prova de madeira.	15
Figura 8. Linha do tempo do processo de obtenção da constante dielétrica e teores de umidade.	16
Figura 9. Conjunto elaborado para a medição da capacitância das amostras.	16
Figura 10. Balança analítica Shimadzu AY220.	17
Figura 11. Valores médios observados de teores de umidade e constante dielétrica ao longo das medições realizadas no estudo.	19
Figura 12. Valores observados e a reta com valores estimados de acordo com as equações presentes na Tabela 6.	21
Figura 13. Superposição dos valores estimados das seis espécies.	22
Figura 14. Gráficos de resíduos das equações utilizadas para as espécies, conforme a Tabela 6.	23

Figura 15. Comportamento estimado da constante dielétrica em função da diminuição do teor de umidade das espécies.....	24
--	----

Lista de Equações

Equação 1	7
Equação 2	17
Equação 3	17

Lista de Símbolos e Abreviações

PSF	- Ponto de saturação das fibras;
SFB	- Serviço Florestal Brasileiro;
LPF	- Laboratório de Produtos Florestais;
TU	- Teor de umidade da madeira;
MU	- Massa da madeira no teor de umidade U;
MS	- Massa seca da madeira;
C	- capacitância;
ε	- constante dielétrica;
ε_0	- constante universal de permissividade do vácuo;
A	- área da secção das placas paralelas;
L	- distância entre placas paralelas;

RESUMO

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM FUNÇÃO DA CONSTANTE DIELÉTRICA DE SEIS ESPÉCIES DE MADEIRA

Autor: Pablo Pozzobon de Bem

Orientador: Doutor Fernando Nunes Gouveia

Co-orientador: Prof. Doutor Alexandre Florian da Costa

Brasília, novembro de 2014.

O conteúdo de água na madeira afeta grande parte de suas características mais importantes, tais como suas propriedades físicas e mecânicas, o que ressalta a necessidade da utilização de métodos eficientes e confiáveis de medição do seu teor de umidade. O objetivo do presente estudo foi o desenvolvimento de equações matemáticas para estimar teores de umidade em função da constante dielétrica das espécies *Nectandra dioica*, *Terminalia glabrescens*, *Viola michelii*, *Tachigali myrmecophila*, *Eucaliptus saligna* e *Sclerolobium paniculatum* var *rubiginosum*. Para isto foi medida a constante dielétrica das espécies em diferentes teores de umidade, a fim de criar modelos de regressão para sua estimativa. O modelo que melhor se aplicou a todas as espécies foi o modelo linear linear “ $y = \alpha + \beta x$ ”, onde “y” é o teor de umidade em porcentagem, “ α ” e “ β ” os coeficientes da equação, e “x” a constante dielétrica do material. As equações das espécies *N. dioica*, *T. glabrescens*, *V. michelii* e *T. myrmecophila* apresentaram acurácia adequada, com erros médios inferiores a 1% dentro do intervalo de 0% e 30% de umidade, onde se encontram madeiras destinadas à comercialização. As equações das espécies *E. saligna* e *S. paniculatum* mostraram maior dispersão de seus dados, com erros superiores a 1% dentro do mesmo intervalo. Observou-se também que a massa específica exerceu certa influência sobre a relação entre a constante dielétrica e o teor de umidade da madeira, e espécies com massas específicas similares mostraram comportamentos análogos.

Palavras-chave: teor de umidade da madeira, constante dielétrica, madeiras tropicais, medidores elétricos capacitivos.

ABSTRACT

DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT BASED ON THE DIELECTRIC CONSTANT OF SIX WOOD SPECIES

Author: Pablo Pozzobon de Bem

Advisor: Dr. Fernando Nunes Gouveia

Co-advisor: Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa

Brasília, november 2014.

The moisture content of wood exerts great influence over its most important characteristics, like its physical and mechanical properties. This fact highlights the necessity of the utilization of efficient and trustable moisture content measurement methods. The objective of this study was the creation of mathematical equations in order to estimate wood moisture content based on the dielectric constant of the species: *Nectandra dioica*, *Terminalia glabrescens*, *Virola michelii*, *Tachigali myrmecophila*, *Eucaliptus saligna* and *Sclerolobium paniculatum* var *rubiginosum*. For that, the dielectric constant of the species was measured along with different moisture contents, in order to elaborate the regression models. The model with the best fits for the species was the linear model “ $y = \alpha + \beta x$ ”, where “y” is the moisture content in percentage, “ α ” and “ β ” the equation coefficients, and “x” the dielectric constant of the material. The equations for the species *N. dioica*, *T. glabrescens*, *V. michelii* and *T. myrmecophila* showed adequate precision, with average error under 1% in moisture contents between 0% and 30%, where most commercial woods are found. The equations for the species *E. saligna* and *S. paniculatum* showed greater dispersion in its values, with average errors over 1% in the same interval. It was also observed that the density of the wood pieces exerted certain influence over the relation between their moisture content and dielectric constant, and species with similar densities showed analogous behavior.

Keywords: wood moisture content, dielectric constant, tropical woods, capacitive wood moisture meters.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material orgânico constituído basicamente de celulose, polioses, lignina e extrativos. Sua configuração anatômica varia de acordo com o grupo de árvores a que pertence, seja possuindo fibras com função de sustentação e vasos condutores de nutrientes como no caso das folhosas, ou possuindo traqueídeos que exercem tanto a função de suporte quanto a função de condução de nutrientes como nas coníferas.

Com o avanço do setor madeireiro no Brasil, cresce também a demanda tanto por qualidade quanto quantidade de matéria prima. Torna-se então fundamental a melhoria de técnicas de preservação de madeiras, incluindo sua secagem para minimizar ou eliminar problemas causados tanto por perdas quanto ganhos de umidade. A madeira, quando secada adequadamente, oferece características desejáveis tais como a estabilidade dimensional, redução de ataque de organismos xilófagos, o aumento da resistência mecânica e maior facilidade de cola e inserção de parafusos (AGUIRRE, 2010).

O teor de umidade da madeira é a massa de água contida na madeira expressada como uma porcentagem da massa seca da madeira, variando de zero quando seca até mais de 100 por cento quando a massa de água na madeira é maior que a própria massa de madeira. Esse teor afeta diretamente grande parte de suas propriedades mais importantes, sendo então necessários meios eficientes e confiáveis de medição do teor de umidade na madeira (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

Aparelhos que estimam o teor de umidade da madeira em função de suas propriedades elétricas podem ser empregados como um método rápido e de baixo custo. Ditos aparelhos podem ser divididos entre aqueles que estimam o teor em função da resistência elétrica da madeira, e aqueles que o estimam em função da constante dielétrica da madeira, ou seja, da sua capacitância. Medidores do tipo resistivo têm a desvantagem de causar leves danos à madeira devido à necessidade da inserção de agulhas elétricas no material. Medidores capacitivos, ou dielétricos, por sua vez, não danificam a madeira pois fazem uso da aplicação de um campo elétrico para determinação do teor de umidade e necessitam assim apenas do contato direto de seus sensores com a superfície da peça. (AGUIRRE, 2010).

A constante dielétrica utilizada para a determinação de umidade com medidores capacitivos é, basicamente, uma medida adimensional que dita quanta energia elétrica potencial

(momento dipolo por unidade de volume) é armazenada no material quando posto sobre efeito de um campo elétrico (GLASS & ZELINKA, 2010). Na madeira, essa constante é definida principalmente em função da massa específica e do teor de umidade no interior da peça. A umidade é, porém o fator com maior influência já que a constante dielétrica da água é de aproximadamente 81, enquanto a mesma para a madeira seca tende a variar entre 2 e 5 (TORGOVNIKOV, 1993).

Medidores capacitivos geralmente possuem um seletor que aplica uma correção da leitura para diferentes massas específicas ou grupos de madeiras com características semelhantes. Esses aparelhos, porém, tem uso destinado para madeiras mais comumente utilizadas ou comercializadas com maior frequência, sendo então difícil a sua utilização em madeiras mais raras ou incomuns. Grande parte desses é ainda fabricado no exterior do Brasil, sendo primariamente utilizados para a medição da umidade em espécies de madeiras de coníferas.

Dada a inexistência de aparelhos capacitivos com base de dados para a medição de teores de umidade em madeiras brasileiras pouco utilizadas, fica clara a necessidade da coleta desses dados para que futuramente mais pesquisas possam ser realizadas neste campo e que possivelmente sejam desenvolvidos aparelhos para madeiras brasileiras menos conhecidas e comercializadas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolvimento de equações matemáticas para estimar teores de umidade em função da constante dielétrica para seis espécies de madeiras brasileiras.

2.2. Objetivos específicos

- Coletar dados de teor de umidade em função da constante dielétrica das espécies *Nectandra dioica*, *Terminalia glabrescens*, *Virola michelii*, *Tachigali myrmecophila*, *Eucaliptus saligna* e *Sclerolobium paniculatum* var *rubiginosum*;
- Verificar a relação entre constante dielétrica e teor de umidade das espécies citadas;
- Desenvolver equações matemáticas que estimem o teor de umidade em função da constante dielétrica medida; e
- Avaliar as equações em função de precisão e acurácia.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A água na madeira

A madeira é um material heterogêneo, higroscópico e de caráter anisotrópico. A higroscopicidade é a capacidade da madeira em absorver e conter água, seja na forma de gás ou na forma de líquido, e está ligada à natureza química da madeira, que é formada basicamente de celulose, hemi-celulose e lignina (KLOCK et al., 2005).

A madeira, quando recém abatida, é exposta ao meio ambiente, onde então começa a perder seu conteúdo de água inicialmente pela evaporação da água localizada nos vasos, canais e no lume das células, sendo essa denominada água de capilaridade ou água livre. A água restante, localizada no interior das paredes celulares, é chamada de água de adesão ou higroscópica (Figura 1). Chama-se de ponto de saturação das fibras (PSF) esse estado em que resta somente a água de adesão na madeira, geralmente por volta de 28% de teor de umidade (JANKOWSKY, 1990).

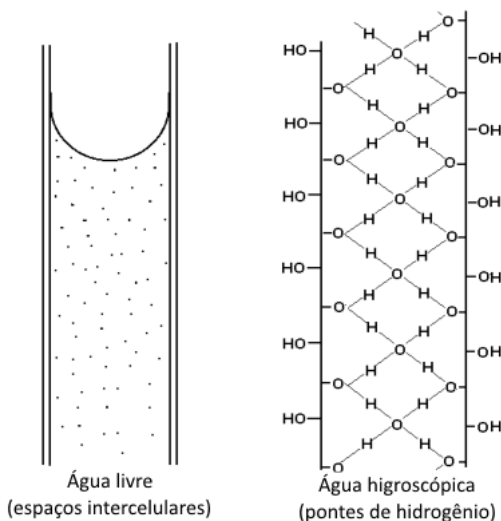


Figura 1. Representação esquemática dos dois tipos de água da madeira.

A partir do ponto de saturação das fibras, ocorre a contração da madeira, que juntamente com suas características anatômicas intrínsecas é responsável por defeitos de secagem tais como arqueamentos, empenamentos, encanoamentos e rachaduras (DURLO, 1992).

A madeira quando seca tende a buscar um equilíbrio com a umidade do meio, e quando mantida por tempo suficiente atinge a chamada umidade de equilíbrio, entendida como o menor teor de umidade alcançado pela madeira quando a umidade relativa do ar e a temperatura do

ambiente permanecem relativamente constantes, não havendo liberação nem absorção de umidade (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

O teor de umidade da madeira é a relação entre a massa de água contida no material e a massa do mesmo, com valor expresso em porcentagem. A relação pode ser feita tanto em função da massa inicial da madeira, ou seja, base úmida, quanto da massa seca, ou base seca da madeira.

3.2. Secagem da madeira

A secagem da madeira é, segundo Martins (1988), o processo da redução do seu teor de umidade a fim de levá-la a um teor de umidade definido, com o mínimo de defeitos, no menor tempo possível de uma forma economicamente viável para o uso a que se destina. O processo de secagem da madeira é de grande importância para a indústria madeireira, e segundo Galvão e Jankowsky (1985) suas vantagens são as seguintes:

- Redução do peso da madeira e subsequentemente redução dos custos de transporte;
- Redução da movimentação dimensional a limites aceitáveis, levando à produção de peças com maior precisão de dimensões, proporcionando melhor desempenho em serviço;
- Aumento da resistência da madeira contra fungos manchadores e apodrecedores, e contra a maioria dos insetos xilófagos;
- Melhoria das propriedades mecânicas da madeira, tais como as resistências à flexão, compressão e a sua dureza;
- Maior resistência das uniões ou juntas feitas com pregos e parafusos;
- Melhorias nos processos de colagem e tratamentos preservativos industriais;
- Produtos feitos com a madeira seca são livres de defeitos causados diretamente pela secagem;
- A madeira somente pode receber acabamentos como verniz e outros quando seca;
- Aumento na resistência elétrica da madeira; e
- Maior facilidade de beneficiamento secundário, como torneamento, perfuração e ligamentos.

A madeira é considerada seca geralmente quando seu teor de umidade é igual ou inferior à sua umidade de equilíbrio em relação à sua condição de uso. Em seu trabalho, Ponce e Watai

(1985) indicam teores de umidade desejáveis para diversos usos ou produtos (Tabela 1). Os valores recomendados, porém, dependem das condições do ambiente de uso destes produtos.

Tabela 1. Teor de umidade recomendado para usos de madeira.

Produto	Teor de Umidade (%)
Madeira serrada comercial	16 a 20
Madeira para construção externa	12 a 18
Implementos agrícolas	12 a 18
Móveis para exteriores	12 a 16
Embalagens (caixas)	12 a 16
Embarcações	12 a 16
Brinquedos para exteriores	10 a 15
Equipamentos esportivos	8 a 12
Madeira para construção interna	8 a 11
Pisos e lambris	6 a 11
Móveis para interiores	5 a 10
Brinquedos para interiores	6 a 10
Aviões	6 a 10
Fôrmas para calçados	6 a 9
Painéis (compensado, aglomerado, laminado, etc)	6 a 8
Equipamentos elétricos	5 a 8
Instrumentos musicais	5 a 8

Adaptado de PONCE & WATAI (1985).

Os principais fatores que influenciam a velocidade da secagem da madeira são: temperatura do meio, a umidade relativa do ar, a circulação de ar e características intrínsecas da madeira tais como a espécie, a espessura, diferenças entre cerne e alburno, e orientação do corte. De modo geral, quanto maior a temperatura, maior a velocidade de secagem, porém, a mesma tem maior influência na perda de água após o ponto de saturação de fibras, sendo a maior responsável pela retirada da água de adesão. A circulação de ar é responsável pela substituição do ar que recebe a umidade da madeira, dando sequência à secagem e distribuindo o calor de maneira homogênea na madeira. A massa específica da madeira é bom indicativo de sua velocidade de secagem, já que madeiras mais densas levam mais tempo para secar que madeiras leves, devido à relação entre peso específico e a permeabilidade da madeira (MARTINS, 1988).

A secagem da madeira pode se dar por diversas maneiras, sendo algumas das principais a secagem natural, a secagem solar, a secagem convencional em estufa e a secagem por desumidificação.

3.3. Propriedades elétricas da madeira

3.3.1. Resistência elétrica

A resistência elétrica é a propriedade de um material de oferecer oposição a um fluxo de corrente elétrica através do material quando este é colocado sob uma diferença de potencial. O teor de umidade da madeira tem grande influência na sua resistência, especialmente abaixo do ponto de saturação das fibras. Conforme o teor de umidade decresce do ponto de saturação de fibras até a massa seca, a resistência elétrica aumenta até mais de 10^6 vezes. Nessa faixa de umidade, existe uma relação linear entre o logaritmo da resistência e o logaritmo do conteúdo de umidade, e em teores acima do PSF há pouca influência da água na madeira sobre sua resistência elétrica (JAMES, 1988).

De acordo com Davidson (1958) e James (1968), a resistência elétrica da madeira aumenta conforme o aumento de temperatura, o que sugere que a condução da corrente na madeira se dá por condução de cargas elétricas. Os autores sugerem que em teores de umidade acima de 10% a resistência elétrica da madeira é dobrada a cada 10°C . A direção da grã também tem influência sobre a condutividade na madeira, sendo o valor paralelo à grã o dobro do valor no sentido perpendicular (JAMES, 1988).

3.3.2. Capacitância e constante dielétrica

Segundo Glass e Zelinka (2010), quando um potencial elétrico, ou uma voltagem “V”, é aplicada a um material perfeitamente isolante entre duas placas paralelas, nenhuma corrente irá fluir e em seu lugar haverá a polarização e o armazenamento da carga nas placas (Figura 2). Essa carga armazenada por unidade de voltagem nas placas chama-se capacitância (C) e é dada pela Equação 1.

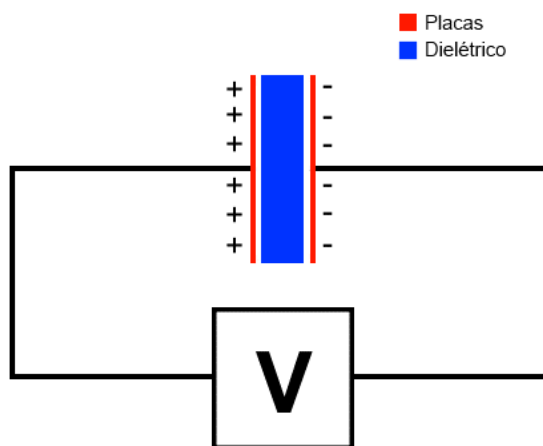


Figura 2. Diagrama demonstrativo de um circuito com capacitor.

$$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{A}{L}$$

Equação 1

Onde:

C = capacitância, em farads (F);

ϵ = permissividade, ou constante dielétrica do material, adimensional;

ϵ_0 = constante universal de permissividade do vácuo ($8,854 \times 10^{-12}$ farads por metro);

A = área da secção das placas, em metros; e

L = distância entre placas, em metros;

A constante dielétrica é, basicamente, a razão entre a permissividade, ou constante dielétrica do material (ϵ) e a constante de permissividade do vácuo (ϵ_0). É essencialmente a medida de energia potencial armazenada por unidade de volume na forma de polarização elétrica quando o material é posto sob ação de um campo elétrico (GLASS & ZELINKA, 2010).

Considerando a utilização da madeira como dielétrico de um capacitor, a constante tende ser maior conforme o aumento no teor de umidade da madeira, e esse efeito é muito mais notável conforme a diminuição da frequência do campo elétrico aplicado, no caso da utilização de corrente alternada (Figura 3). Existe uma relação ligeiramente linear entre a umidade e o logaritmo da constante dielétrica, independente da frequência utilizada, embora a inclinação da linha de tendência da distribuição tenda a aumentar conforme a diminuição da frequência (JAMES, 1974).

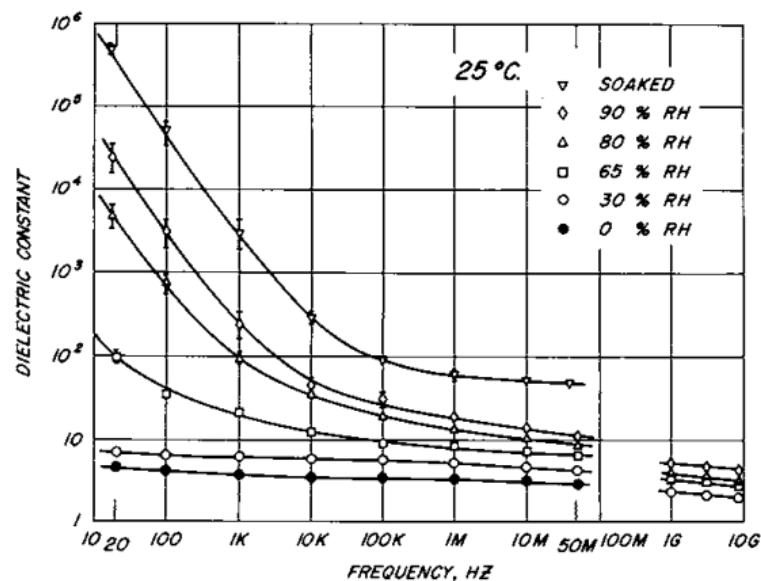


Figura 3. Valores da constante dielétrica da madeira de coníferas em função do teor de umidade e diferentes frequências de aplicação do campo elétrico a temperatura ambiente de 25°C. Fonte: James (1974).

A constante dielétrica também aumenta ligeiramente com o aumento da temperatura do material, porém o aumento só se mostra significativo em altos teores de umidade, onde a relação entre as variáveis é irregular e até mesmo reversa, possivelmente devido à redução do ponto de saturação das fibras em temperaturas elevadas (JAMES, 1974).

Conforme o aumento da densidade da madeira, há um aumento linear de sua constante dielétrica, havendo porem uma leve curvatura na distribuição conforme o aumento da umidade do material (JAMES, 1988). A Tabela 2 apresenta constantes dielétricas selecionadas de diferentes materiais comuns, variando de 1 para o vácuo (valor por definição) até 80,1 para a água.

Tabela 2. Constantes dielétricas selecionadas de diferentes materiais.

Material	ϵ
Vácuo	1
Ar	1,0006
Parafina	1,9-2,4
Papel	2
Polietileno	2,3
Borracha	3,0
Celulose	3,2-7,5
Porcelana	5,0-7,0
Diamante	5,5-10,0
Vidro	3,7-10
Silicone	11,0-12,0
Etanol	24,3
Água (25°C)	80,1

Fonte: HPS (2014).

Devido ao fato da madeira não ser um isolante perfeito e ser um material heterogêneo sua constante dielétrica não é bem definida. Algumas pesquisas têm tentado medi-la através do método já citado, sendo sua medição considerada difícil e inteiramente dependente das técnicas experimentais utilizadas (SKAAR, 1988).

3.4. Aparelhos elétricos para determinação da umidade da madeira

Métodos de determinação de teores de umidade através de aparelhos elétricos funcionam a partir das relações entre teores de umidade e propriedades elétricas mensuráveis da madeira, tais como sua resistência e constante dielétrica. Essas propriedades variam de maneira definida e previsível com o teor de umidade da madeira, embora suas correlações não sejam perfeitas. Esses métodos são, portanto, sujeitos a inaccurácias e incertezas, embora tenham se mostrado rápidos e eficientes em sua utilização comercial (BERGMAN, 2010).

Embora alguns dos medidores tenham leituras até 120%, a variação na qual o conteúdo pode ser medido com maior precisão situa-se entre 4% e 30% para aparelhos do tipo capacitivo e entre 6% e 30% para aparelhos resistivos e por isso recomenda-se que leituras acima de 30% sejam tidas como qualitativas. Medidas menores que 30%, abaixo do ponto de saturação das fibras, possuem em geral uma variação de mais ou menos 1% de valores médios reais (BERGMAN, 2010).

3.4.1. Aparelhos do tipo resistivo

Aparelhos resistivos (ou, inversamente, condutivos), medem o teor de umidade da madeira em função da resistência que a madeira oferece à passagem da corrente elétrica direta. Para isso, a amostra de madeira deve ser organizada como parte de um circuito elétrico com o aparelho, requerendo o contato elétrico com a madeira em dois pontos para que sejam produzidos resultados consistentes e significativos (JAMES, 1988). A figura 4 mostra dois aparelhos de fabricantes diferentes utilizados para medição dos teores de umidade de madeiras.



Figura 4. Aparelhos de medição de umidade de madeiras. A. Modelo EM4808 da empresa americana EastSuns; B. Modelo DLM 2000 M da empresa brasileira Digisystem.

Neste tipo de equipamento a corrente elétrica é aplicada na madeira entre duas agulhas, ou eletrodos presentes no aparelho medidor, que são cravadas na peça, preferivelmente no sentido paralelo das fibras. Os múltiplos modelos desses aparelhos possuem especificações

diferenciadas, variando conforme a espessura das peças a terem seu teor de umidade medido. Os aparelhos podem, geralmente, ser calibrados em função de tipos diferentes de madeira (KLITZKE, 2008).

3.4.2. Aparelhos do tipo capacitivo

Aparelhos do tipo capacitivo, chamados também de dielétricos, usam a relação entre o conteúdo de umidade da madeira e sua constante dielétrica. A amostra é submetida a um campo elétrico e utilizada como dielétrico do capacitor, sendo então as placas do capacitor consideradas como eletrodos do equipamento de medição. A superfície de contato dos eletrodos entra em contato direto com a madeira (Figura 5). O campo elétrico tende então a perder força conforme a profundidade em que penetra, e, por essa razão, as camadas superficiais da madeira exercem maior influência na leitura do aparelho (BERGMAN, 2010).

O alcance do campo elétrico varia de acordo com as configurações do modelo de aparelho utilizado, havendo modelos adequados para pequenas espessuras como lâminas de madeira e outros adequados para espessuras maiores como as de pranchas de madeira (BERGMAN, 2010).

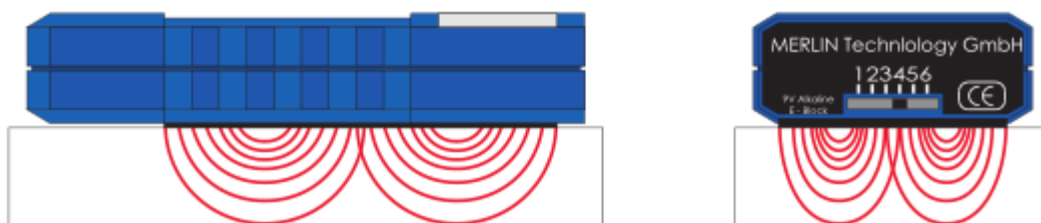


Figura 5. Aplicação do campo elétrico por um aparelho capacitivo. Fonte: Merlin Technology, (2002)

Aparelhos deste tipo podem ser ajustados quanto ao tipo de madeira a ser avaliada através de um seletor de correção, como se pode notar na Figura 5. O aparelho modelo HM8 da fabricante Merlin Technology, por exemplo, permite a escolha entre 6 tipos de madeiras coníferas, conforme a Figura 6. A maior vantagem do uso deste tipo de aparelho é o fato de não serem invasivos e não danificarem a madeira, requerendo apenas o contato direto com a peça. Outra vantagem é a capacidade de medição da umidade em madeiras revestidas, já que o campo elétrico ultrapassa o revestimento (FRANZOI, 1997).



Figura 6. Aparelho capacitivo utilizado para medição de umidade em madeiras, modelo HM8. Fonte: Merlin Technology (2002)

3.5. Caracterização das espécies de madeira

3.5.1. *Nectandra dioica* Mez (Louro-preto)

Poucos estudos foram conduzidos em relação à essa espécie tropical da Amazônia pertencente à família Lauraceae. Cardoso et al. (2012) testaram as propriedades mecânicas da espécie, concluindo que ela possui características de resistência medianas, classificando-a como uma madeira pesada indicada para a confecção de peças para móveis e materiais de acabamento, assim como esquadrias. Os autores verificaram uma massa específica básica média de 0,54 g/cm³ para a espécie.

Amorim et al (2013) testou a espécie juntamente com outras nove espécies amazônicas em função de sua molhabilidade e rugosidade, características de suma importância para avaliar a afinidade do material com líquidos, em especial a cola para processos de colagem de madeira. No trabalho, a espécie *N. dioica* obteve entre as espécies avaliadas o segundo menor ângulo de contato com a água no teste de molhabilidade, sendo considerada então uma espécie de rápida absorção de água.

3.5.2. *Eucalyptus saligna* Sm.

A espécie, pertencente à família Mirtaceae, é nativa da Austrália, com ocorrência desde o sul ao nível do mar e em clima temperado, até o norte do país à 1000m de altitude e clima subtropical. A espécie não tolera temperaturas elevadas nem condições de seca prolongadas, e no Brasil as regiões onde se desenvolve melhor são nos estados do Rio Grande do Sul, Minas

Gerais e São Paulo e está entre as espécies mais cultivadas de eucalipto no Brasil, juntamente com as espécies *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. Camaldulensis*, *E. citriodora* e *E. tereticornis* (GONZAGA, 1983; ABRAF, 2009).

Seu cerne e albúrnio possuem cores distintas, sendo o cerne avermelhado ou castanho avermelhado. Possui massa específica básica média de 0,52 g/cm³, tem resistência baixa a moderada ao ataque de organismos xilófagos, tem boa trabalhabilidade podendo facilmente ser desdobrada e trabalhada em operações de usinagem. É indicada para uso na construção civil, produção de ripas, assoalhos, móveis, partes de móveis, lâminas em geral, chapas compensadas e embalagens (IPT, 2014).

Sua madeira é recomendada em substituição ao uso de madeiras exóticas comumente utilizadas no Brasil na construção civil, tais como o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e o cambará (*Qualea albiflora*), por possuir propriedades mecânicas similares ou até superiores às delas (MENDES & GARCIA, 2009; ROCHA, 2010).

3.5.3. *Sclerolobium paniculatum* Vogel var. *rubiginosum* (Carvoeiro)

O carvoeiro é uma leguminosa nativa da região do cerrado brasileiro que apresenta elevada produção de biomassa, amplamente utilizada em comunidades rurais na construção civil, na marcenaria como fonte de energia. Segundo Pereira (1990) a espécie possui grande potencial de reflorestamento e é capaz de se estabelecer numa ampla faixa de condições edáficas e de altitude.

De acordo com Lorenzi (1998), a espécie tem ocorrência em regiões de cerrado *sensu stricto* e cerradões nos estados do Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pará, Piauí e Tocantins. Sua madeira é pesada e dura, possui massa específica média de 0,70g/cm³ e devido ao seu pequeno porte é utilizada comumente em obras internas em construção, cabos de ferramentas e produção de carvão e lenha.

3.5.4. *Tachigali myrmecophila* Ducke (Tachi-preto)

Também conhecida como tachi ou tachizeiro, a espécie da família Caesalpiniaceae chega a uma altura comercial de 21 metros, com até 70 centímetros de diâmetro. Seu tronco é geralmente torcido e acanalado, com sapopemas de até 3 metros. Suas cores de cerne e albúrnio não diferem, tendo geralmente um tom marrom amarelado. Sua massa específica básica média é de 0,57 g/cm³. Quanto a sua trabalhabilidade, a madeira é de fácil processamento e fácil

acabamento. Possui boas propriedades mecânicas, e seus usos finais incluem construções pesadas e leves, embarcações, armações de móveis, chapas, caixas e engradados). Sua zona de ocorrência é da região Amazônica até o oeste da Bahia, em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato grosso, em cerrados e cerradões (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2014; LORENZI, 1998).

Arruda e Del Menezzi (2011) realizaram tratamento termomecânico em *T. myrmecophila* e outras três espécies de madeira, concluindo que embora os corpos de prova da espécie não tenham se densificado de maneira significativa após o tratamento, houve um aumento na estabilidade dimensional e nas propriedades mecânicas em geral da madeira, sua molhabilidade foi reduzida e a madeira adquiriu uma tonalidade mais escura.

3.5.5. *Terminalia glabrescens* C. Mart (Cuiarana)

Conhecida também como maria-preta, a espécie da família Combretaceae se desenvolve de maneira disjunta entre florestas estacionais semidecíduas e as savanas brasileiras, principalmente na região norte do Paraná e nos cerrados da região nordeste próximos ao estado de São Paulo (LINSINGEN, 2007).

Em um inventário realizado pelo Governo do Estado do Tocantins (2013) verificou-se uma produção de madeira para serraria da espécie em um volume estimado de 11,02 m³/ha, com potencial para utilização na construção civil (vigas, caibros e ripas), para acabamentos internos, confecção de artigos esportivos, cabos de ferramentas, peças torneadas, esquadrias e móveis.

Cintra (2009) avaliou a espécie quanto a suas características energéticas, encontrando valores baixos de produção energética (0,04 Gcal/árvore e 67,4 Gcal/ha). A espécie apresentou porém teores altos de lignina e extrativos (26,3% e 12,7%) , baixo teor de cinzas e os maiores teores de carbono fixo dentre as espécies estudadas.

3.5.6. *Virola michelii* Heckel (Virola)

Comum no norte da Amazônia brasileira e nas Guianas, a espécie da família Myristicaceae possui alturas comerciais variando entre 7 e 19 metros, com diâmetros variando de 45 a 57 cm. Seu tronco é reto, cilíndrico e as vezes acanalado. Seu cerne e alburno não diferem entre si, possuindo uma cor marrom avermelhada clara. Com massa específica verde de 1,04 g/cm³ e massa específica básica de 0,50 g/cm³, é considerada uma madeira com boa trabalhabilidade, de fácil serragem e fácil aplainamento (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2014).

Devido à presença em grande variedade de moléculas chamadas lignoides, as espécies dessa família possuem relevância farmacológica e medicinal. São também utilizadas comumente por populações tradicionais indígenas como alucinógenos, anti-inflamatório para feridas e venenos para pontas de flechas (GOTTLIEB, 1979).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os corpos de prova utilizados neste trabalho foram confeccionados a partir de ripas de madeira de seis espécies (Tabela 3), medindo aproximadamente 700 x 50 x 20 mm.

Tabela 3. Espécies utilizadas no trabalho.

Espécie	Nome Popular	Família
<i>Nectandra dioica</i> Mez.	Louro-preto	<i>Lauraceae</i>
<i>Terminalia Glabrescens</i> C.Mart.	Cuiarana	<i>Combretaceae</i>
<i>Virola michelii</i> Heckel.	Virola	<i>Myristicaceae</i>
<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke.	Tachi-preto	<i>Caesalpiniaceae</i>
<i>Eucaliptus saligna</i> Sm.	Eucalipto	<i>Myrtaceae</i>
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog. var <i>rubiginosum</i>	Carvoeiro	<i>Caesalpiniaceae</i>

As espécies *N. dioica*, *T. glabrescens*, *V. michelii* e *T. myrmecophila*, oriundas da Floresta Nacional do Tapajós no estado do Pará, haviam sido previamente estudadas em ensaios mecânicos no Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e se encontravam armazenadas na forma de ripas em tanques de água para prevenção do ataque de organismos xilófagos e manutenção de seu estado de saturação completa.

As espécies *E. saligna* e *S. paniculatum* foram obtidas na forma de ripas de madeira utilizadas em outros estudos realizados no LPF. Essas espécies já haviam sido secas previamente, e precisaram ser imersas em tanques de água por cerca de 45 dias para serem re-umidificadas.

4.1. Preparo dos corpos de prova

As ripas foram levadas à marcenaria do LPF/SFB, e em seguida foram desdobradas em corpos de prova de dimensões 45 x 45 x 10 mm, conforme a Figura 7. Foram utilizadas três ripas de madeira para cada espécie, totalizando um número final de aproximadamente 45 corpos de prova por espécie.

As amostras após desdobradas foram levadas novamente a tanques d'água, onde permaneceram até atingirem condição saturada de água, fator necessário no processo de medição de suas constantes dielétricas em função da umidade.

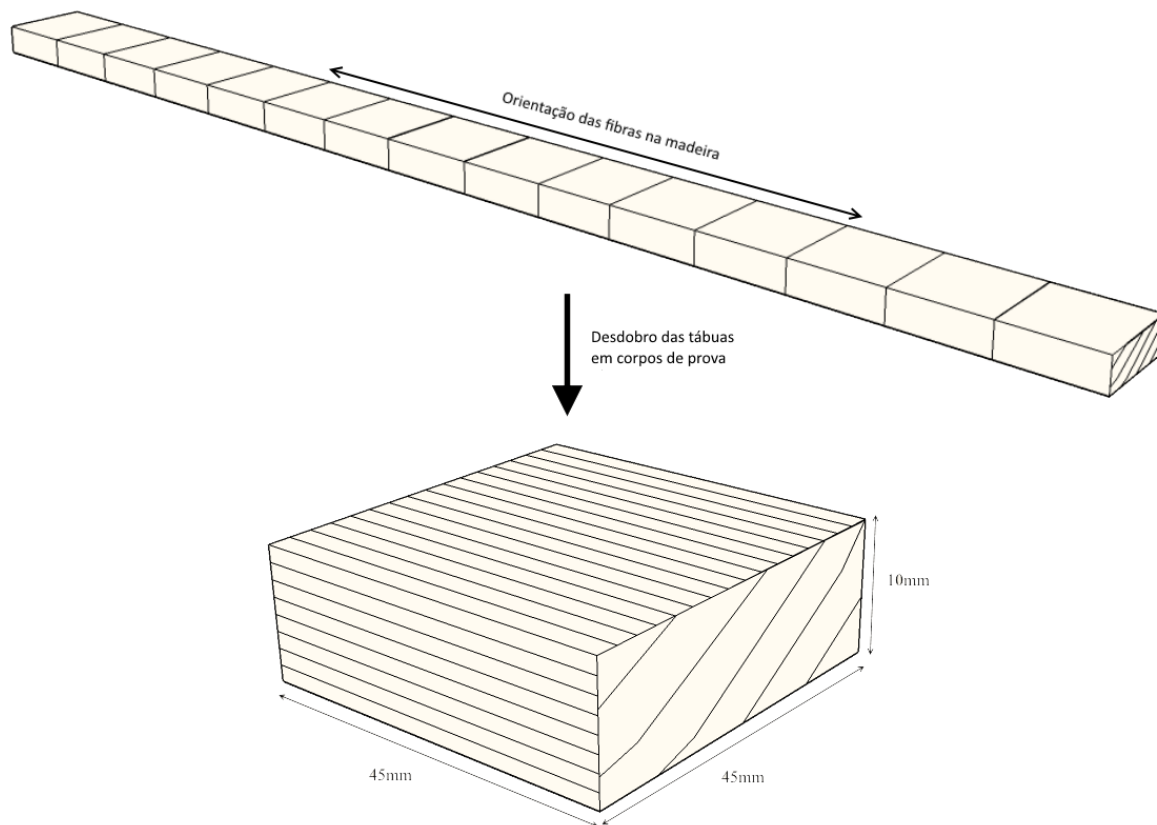


Figura 7. Processo de confecção dos corpos de prova de madeira.

4.2. Coleta de dados de capacitância e teor de umidade

Foram selecionadas aleatoriamente 30 amostras dentre as disponíveis para cada espécie, as quais foram subdivididas em 6 subgrupos com 5 amostras cada. Após retirar o excesso de umidade dos corpos de prova de cada subgrupo, foi feita a pesagem e medição inicial de suas massas e capacitâncias. Posteriormente essas amostras foram levadas a uma estufa com circulação forçada de ar a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ modelo 400/IND da fabricante Nova Ética por uma hora para que as medidas fossem repetidas após esse período. Esse processo se repetiu para cada subgrupo, iniciando 10 minutos após o início do grupo anterior, conforme a Figura 8. Essa metodologia foi a mesma para cada uma das seis espécies.

Ao todo foram realizadas 8 medições para cada espécie, sendo a última medição realizada aproximadamente 48 horas após a anterior para garantir que os corpos de prova estivessem devidamente secos.

Subgrupo	Tempo de Experimento (Minutos)																
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
1	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue
3	Grey	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4	Grey	Grey	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5	Grey	Grey	Grey	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red
6	Grey	Grey	Grey	Grey	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red

Legenda	
Red	Secagem em estufa
Blue	Pesagem e medição da capacitância
Grey	Período de espera

Figura 8. Linha do tempo do processo de obtenção da constante dielétrica e teores de umidade.

A capacitância para cálculo da constante dielétrica dos corpos de prova foi medida com o auxílio de um capacitímetro de bancada da marca Minipa, modelo MX-901, acoplado a varetas de cobre de 2,5mm de espessura unidas a placas de alumínio de 45 x 45 x 1 mm para a aplicação do campo elétrico. As placas de alumínio foram fixadas às amostras de madeira através de uma garra de plástico (Figura 9). O aparelho foi ajustado às escalas de medição de picofarads (10^{-12} F) e microfarads (10^{-9} F) conforme a necessidade. Em ambas as escalas a frequência de aplicação do campo elétrico é um valor fixo de 800 Hz, com precisão de medição de $\pm 0,5\%$, segundo o manual do aparelho.

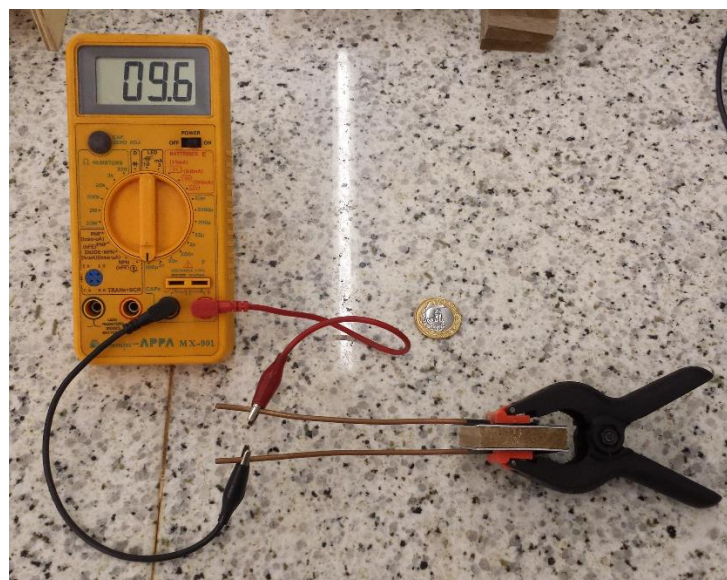


Figura 9. Conjunto elaborado para a medição da capacitância das amostras.

A massa dos corpos de prova foi determinada com o auxílio de uma balança analítica modelo AY220 da fabricante Shimadzu, com precisão de 0,0001g (Figura 10). De posse dos dados da massa dos corpos de prova, seus teores de umidade ao longo do experimento foram calculados de acordo com a Equação 2.

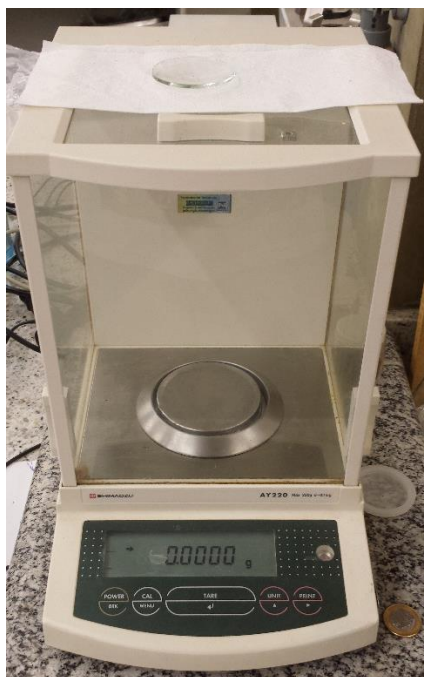


Figura 10. Balança analítica Shimadzu AY220.

$$TU = \frac{MU-MS}{MS} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

TU = Teor de umidade;

MU = Massa da madeira úmida;

MS = Massa seca da madeira;

Ao se manipular a equação do cálculo da capacitância (Equação 1) em função de ε , obtém-se a Equação 3, utilizada para o cálculo da constante dielétrica do material neste estudo.

$$\varepsilon = \frac{CL}{\varepsilon_0 A} \quad \text{Equação 3}$$

4.3. Análise dos dados

De posse dos dados de teores de umidade em função da constante dielétrica das amostras, o processamento e a análise dos dados foram realizados através dos softwares Microsoft Excel

2013[®] e CurveExpert 1.9[®] Basic Version, nos quais foram feitas as curvas de regressão, gráficos e histogramas de resíduos da base de dados.

Devido à condição saturada inicial da madeira, a primeira medição de cada espécie foi desconsiderada no cálculo de obtenção das equações, a fim de evitar que valores excessivamente altos da constante dielétrica interferissem no resultado. Essa medida serviu ainda para enfatizar o aumento da precisão nos teores de umidade de madeiras comerciais, usualmente entre 0% e 30% de umidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de madeiras, bem como suas massas específicas e constantes dielétricas médias quando secas são apresentadas na Tabela 4. Os valores encontrados são superiores, embora próximos aos valores médios de constantes dielétricas da madeira definidos por Torgovnikov (1993) e James (1974) em seus trabalhos, possivelmente devido a diferenças anatômicas e químicas entre as coníferas avaliadas em tais estudos e as angiospermas do presente estudo.

Tabela 4. Espécies e suas massas específicas médias e respectivas constantes dielétricas. Valores de ϵ seguidos por letras iguais não são estatisticamente diferentes de acordo com teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Espécie	Massa específica média (g/cm³)	ϵ (TU = 0%)
<i>Nectandra dioica</i>	0,526	5,769 a
<i>Terminalia glabrescens</i>	0,802	6,384 b
<i>Virola michelii</i>	0,440	5,237 c
<i>Tachigali myrmecophila</i>	0,534	5,442 c
<i>Eucalyptus saligna</i>	0,475	5,363 c
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,578	6,525 b

A Figura 11 apresenta os valores médios observados de teor de umidade e constante dielétrica ao longo das medições realizadas neste estudo. Como já citado anteriormente, as medições iniciais foram desconsideradas para evitar a interferência de seus valores no resultado final. Para a espécie *N. dioica* foi desconsiderada também a segunda medição, pelos mesmos motivos. Os valores das medições iniciais estão presentes na Tabela 5.

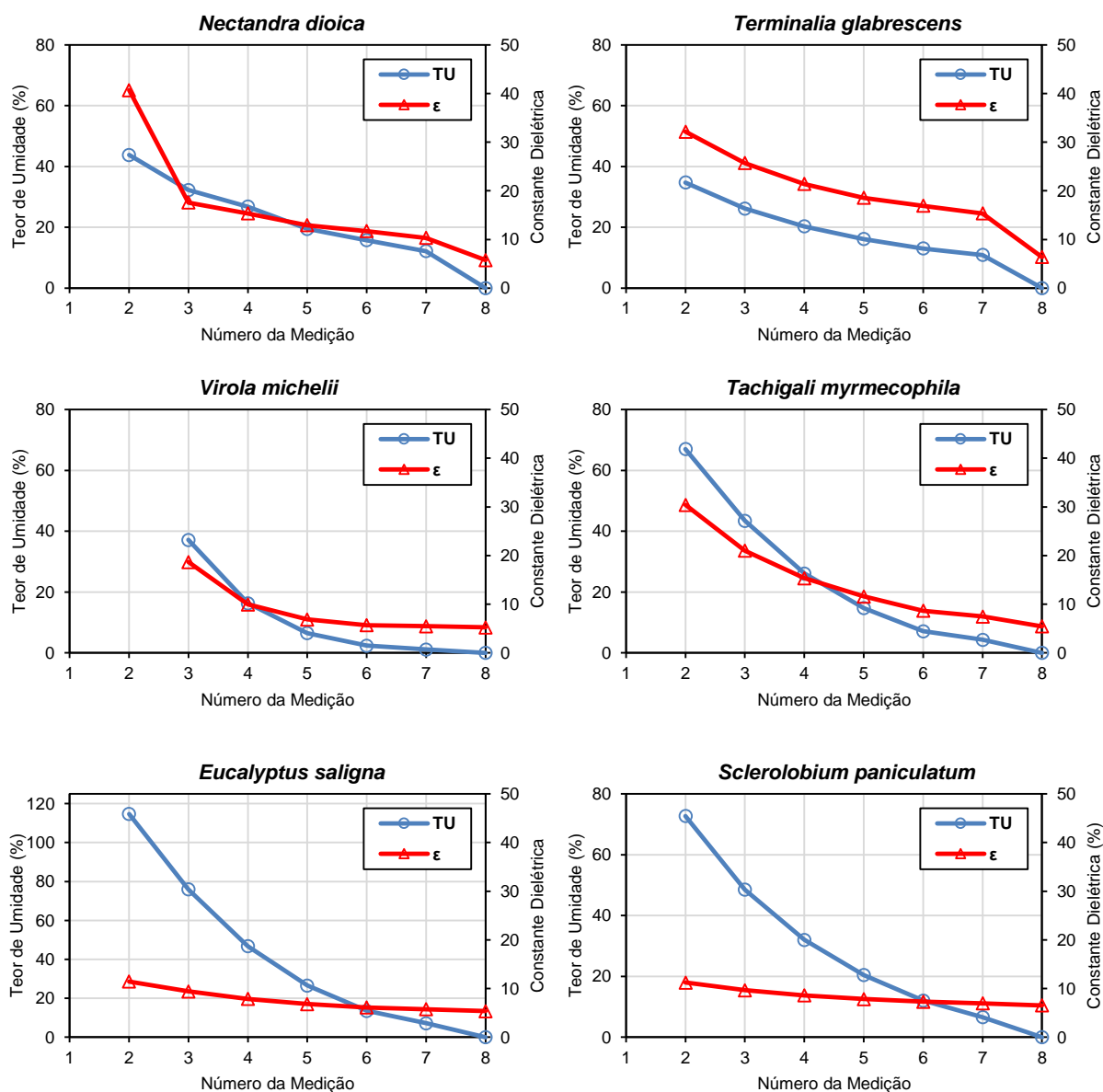


Figura 11. Valores médios observados de teores de umidade e constante dielétrica ao longo das medições realizadas no estudo.

Tabela 5. Valores médios de teor de umidade e constante dielétrica na primeira e segunda medições de cada espécie.

Espécie	Medição			
	1		2	
	TU (%)	ε	TU (%)	ε
<i>Nectandra dioica</i>	69,54	2092,88	43,77	40,69
<i>Terminalia glabrescens</i>	53,16	1029,22	34,73	32,16
<i>Virola michelii</i>	155,99	34054,03	75,48	7526,34
<i>Tachigali myrmecophila</i>	114,78	4547,48	67,00	30,42
<i>Eucalyptus saligna</i>	168,74	2601,53	114,68	11,45
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	109,71	991,20	72,72	11,23

Os critérios para a escolha da melhor equação de regressão a ser utilizada para cada espécie foram principalmente o coeficiente de determinação (R^2), e o erro médio dos valores estimados (diferença entre valor estimado e valor observado) para teores de umidade menores ou iguais a 30%.

Devido ao comportamento diferenciado da relação entre a constante dielétrica e teores de umidade acima do ponto de saturação das fibras (GLASS; ZELINKA, 2010), foram escolhidas as relações que apresentassem os menores erros médios entre 0% e 30% de teor de umidade e que ao mesmo tempo tivessem coeficiente de determinação superior a 0,85. A relação que apresentou os melhores critérios de seleção foi a relação linear “ $y = \alpha + \beta x$ ”, onde “ y ” é o teor de umidade em porcentagem, “ α ” e “ β ” os coeficientes da equação, e “ x ” a constante dielétrica do material. As equações, seus coeficientes de determinação e seus erros médios abaixo do ponto de saturação de fibras são apresentadas pela Tabela 6.

Tabela 6. Espécies de madeiras e suas equações de regressão selecionadas para determinação do teor de umidade em função da constante dielétrica.

Espécie	Equação	R^2	Erro Médio (%) (TU ≤ 30%)*
<i>Nectandra dioica</i>	$y = -13,8143 + 2,5683 \times (x)$	0,9349	0,1218
<i>Terminalia glabrescens</i>	$y = -8,8726 + 1,3433 \times (x)$	0,9820	0,0673
<i>Virola michelii</i>	$y = -13,1139 + 2,7388 \times (x)$	0,9426	0,0362
<i>Tachigali myrmecophila</i>	$y = -14,4293 + 2,6399 \times (x)$	0,9620	0,6303
<i>Eucalyptus saligna</i>	$y = -83,5345 + 16,4860 \times (x)$	0,8531	4,0682
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	$y = -93,6544 + 14,5969 \times (x)$	0,8783	1,6553

*Erro médio dado pela diferença entre valores médios estimados e valores médios observados.

Dentro da amplitude desejada, entre 0% e 30% de umidade, as equações das espécies *N. dioica*, *T. glabrescens*, *V. michelii* e *T. myrmecophila* apresentaram acurácia adequada com erros menores que 1%, enquanto às das espécies *E. saligna* e *S. paniculatum* apresentaram erros superiores a 1%. Observa-se ainda que para todas as espécies o valor do erro foi positivo, o que significa que as equações superestimaram, com intensidades diferentes, os valores dos teores de umidade dentro desse intervalo.

A Figura 12 apresenta os valores observados e a reta com os valores estimados de teores de umidade em função da constante dielétrica para cada uma das espécies estudadas, nas quais se observa um comportamento sobretudo linear de distribuição dos dados.

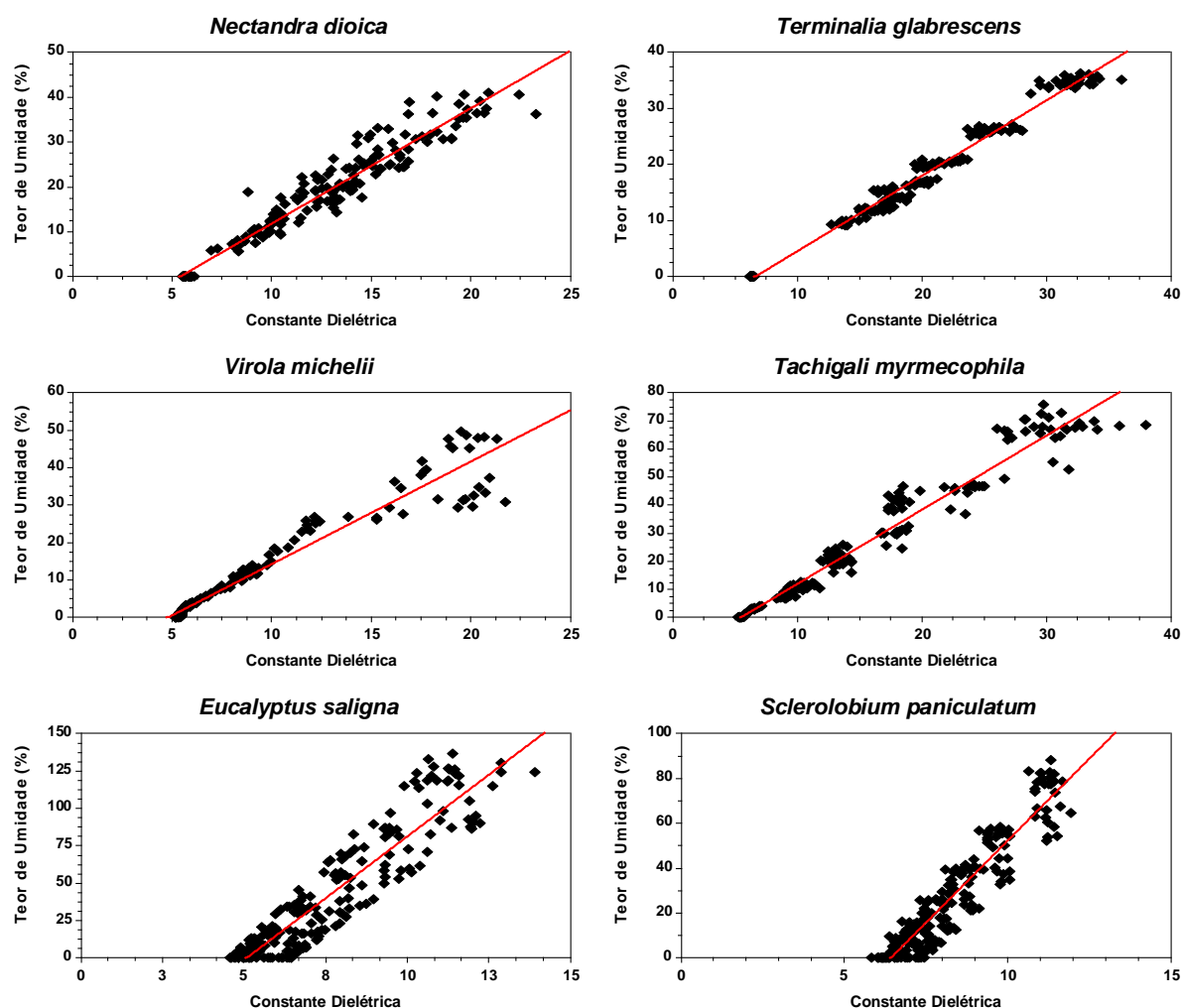


Figura 12. Valores observados e a reta com valores estimados de acordo com as equações presentes na Tabela 6.

Nota-se que as espécies *E. saligna* e *S. paniculatum* apresentaram maior dispersão quando comparadas às demais espécies, e que apresentaram valores de constante dielétrica similares as demais, porém para teores de umidade muito superiores, como se pode observar também nas Figura 11 e Figura 13. Supõe-se que devido ao fato das duas espécies terem sido secas previamente, elas perderam seu conteúdo original de água de adesão, que é recuperada com maior dificuldade no processo de re-umidificação. Segundo James (1974), a ligação higroscópica entre a água e as moléculas de celulose aumenta o grau de polarização do material, aumentando também sua capacidade de armazenar cargas sob a ação do campo elétrico. Isso explicaria por que, mesmo em altos teores de umidade, a constante dielétrica de ambas as espécies se manteve dentro de um limite relativamente baixo.

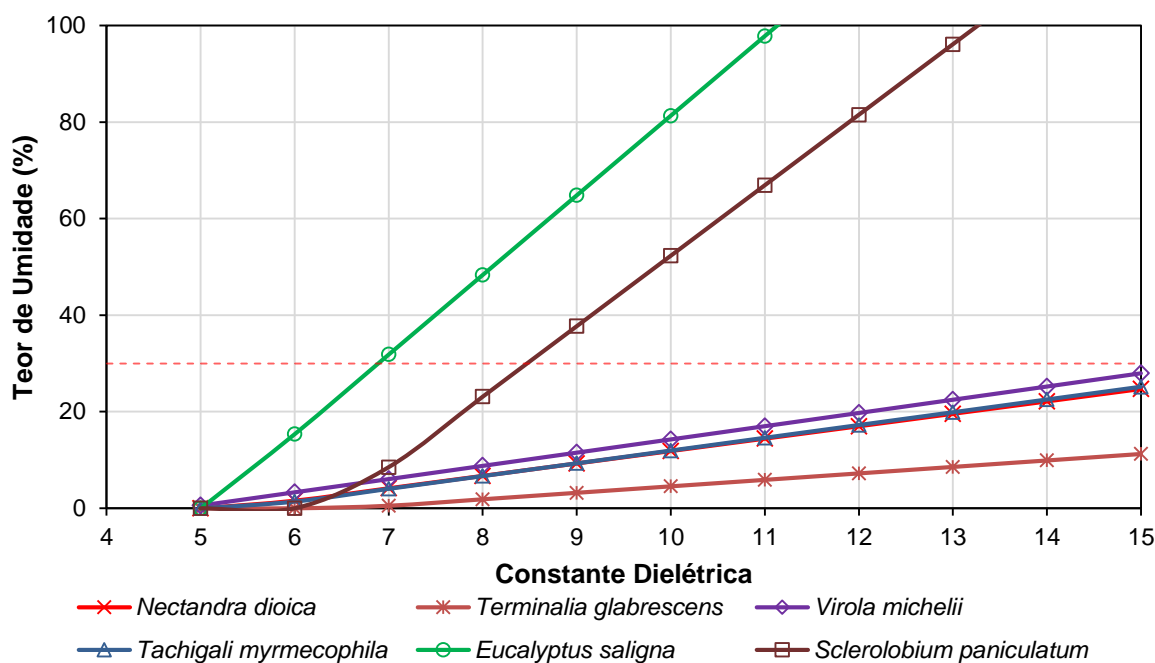


Figura 13. Superposição dos valores estimados das seis espécies.

A Figura 14 apresenta os gráficos de resíduos das equações, que ilustram os erros dos valores estimados em função dos valores observados. Observando-se a distribuição dos resíduos fica claro como os erros para teores de umidade abaixo de 30% foram mantidos dentro de uma amplitude mínima, enquanto os valores após esta faixa tendem a apresentar maior dispersão. Os gráficos demonstram ainda as tendências das equações superestimarem ou subestimarem os valores em diferentes faixas de umidade.

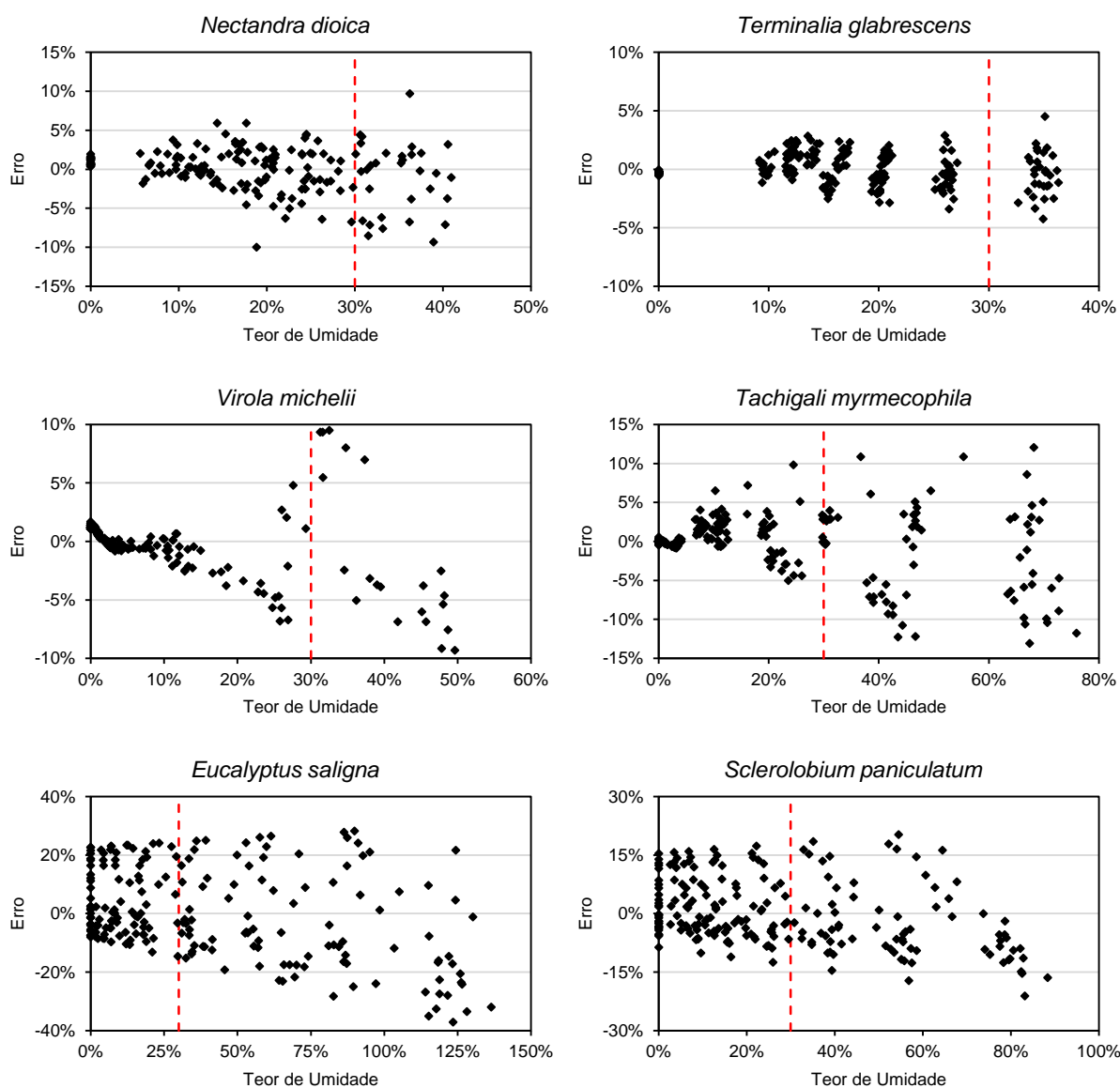


Figura 14. Gráficos de resíduos das equações utilizadas para as espécies, conforme a Tabela 6. A linha vermelha marca o teor de umidade de 30%. Erros dados pela diferença entre os valores estimados e os valores observados.

Invertendo-se as equações da Tabela 6 em função da constante dielétrica foi possível observar seu comportamento conforme a diminuição do teor de umidade das espécies (Figura 15).

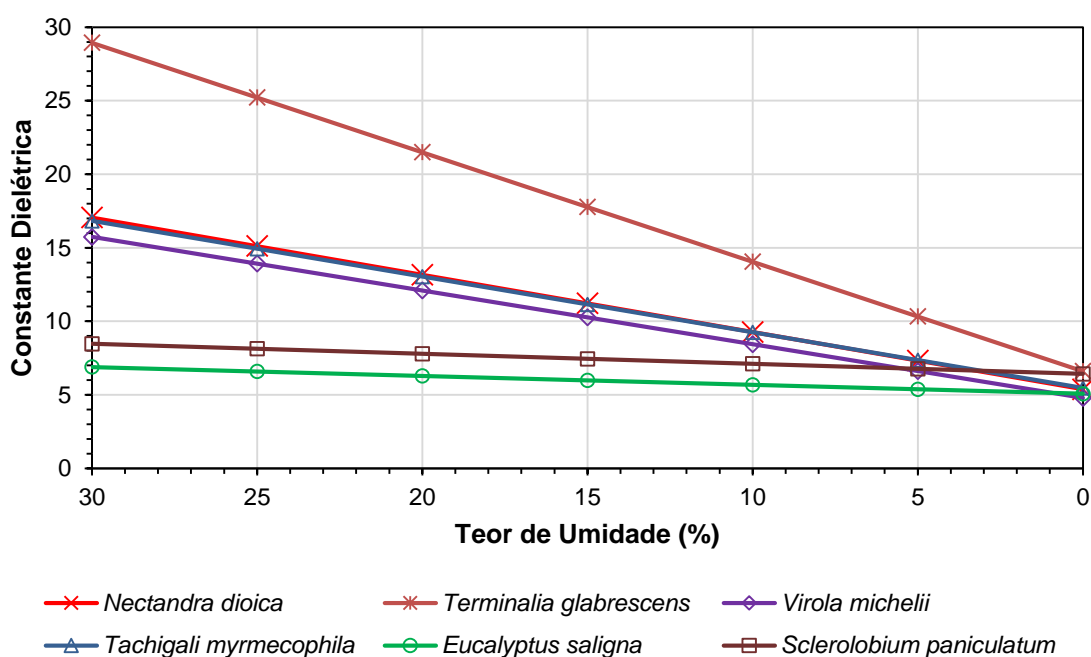


Figura 15. Comportamento estimado da constante dielétrica em função da diminuição do teor de umidade das espécies.

A espécie *T. glabrescens* apresentou a relação mais acentuada entre as duas variáveis, com uma diminuição de 77,18% de seu valor original da constante dielétrica do ponto de saturação das fibras até obter massa seca (Tabela 7).

Tabela 7. Variação estimada dos valores de constante dielétrica entre 30% e 0% de umidade. Valores de ϵ estimados segundo as equações presentes na Tabela 6.

Espécie	ϵ (TU = 30%)	ϵ (TU = 0%)	Variação	Variação %
<i>Nectandra dioica</i>	17.06	5.38	-11.68	-68.47
<i>Terminalia glabrescens</i>	28.94	6.60	-22.33	-77.18
<i>Virola michelii</i>	15.74	4.79	-10.95	-69.58
<i>Tachigali myrmecophila</i>	16.83	5.47	-11.36	-67.52
<i>Eucalyptus saligna</i>	6.89	5.07	-1.82	-26.42
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	8.47	6.42	-2.06	-24.26

N. dioica, *V. michelii* e *T. myrmecophila* mostraram valores de ϵ e diminuições similares de sua constante dielétrica, perdendo em média 68,53% de seus valores originais. As Figuras 13 e 15, e a Tabela 7 mostram como as três espécies se comportaram de maneiras análogas entre si.

Supõe-se que, ignorando possíveis diferenças em suas constituições químicas e anatômicas, a relação entre o teor de umidade e constante dielétrica das espécies tenha se dado basicamente em função de sua massa específica. Espécies com maior massa específica como a *T. glabrescens* possuem menos água por unidade de volume em sua constituição e portanto

pequenas variações em seu conteúdo de umidade possivelmente teriam efeitos mais pronunciados em comparação às demais espécies. O comportamento similar entre as espécies *N. dioica*, *V. michelii* e *T. myrmecophila* também poderia ser explicado, possivelmente, às suas massas específicas relativamente próximas.

As espécies *E. saligna* e *S. paniculatum* apresentaram relações pouco acentuadas, com variações relativamente baixas de 26,42% e 24,26% respectivamente, possivelmente devido à ausência de sua água de adesão, como mencionado previamente. Supõe-se, portanto, que a água de adesão, ou higroscópica, tem efeito muito mais significativo na relação entre as variáveis estudadas quando comparada à água de capilaridade, ou água livre.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi possível estudar o comportamento da constante dielétrica das espécies através de um conjunto básico contendo um capacímetro, varetas de cobre e placas de alumínio, embora não se saiba o quanto seus valores tenham se desviado de outros valores na literatura devido ao método experimental utilizado.

A relação que apresentou os menores erros e maiores coeficientes de determinação foi a linear. As equações destinadas à estimativa do teor de umidade em função da constante dielétrica das espécies *N. dioica*, *T. glabrescens*, *V. michelii* e *T. myrmecophila* apresentaram as melhores precisões dentre as espécies estudadas, todas com erros médios inferiores a 1% dentro do intervalo de 0 a 30% de teor de umidade, no qual se encontram as madeiras destinadas ao uso comercial. As espécies *E. saligna* e *S. paniculatum* apresentaram erros maiores que o erro aceitável estipulado. Supõe-se que a retirada da água higroscópica e a subsequente inativação dos sítios de hidroxila presentes na constituição química da madeira exerça certa influência na leitura da capacitância pelo capacímetro.

Assim como recomenda Bergman (2010), valores estimados acima de 30% devem preferencialmente ser considerados qualitativos, devido à presença de erros de estimação elevados após esse ponto.

Além do teor de umidade, a massa específica das espécies teve influência direta no comportamento de suas constantes dielétricas. Foi observado que, com a exceção das espécies *E. saligna* e *S. paniculatum*, quanto maior a massa específica da espécie, maior o ponto em que a reta cruza o eixo “X” (α) e menor a sua inclinação (β) sobre a distribuição dos dados de teor

de umidade por unidade de constante dielétrica, possivelmente devido à diminuição do conteúdo de água por unidade de volume.

Recomenda-se, primeiramente, a continuidade em estudos que relacionem e estimem o teor de umidade em função da constante dielétrica de madeiras de espécies brasileiras para a possível elaboração de aparelhos do tipo capacitivo que façam uso desses dados. Em segundo lugar, deve ainda se procurar relacionar esse comportamento à massa específica das madeiras a fim de obter um melhor critério de agrupamento para as espécies.

Recomenda-se ainda a execução de estudos que relacionem o efeito da composição anatômica e química à constante dielétrica da madeira, e também o efeito dos diferentes tipos de água presentes em sua constituição.

Por fim, são desejáveis também estudos que relacionem o efeito da orientação dos elementos anatômicos, assim como o efeito das dimensões da madeira, mais especificamente de sua espessura, sobre sua constante dielétrica, considerando a amplitude de dimensões encontradas em madeiras comerciais e seus diferentes tipos de uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2008**. p. 32, 2009.

AGUIRRE, A. L. DE M. **Avaliação de Medidores Dielétricos de Umidade da Madeira Utilizados na Indústria Moveleira**. 79 pp., 2010.

AMORIM, M. R. S. et al. **Surface Wettability and Roughness of 11 Amazonian Tropical Hardwoods**. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 1, p. 99–109, 2013.

ARRUDA, L. M.; DEL MENEZZI, C. H. S. **Thermomechanical treatment of tropical wood - Final Report**. Disponível em: <<http://www.pimads.org/pt-br/publicacoes/>>. Acesso em 23 de agosto de 2014.

BERGMAN, R. **Drying and Control of Moisture Content and Dimensional Changes**. In: *Wood Handbook*. Forest Products Laboratory - USDA, 2010.

CARDOSO, C. DA C. et al. **Caracterização físico-mecânica de madeiras amazônicas com aptidão tecnológica para comercialização**. *Revista de Ciências Agrárias, Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 55, n. 3, p. 176–183, 2012.

CINTRA, T. C. **Caracterização da madeira e do potencial energético de espécies florestais nativas plantadas na região do Médio Paranapanema, SP**. Dissertação de Mestrado. Piracicaba 61 pp. 2009.

DAVIDSON, R. W. **Effect of temperature on the resistance of wood**. *Forest Products Journal*, v. 8, n. 5, p. 160, 1958.

DURLO, M. A. **Relação água-madeira**. In: *I Seminário sobre secagem de madeira*. UFSM. p. 35-46. 1992

FRANZOI, L. C. N. **A secagem da madeira em estufa: secagem artificial**. SENAI/CETEMO, 1997.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. p. 111, 1985.

GLASS, S. V.; ZELINKA, S. L. **Moisture Relations and Physical Properties of Wood**. In: *Wood Handbook*. Forest Products Laboratory - USDA, 2010.

GONZAGA, J. V. **Qualidade da madeira e da celulose Kraft de treze espécies de Eucalyptus**. 119 pp. 1983.

GOTTLIEB, O. R. **Chemical studies on medicinal myristicaceae from amazonia**. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 1, n. 4, p. 309–323, 1979.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Mapeamento das regiões fitoecológicas e inventário florestal do estado do tocantins**. Palmas: Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, 2013. 274 pp.

HPS - HONEYWELL PROCESS SOLUTIONS. **Dielectric constant table**. Disponível em: <[https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/tech-specs/Dielectric Constant Table.pdf](https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/tech-specs/Dielectric_Constant_Table.pdf)>. Acesso em 26 de outubro de 2014.

IPT. **Informações sobre madeiras: Eucalyptus saligna**. Disponível em: <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/60.htm>. Acesso em 23 de agosto de 2014.

JAMES, W. L. **Effect of temperature on readings of electric moisture meters**. Forest Products Journal, v. 18, n. 10, p. 23, 1968.

JAMES, W. L. **Dielectric Properties of Wood and Hardboard: Variation with Temperature, Frequency, Moisture Content, and Grain Orientation**. Madison, WI: U.S: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1974.

JAMES, W. L. **Electric moisture meters for wood**. Madison, WI: U.S: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1988.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de secagem de madeiras**. Documentos florestais, 13 pp., 1990.

KLITZKE, R. J. **Medidores elétricos de umidade de madeira**. Curso de Secagem da Madeira - Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. UFPR, 2008.

KLOCK, U. et al. **Química da Madeira**. Manual Didático. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal - Fupef do Paraná, 2005.

LINSINGEN, L. V. **Estudo taxonômico da família combretaceae no sul do Brasil**. 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998.

MARTINS, V. A. **Secagem de Madeira Serrada**. Ministério da Agricultura, 1988.

MENDES, F. H.; GARCIA, J. N. **Módulo de ruptura e módulo de elasticidade à flexão da madeira de Eucalyptus saligna e Cambará amazônico**. 2009.

MERLIN TECHNOLOGY. **HM8 Series Brochure**. Disponível em: <<http://www.merlin-technology.com/en/Measuring/Wood-moisture-measurement/HM8-series>>. Acesso em 23 de outubro de 2014.

PEREIRA, B. A. S. **Estudo morfo-anatômico da madeira, casca, e folha de duas variedades vicariantes de sclerolobium paniculatum vogel (Leguminosae, Caesalpinioideae) de mata e cerrado**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queirós, Piracicaba., 1990.

PONCE, R. H.; WATAI, L. T. **Manual de secagem da madeira**. São Paulo, IPT/STI, 1985.

ROCHA, M. P. **Laudo técnico para caracterização de madeiras do gênero Eucalyptus**. Curitiba. Paraná: Disponível em: <http://www.mademape.com.br/laudo_fupef.pdf> Acesso em 22 de agosto de 2014.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Banco de Dados de Madeiras Brasileiras**. Disponível em: <<http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/default.htm>>. Acesso em 22 de agosto de 2014.

SKAAR, C. **Wood-water relations**. Springer-velag. Nova Iorque, 1988.

TORGOVNIKOV, G. I. **Dielectric properties of wood and wood-based materials**. New York: State University of New York, 1993.

APÊNDICE

<i>Nectandra dioica</i>																
Corpo de Prova	Medição															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε
1	23.1732	660.3697	19.5041	30.7875	17.6066	13.8878	14.7523	12.2146	13.4385	9.8163	12.8906	9.7048	12.0053	8.1431	11.8534	5.6890
2	23.2331	491.9308	19.6980	27.7757	17.7858	14.3898	14.9056	11.6011	13.5875	9.9279	13.0172	9.3701	12.1252	8.0315	11.9403	5.5217
3	23.1800	617.9811	19.5927	39.9903	17.7058	15.3380	14.8049	12.8281	13.4191	10.3741	12.8470	10.0394	11.8746	8.3104	11.7004	5.6332
4	23.4018	566.6686	19.6769	37.4247	17.8417	14.2225	14.8380	11.6011	13.4638	9.0355	12.8685	8.7008	11.9520	6.9718	11.8089	5.5774
5	23.2706	577.8235	19.5725	35.1937	17.5710	14.6687	14.5229	12.7724	13.1507	9.8721	12.5829	9.3701	11.6785	7.3065	11.5046	5.6332
6	23.3582	744.0314	19.7024	42.5001	17.5194	15.9515	14.2926	13.8321	13.0620	10.1510	12.5610	9.9279	11.7456	8.3662	11.5025	5.5774
7	23.3060	806.4988	19.6772	40.4365	17.5054	14.6687	14.3808	12.5493	13.1229	9.9279	12.6000	9.8721	11.8136	8.1988	11.5569	5.5774
8	23.2328	795.3439	19.7817	41.0500	17.6808	15.1707	14.4298	12.5493	13.2320	10.0952	12.6937	9.9279	11.8862	8.6450	11.6197	5.6332
9	23.0470	751.2821	19.2762	39.2095	17.3939	16.0630	14.2633	13.8878	13.0852	10.6529	12.5409	10.5414	11.7209	9.1470	11.4604	5.6890
10	23.0183	793.1130	19.3387	44.5080	17.2869	14.9476	14.1905	13.1070	13.0276	10.4856	12.4909	10.2625	11.6391	9.1470	11.3704	5.6332
11	22.8777	832.1551	19.4793	49.2489	17.7383	16.8439	14.4668	14.2783	13.1580	12.3262	12.5214	11.3222	11.7485	10.4298	11.3118	5.6890
12	22.8377	972.1490	19.5055	51.0894	17.8140	19.4095	14.3508	14.8360	13.0810	11.5453	12.3572	11.2107	11.5301	10.3741	11.1003	5.5774
13	22.6683	934.7801	19.2514	47.9103	17.5885	16.8997	14.0510	14.3340	12.7855	12.2146	12.1034	11.5453	11.2795	10.3183	10.8375	5.5217
14	22.7336	959.3209	19.2340	48.0218	17.5074	19.6884	14.2365	15.3380	12.9590	12.9955	12.2838	11.4895	11.4330	10.2625	10.9838	5.6332
15	22.7242	959.3209	19.3845	49.3046	17.6904	18.2940	14.2012	15.8399	12.9686	13.7205	12.3009	12.2146	11.4620	10.4298	11.0073	5.5774
16	23.5073	1001.1517	20.4149	28.1661	18.8284	15.0591	16.1087	13.4974	14.8990	11.7684	14.4146	10.4856	13.7305	9.5374	13.3416	5.9679
17	23.8616	1069.7543	20.6692	21.6963	19.0423	14.5571	16.1736	13.2743	15.0048	10.4298	14.5848	9.2028	14.0053	8.3662	13.7171	6.1352
18	23.5627	1037.9629	20.3507	23.5926	18.8386	16.6208	16.2574	14.2783	15.0936	13.1070	14.6638	11.3780	13.9840	10.4856	13.5952	6.0236
19	23.1720	989.4391	20.1738	28.2777	18.6270	17.5690	15.9719	16.4535	14.8367	14.4456	14.3723	12.7724	13.6359	11.4895	13.1861	5.9679
20	22.9212	1046.8868	19.8766	28.5008	18.2676	16.7323	15.5823	15.3938	14.4640	13.7763	13.9795	12.3262	13.2662	10.5971	12.8043	5.9121
21	23.1567	1031.2700	20.0881	55.9418	18.6683	20.9154	16.5765	19.7999	15.4182	16.8439	14.8052	15.2264	14.0436	8.8124	13.4345	5.8005
22	22.9737	975.4955	19.9852	37.0342	18.5069	20.4692	16.2020	19.2422	15.1352	16.4535	14.5132	14.2783	13.7437	13.4416	13.1473	5.9679
23	22.5596	1058.0417	19.4650	48.4680	18.1554	23.2580	16.0103	19.0191	14.7928	15.5053	14.2067	13.9436	13.4653	12.2704	12.9395	5.8563
24	22.7226	1114.3739	19.8733	41.9982	18.6549	20.8039	16.0187	18.2940	14.9561	15.0033	14.3943	13.4416	13.7033	12.3819	13.1321	5.9121
25	22.9905	1111.0274	19.9802	47.3525	18.7569	22.4213	16.5301	19.4095	15.4921	16.2304	14.9051	14.1109	14.1191	13.0512	13.5088	5.8563
26	22.6401	7585.3280	19.3676	43.0021	17.9436	20.6923	16.1163	19.0191	14.9157	15.4495	14.2739	14.0552	13.5564	13.1628	13.0483	5.8563
27	22.7324	10173.2634	19.2410	39.7672	17.9404	18.0709	16.2204	18.6287	14.9816	16.6766	14.3523	14.0552	13.6731	13.0512	13.1350	5.9121
28	22.4486	6804.4854	19.0652	46.1813	17.6799	19.8557	15.9607	17.9594	14.7515	16.8439	14.1528	14.1109	13.5063	13.1628	12.9868	5.9121
29	22.5974	6547.9228	19.2016	43.3925	17.9966	20.3019	16.3008	17.2343	15.0163	15.8957	14.3877	13.6090	13.7502	12.9955	13.2003	5.9121
30	22.2656	9777.2647	19.1735	62.7463	17.7702	19.6326	15.9808	17.8478	14.8436	16.3977	14.2573	13.2743	13.6257	13.1628	13.1268	5.9121

Terminalia glabrescens

Corpo de Prova	Medição															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε
1	24.8256	2626.9776	21.5339	32.7954	20.0812	27.2179	19.1076	20.0788	18.3636	18.7402	17.8317	17.1228	17.4574	15.5611	15.7960	6.1910
2	25.0342	1862.8673	21.7939	32.5723	20.3801	26.1582	19.3620	19.4095	18.6083	17.6247	18.0470	15.4495	17.6609	13.8878	16.1300	6.3025
3	25.0383	2208.6690	21.6889	31.5684	20.2056	24.4292	19.2016	20.1346	18.4679	16.5092	17.9210	15.3938	17.5451	13.8321	16.0687	6.3025
4	25.0556	2515.4286	21.8285	31.9588	20.4184	25.7678	19.3593	20.1904	18.6342	17.4016	18.0848	15.6726	17.7058	13.7205	16.1172	6.3025
5	24.9934	1834.9801	21.7696	32.6838	20.2952	25.1543	19.2881	20.0788	18.5432	16.5092	18.0069	14.9476	17.6336	13.4974	16.0604	6.2467
6	24.9217	1795.9379	21.6009	29.4489	20.1030	24.3734	19.1121	20.4692	18.3991	17.3459	17.8680	16.2304	17.4753	13.9994	16.0078	6.1910
7	25.0348	1991.1486	21.8035	32.6838	20.3199	25.6005	19.3331	19.8557	18.6091	17.0670	18.0435	16.4535	17.6699	14.0552	16.1336	6.3025
8	25.0594	1215.8835	21.9378	34.2455	20.4586	25.8236	19.4688	20.9712	18.7715	17.7363	18.2133	16.8997	17.8341	14.9476	16.2168	6.4141
9	24.9986	1316.2775	21.8195	33.7436	20.3434	24.7081	19.3931	19.5768	18.6781	16.5650	18.1336	15.1149	17.7814	13.6090	16.2513	6.3583
10	24.8476	1372.0520	21.5708	30.7875	20.1073	24.3177	19.1461	19.7999	18.4356	16.4535	17.9200	15.3938	17.5615	13.6090	15.9746	6.3025
11	24.7565	1550.5303	21.6577	33.4647	20.1244	25.0427	19.0926	20.2461	18.3579	17.5690	17.7756	15.4495	17.4121	13.3859	15.9023	6.3025
12	24.7408	574.4770	21.6213	31.4568	20.1082	23.7041	19.0607	20.5808	18.3319	16.5650	17.7768	15.0033	17.4090	12.7724	15.9112	6.2467
13	24.6683	1137.7992	21.7354	34.1340	20.2902	26.2140	19.2520	20.8597	18.4672	16.1746	17.9274	15.3380	17.5590	13.7205	16.0058	6.4141
14	24.7179	345.8017	21.8165	36.0861	20.4574	26.2140	19.4581	21.5847	18.7444	17.6805	18.2029	16.7881	17.7970	14.3340	16.1486	6.4141
15	24.3392	524.2800	21.4237	31.7914	20.0813	24.6523	19.0208	20.2461	18.3231	16.9554	17.7907	15.5053	17.4208	13.9436	15.8371	6.3583
16	24.7162	206.3655	21.7552	29.5605	20.5106	26.3256	19.6487	23.2580	19.0289	21.2501	18.5807	19.1306	18.2543	17.6805	16.2115	6.4698
17	24.7213	239.8302	22.0863	31.1222	20.7190	27.1064	19.7947	22.4213	19.1581	20.5808	18.6896	18.7960	18.3768	16.8997	16.4611	6.4698
18	24.7172	250.9851	21.9134	32.2376	20.6462	28.1103	19.7480	22.9233	19.1308	20.0230	18.6510	18.7402	18.3247	16.5092	16.3852	6.4698
19	25.0041	803.1524	22.1484	32.5165	20.7792	26.3813	19.8907	23.3137	19.2567	19.5211	18.7834	18.0709	18.4631	16.6766	16.4538	6.4698
20	24.9545	501.9702	22.0213	31.9588	20.7232	25.6005	19.7988	21.4174	19.1765	19.3537	18.7103	17.8478	18.3885	15.6169	16.4178	6.4141
21	24.9824	1533.7979	21.9589	32.3492	20.7148	26.4371	19.8492	22.8118	19.2040	20.4692	18.7342	17.7921	18.4212	17.4016	16.4392	6.4698
22	24.9767	1148.9541	22.2160	33.6878	20.8431	27.6084	19.9171	23.0906	19.2926	20.7481	18.8203	18.4056	18.5177	17.7363	16.4628	6.4698
23	24.9570	267.7175	22.1721	33.4089	20.8265	27.8872	19.9488	23.7041	19.3284	20.4692	18.8649	18.9075	18.5475	17.6805	16.4958	6.4698
24	24.8863	379.2664	22.1678	31.4010	20.7922	25.6005	19.9080	22.7002	19.3017	20.4135	18.8323	17.8478	18.5223	16.8439	16.4737	6.4698
25	24.8642	256.5626	22.0022	32.6838	20.6327	25.0427	19.7323	22.2540	19.1139	19.8557	18.6469	17.2343	18.3336	16.2861	16.3719	6.3583
26	24.8349	691.6034	22.0548	33.5205	20.7525	26.4929	19.7832	23.0906	19.1528	20.2461	18.7104	18.2383	18.4003	16.9554	16.4164	6.4698
27	24.8668	172.9009	22.0623	30.1740	20.7764	25.4889	19.9115	22.6444	19.3095	20.1904	18.8588	18.2383	18.5576	17.2343	16.5192	6.5814
28	24.8421	290.0272	22.0935	31.6799	20.6897	24.5408	19.7888	21.8078	19.1628	18.7402	18.7047	17.0670	18.3998	15.9515	16.4705	6.4698
29	24.9348	775.2651	22.1869	30.1740	20.8302	24.7639	19.8958	21.4174	19.2522	19.4095	18.7854	17.5132	18.4791	15.9515	16.5535	6.4141
30	24.8723	485.2379	21.9673	28.7796	20.7142	23.9830	19.8408	21.0270	19.2253	18.9075	18.7902	16.8997	18.4908	15.9515	16.5598	6.4141

Virola michelii

Corpo de Prova	Medição															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε
1	23.1202	60013.3301	15.6886	31624.1247	11.6281	20.9712	9.6580	9.7605	8.7905	6.2467	8.5762	5.3543	8.5207	5.4101	8.4672	5.2428
2	23.0319	52260.6787	15.6165	17624.7326	11.6393	20.4135	9.7763	9.3701	8.9530	5.9121	8.7506	5.4101	8.6928	5.4659	8.6358	5.1870
3	23.0447	56555.3129	15.4975	19242.1923	11.5858	19.7442	9.7894	8.9239	9.0675	5.6890	8.9083	5.4101	8.8579	5.4101	8.8035	5.2428
4	23.1649	45846.6146	15.4716	16676.5666	11.6762	19.3537	9.9695	8.4777	9.2903	5.9121	9.1333	5.4101	9.0808	5.4101	9.0222	5.1870
5	23.0190	41217.3336	15.8905	15784.1751	11.8467	21.7520	10.0583	8.9239	9.3190	5.8563	9.1508	5.3543	9.0993	5.4101	9.0443	5.2986
6	23.0844	36086.0823	15.5243	19688.3880	11.7581	18.3498	9.9780	9.3143	9.2091	5.6890	9.0278	5.3543	8.9814	5.4101	8.9302	5.1870
7	23.0541	38930.5803	15.6289	16620.7922	11.8339	20.7481	9.9454	9.0355	9.1664	5.6890	8.9746	5.3543	8.8736	5.3543	8.8734	5.1870
8	23.0147	39321.0016	14.8318	13832.0686	11.4104	15.8957	9.7307	8.2546	9.0628	5.5774	8.9178	5.3543	8.7964	5.4101	8.8244	5.2428
9	22.9509	43169.4401	14.6626	1227.0383	11.1132	13.8321	9.5115	7.4738	8.9453	5.5217	8.8385	5.3543	8.8005	5.3543	8.7590	5.1870
10	23.0281	47631.3977	14.4321	1059.7149	11.0851	15.2822	9.4649	7.5296	8.9372	5.5774	8.8320	5.4101	8.8007	5.4101	8.7499	5.1870
11	23.0014	38317.0611	15.3634	12270.3835	11.4685	19.6326	9.6124	8.5335	8.9497	5.6332	8.8225	5.3543	8.7821	5.4659	8.7352	5.2428
12	23.0380	34803.2695	15.5266	20078.8093	11.6953	20.1346	9.8478	9.2586	9.0959	5.6890	8.9237	5.4101	8.8751	5.4101	8.8255	5.1870
13	23.0320	37536.2185	15.3190	13832.0686	11.5145	20.0788	9.7522	8.4777	9.0985	5.6890	8.9667	5.4101	8.9299	5.4101	8.8775	5.2428
14	23.0332	33241.5843	14.9860	13943.6176	11.4175	16.6208	9.6797	7.9200	9.1323	5.5774	9.0267	5.4101	8.9897	5.4659	8.9481	5.2986
15	22.9592	34245.5248	14.6808	11322.2175	11.0939	15.2822	9.4980	7.6411	8.9813	5.5217	8.8715	5.3543	8.8403	5.3543	8.8019	5.2986
16	22.9339	29727.7927	15.8099	72.0048	12.5442	16.5092	10.7208	9.9836	9.8342	6.8045	9.4976	5.5774	9.4098	5.4659	9.3227	5.3543
17	22.8534	24652.3159	16.1753	82.1558	12.8952	17.6805	11.0138	10.8202	9.9754	7.4180	9.4861	5.6332	9.3776	5.4659	9.2764	5.2986
18	22.7987	29783.5672	16.1935	111.1585	12.8037	17.5132	10.9233	10.3183	9.9395	7.1949	9.4829	5.5217	9.3755	5.4659	9.2765	5.2428
19	22.8609	26827.5202	15.8920	70.7220	12.6595	16.1746	10.8386	9.8721	9.9102	6.9718	9.4785	5.5217	9.3821	5.4659	9.2940	5.2986
20	22.7109	34022.4269	16.0825	67.7102	12.8620	17.7921	10.9217	10.1510	9.9103	7.3065	9.4385	5.5217	9.3179	5.4659	9.2200	5.2986
21	22.7035	28389.2054	15.8514	59.8181	12.8806	17.5690	10.9688	11.1549	9.9028	7.9757	9.3437	5.6890	9.2098	5.4659	9.0798	5.2428
22	22.5348	26548.6479	16.2718	65.7023	13.2712	19.7999	11.1715	12.2146	10.0054	8.7566	9.3265	6.3025	9.1061	5.5774	8.9268	5.1870
23	22.5453	29170.0480	16.0985	72.6184	13.0765	19.9673	11.0806	11.9357	9.9589	8.4219	9.3337	6.0236	9.1507	5.4659	8.9972	5.2428
24	22.4179	23648.3754	15.9049	52.0934	12.8171	19.0749	10.8461	11.5453	9.7647	8.1431	9.1673	5.9121	8.9882	5.4659	8.8312	5.1870
25	22.3452	20078.8093	15.8483	57.7266	12.8096	18.9633	10.8651	11.7684	9.7714	8.0873	9.1605	6.0236	8.9544	5.4659	8.7925	5.1870
26	22.2896	24094.5712	15.7288	42.3328	12.9169	18.9075	10.9031	11.7684	9.7651	8.4219	9.1129	6.2467	8.9131	5.5217	8.7382	5.2428
27	22.1980	18851.7710	15.9869	56.4438	12.9386	19.5211	10.9713	12.1588	9.8472	9.0355	9.1407	6.6929	8.8777	5.5774	8.6463	5.1870
28	22.2500	23927.2478	15.9021	54.2686	12.9925	20.3577	11.0617	12.2146	9.9440	8.8681	9.2555	6.5814	9.0102	5.6332	8.7777	5.2428
29	22.5293	21919.3668	15.9853	53.9339	13.1670	20.6923	11.1771	11.7126	10.0269	8.5893	9.3406	6.4141	9.1147	5.6332	8.8858	5.2428
30	22.2891	20803.8774	16.0435	44.5638	13.1586	21.3058	11.1876	12.4377	10.0471	8.5335	9.3534	6.4141	9.1220	5.6332	8.9062	5.2428

Tachigali myrmecophila

Corpo de Prova	Medição															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε
1	22.7618	10987.5707	16.7726	26.9391	14.1433	17.7921	12.3010	12.1031	11.1604	9.5374	10.5126	6.1910	10.3462	5.8005	10.2629	5.4659
2	23.2350	7250.6811	17.3964	26.8833	14.6955	18.2383	12.7037	13.0512	11.4823	9.7605	10.7640	6.3025	10.5727	5.8563	10.4579	5.4101
3	23.1185	5577.4470	17.0339	26.6602	14.2205	17.5690	12.3064	11.9357	11.1285	9.0355	10.4682	6.1910	10.2917	5.7448	10.2265	5.4101
4	23.1192	5577.4470	16.9642	27.0506	14.2602	17.2901	12.4318	12.4935	11.2883	9.2028	10.6000	6.2467	10.4059	5.8005	10.3102	5.4101
5	23.2310	5075.4768	17.1485	27.2737	14.5431	17.2901	12.6304	12.3819	11.4756	9.2586	10.7748	6.3025	10.5716	5.8005	10.4604	5.4101
6	23.2753	5577.4470	17.4732	26.0467	14.7527	18.1825	12.8363	13.0512	11.6026	10.2067	10.8061	6.8603	10.5715	5.9121	10.4389	5.3543
7	23.2455	4573.5066	17.8015	31.2337	14.9429	19.9115	12.9265	14.0552	11.5713	10.5414	10.7308	7.0276	10.4682	5.9121	10.3059	5.3543
8	23.1866	4629.2810	17.4475	28.3892	14.5941	18.4613	12.6112	13.1628	11.3414	9.5932	10.5660	6.3583	10.3617	5.8563	10.2369	5.3543
9	23.1654	3736.8895	17.3188	29.0585	14.5803	19.0191	12.6202	13.3859	11.3978	9.8721	10.6388	6.3583	10.4354	5.8563	10.3204	5.4101
10	23.1240	5744.7704	17.0250	28.3892	14.2202	18.4613	12.3132	12.7166	11.1482	8.9239	10.4819	6.1352	10.3171	5.8005	10.2340	5.4101
11	23.0368	6023.6428	17.2086	30.2298	14.3145	18.0152	12.3016	13.4974	11.1111	9.9279	10.3397	6.5256	10.1537	5.8005	10.0426	5.3543
12	23.0164	4740.8300	17.6119	29.7836	14.6800	18.5171	12.6166	13.6647	11.2681	10.3183	10.4202	7.1391	10.1703	5.9121	10.0104	5.2986
13	23.0066	5410.1236	17.3976	29.6162	14.5422	18.1825	12.5462	13.1070	11.2489	9.7048	10.4445	7.0276	10.1909	5.8005	10.0759	5.2986
14	23.0497	5688.9960	17.2870	28.2777	14.5385	17.2901	12.5209	12.4935	11.2734	9.4817	10.4890	6.5814	10.2443	5.8005	10.1320	5.2986
15	23.1236	6469.8386	17.2949	29.6720	14.5878	17.7363	12.5968	12.4935	11.4052	9.3143	10.6355	6.5814	10.4043	5.8005	10.2958	5.2986
16	23.2230	3179.1448	18.9321	30.7317	16.8843	23.6484	15.1394	18.2940	13.8306	14.3898	12.8769	11.3780	12.4316	9.3143	11.5557	5.5774
17	23.1099	2621.4001	18.5414	29.5605	16.2330	22.6444	14.5286	16.9554	13.3768	13.1070	12.4550	10.5414	12.0374	9.0912	11.1930	5.5217
18	23.7519	3848.4385	19.6284	31.7914	17.5789	23.4811	16.0045	18.4613	14.9410	14.3340	14.1797	11.8242	13.8322	9.8721	12.8586	5.6890
19	23.6979	3067.5959	19.5898	30.5644	17.4638	22.3656	15.8416	17.1228	14.6333	12.8839	13.8459	10.4856	13.4739	9.1470	12.6063	5.5774
20	23.3262	4963.9279	18.6352	31.1779	16.3470	23.6484	14.7399	16.7881	13.4763	13.3301	12.5612	10.3183	12.1533	8.6450	11.3132	5.4659
21	23.2779	4461.9576	18.7773	30.3971	16.4609	21.8636	14.6719	16.8997	13.3898	13.1628	12.4510	10.3741	12.0374	8.7008	11.2509	5.5217
22	23.2585	2119.4299	19.1781	33.8551	16.8713	26.6602	14.9628	18.9633	13.6478	14.2225	12.6904	11.2107	12.2427	9.5374	11.2897	5.4659
23	23.0930	1505.9107	18.8342	35.8630	16.4190	25.0427	14.5702	18.0709	13.3453	13.6647	12.4416	10.5414	12.0177	8.8681	11.1989	5.5774
24	22.9994	1394.3618	18.5158	37.9824	16.1399	24.5965	14.2593	18.0152	13.0528	12.9955	12.1613	10.0394	11.7602	8.5335	10.9924	5.4659
25	22.9332	3234.9193	18.2581	32.6838	15.8682	23.9830	14.0613	16.8439	12.8097	12.8281	11.9332	10.0952	11.5339	8.3662	10.7949	5.4101
26	22.9880	3234.9193	18.4600	32.2934	16.1068	24.3177	14.2891	17.8478	13.0863	13.2185	12.1592	10.8202	11.7352	9.0355	11.0066	5.5774
27	23.1797	5800.5449	18.7158	31.5126	16.3268	22.7002	14.4977	16.7323	13.2741	13.4416	12.4102	10.8202	12.0370	9.4259	11.1686	5.4659
28	22.9440	4517.7321	18.6556	32.9069	16.3287	24.8754	14.5694	18.7402	13.3541	14.3340	12.4643	11.3780	12.0363	9.4817	11.1157	5.4659
29	23.1339	4015.7619	18.7626	31.6799	16.4767	24.1503	14.6637	18.0152	13.4182	13.3859	12.5188	10.8202	12.1334	9.0355	11.2355	5.4659
30	22.7960	1394.3618	18.4659	34.0782	16.3421	24.0946	14.5218	18.4056	13.2903	13.7763	12.3775	10.8202	11.9573	9.2586	11.0625	5.4659

Eucalyptus saligna

Corpo de Prova	Medição															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε
1	26.3345	2953.1977	21.5012	11.9922	18.1881	10.1443	15.6909	8.7515	13.9999	7.8084	12.9580	7.2273	12.3528	6.8897	11.5391	6.4359
2	25.3090	2253.7561	20.2097	11.2719	16.7087	9.3192	14.0089	7.8134	11.9169	6.6466	10.5275	5.8717	9.7204	5.4215	8.9227	4.9766
3	27.2874	2729.7650	21.9234	12.2277	18.6420	10.3975	16.0721	8.9641	14.2344	7.9392	13.0154	7.2593	12.3529	6.8898	11.5457	6.4396
4	25.6976	1874.8919	20.5322	11.4517	16.9783	9.4696	14.2883	7.9692	12.1527	6.7781	10.7411	5.9908	9.9185	5.5320	9.0884	5.0690
5	24.3404	1942.8932	18.5593	10.3514	14.5453	8.1126	11.7361	6.5457	10.0145	5.5855	9.1248	5.0893	8.8349	4.9276	8.6714	4.8364
6	27.2328	3594.3524	21.4063	11.9393	17.4633	9.7401	14.5636	8.1228	13.0715	7.2906	12.1983	6.8035	11.8304	6.5983	11.4229	6.3711
7	23.9018	2350.9008	17.7917	9.9232	13.6795	7.6297	10.9564	6.1109	9.3684	5.2252	8.6488	4.8238	8.4128	4.6922	8.2702	4.6127
8	25.3190	2069.1813	20.1424	11.2343	16.7024	9.3157	14.0769	7.8513	11.9540	6.6673	10.7035	5.9698	9.9839	5.5685	9.2244	5.1449
9	23.4289	1981.7511	18.4732	10.3033	13.5713	7.5693	10.7209	5.9795	9.2672	5.1687	8.6138	4.8043	8.4039	4.6872	8.2659	4.6103
10	28.0634	2924.0543	23.1035	12.8859	19.7570	11.0194	16.7112	9.3206	14.2272	7.9351	12.6793	7.0718	11.6649	6.5060	10.2995	5.7445
11	25.8687	2467.4744	20.3479	11.3489	16.7242	9.3278	14.2196	7.9309	12.6795	7.0719	11.7724	6.5660	11.3459	6.3281	10.8639	6.0593
12	27.6996	1282.3095	22.6426	12.6288	19.2241	10.7221	16.6725	9.2990	14.7131	8.2062	13.2207	7.3738	12.2400	6.8268	10.5289	5.8724
13	24.2035	2603.4769	18.3480	10.2335	14.2799	7.9645	11.3198	6.3136	9.5613	5.3328	8.8205	4.9196	8.5717	4.7808	8.4252	4.6991
14	25.4472	2758.9083	20.2437	11.2908	16.6573	9.2905	13.9243	7.7662	11.7180	6.5357	10.2795	5.7333	9.5822	5.3444	8.9475	4.9904
15	25.7688	4089.7902	20.7616	11.5797	17.3768	9.6918	14.5287	8.1033	12.3461	6.8860	10.9506	6.1076	10.1026	5.6347	9.3490	5.2144
16	26.8183	2360.6152	21.3253	11.8941	17.5693	9.7992	14.7632	8.2341	13.0155	7.2593	11.9939	6.6895	11.5333	6.4326	11.0618	6.1697
17	25.8351	2972.6266	20.6246	11.5033	17.0422	9.5052	14.1844	7.9113	12.2380	6.8257	10.6842	5.9591	9.9739	5.5629	9.2365	5.1516
18	25.5851	2865.7675	20.2258	11.2808	16.9153	9.4344	14.1638	7.8998	12.1680	6.7866	10.6538	5.9421	9.9408	5.5444	9.2531	5.1609
19	24.6635	2428.6165	19.0387	10.6187	15.4398	8.6115	12.5786	7.0156	10.6798	5.9566	9.8172	5.4755	9.5376	5.3195	9.3614	5.2213
20	24.4634	2020.6089	19.2597	10.7420	14.7844	8.2459	12.0183	6.7031	10.2671	5.7264	9.2835	5.1778	8.9062	4.9674	8.6919	4.8479
21	24.3274	1641.7448	19.0233	10.6101	15.0190	8.3768	12.0633	6.7282	10.2470	5.7152	9.2574	5.1633	8.8917	4.9593	8.6914	4.8476
22	26.7071	2739.4794	21.6089	12.0522	18.0829	10.0856	15.3048	8.5362	13.4290	7.4900	12.2938	6.8568	11.8125	6.5884	11.3101	6.3081
23	23.9273	3050.3423	19.3727	10.8050	16.0832	8.9703	13.3752	7.4599	11.4273	6.3735	10.1003	5.6334	9.3268	5.2020	8.4898	4.7351
24	25.4207	3332.0618	20.7742	11.5867	17.4906	9.7553	14.8112	8.2609	12.8937	7.1914	11.4734	6.3992	10.6357	5.9320	9.6488	5.3816
25	27.4551	2409.1876	23.1084	12.8886	19.9257	11.1135	16.9777	9.4692	14.7568	8.2305	12.9418	7.2182	11.7877	6.5745	10.0394	5.5994
26	25.8803	3895.5009	21.3326	11.8981	18.0011	10.0400	15.4707	8.6287	13.6435	7.6096	12.1229	6.7615	11.3999	6.3582	10.3985	5.7997
27	24.7007	2681.1926	20.4358	11.3980	17.0367	9.5021	14.3306	7.9928	12.2168	6.8139	10.4957	5.8539	9.6671	5.3918	8.6436	4.8209
28	24.6387	3128.0581	19.5374	10.8969	15.5433	8.6692	12.6267	7.0425	10.7006	5.9682	9.5821	5.3444	9.1928	5.1272	8.9280	4.9795
29	29.3122	1360.0252	24.9641	13.9236	21.7073	12.1071	19.0246	10.6109	16.6746	9.3002	14.3762	8.0182	13.2505	7.3904	11.1264	6.2057
30	23.9484	3283.4895	19.1065	10.6565	15.0012	8.3668	11.9568	6.6688	9.9303	5.5386	8.7770	4.8953	8.4074	4.6892	8.2091	4.5786

Sclerolobium paniculatum

Corpo de Prova	Medição															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε	Massa (g)	ε
1	24.8948	942.3032	20.1055	11.2137	17.5567	9.7922	16.0052	8.9268	14.9587	8.3431	14.1632	7.8994	13.7664	7.6781	13.2088	7.3671
2	23.6463	602.2969	19.4473	10.8466	16.8240	9.3835	14.7097	8.2043	13.4258	7.4882	12.4934	6.9681	11.8377	6.6024	11.0993	6.1906
3	23.4211	757.7283	19.1177	10.6628	16.3701	9.1303	14.5433	8.1114	13.1484	7.3335	12.1490	6.7760	11.4358	6.3783	10.4379	5.8217
4	24.6353	1428.0265	19.5863	10.9242	16.4560	9.1782	14.5087	8.0922	13.2791	7.4063	12.4982	6.9708	12.0820	6.7387	11.7522	6.5547
5	23.9602	1058.8768	19.5705	10.9153	16.8451	9.3953	14.7949	8.2518	13.3838	7.4647	12.3672	6.8977	11.7611	6.5597	10.9762	6.1219
6	24.7403	602.2969	20.0700	11.1939	17.4476	9.7313	15.5778	8.6884	14.2474	7.9464	13.4051	7.4766	12.7990	7.1386	12.0968	6.7469
7	24.9715	456.5799	20.4725	11.4184	17.7280	9.8877	15.9960	8.9217	14.7768	8.2417	13.9519	7.7816	13.4288	7.4898	12.9168	7.2043
8	24.9138	553.7246	20.6763	11.5321	18.0814	10.0848	16.3594	9.1244	15.0731	8.4069	14.2988	7.9751	13.8525	7.7262	13.3863	7.4661
9	24.2193	796.5862	19.4442	10.8449	16.6265	9.2733	14.8601	8.2881	13.6546	7.6158	12.8458	7.1647	12.3707	6.8997	11.9296	6.6537
10	24.1024	689.7271	20.0229	11.1677	17.2678	9.6310	15.5513	8.6737	14.4776	8.0748	13.5918	7.5808	13.0704	7.2899	12.3047	6.8629
11	24.9435	699.4416	20.5554	11.4647	17.7541	9.9023	15.7872	8.8052	14.3766	8.0185	13.3408	7.4408	12.6568	7.0593	11.8320	6.5992
12	25.4164	961.7321	20.3407	11.3449	17.1322	9.5554	14.9993	8.3658	13.5373	7.5504	12.5302	6.9887	11.9451	6.6623	11.4671	6.3957
13	24.3379	796.5862	19.8095	11.0486	16.8512	9.3987	14.8689	8.2931	13.4259	7.4882	12.2861	6.8525	11.5927	6.4658	11.0353	6.1549
14	24.6829	456.5799	20.1692	11.2493	17.5651	9.7968	15.9052	8.8710	14.7689	8.2373	13.9968	7.8066	13.5549	7.5602	13.0921	7.3020
15	25.0447	1758.3183	19.4687	10.8586	16.1034	8.9816	14.0611	7.8425	12.7078	7.0877	11.8808	6.6265	11.4859	6.4062	11.1856	6.2387
16	25.1818	825.7296	20.8243	11.6146	17.9158	9.9924	15.8468	8.8385	14.5819	8.1330	13.6128	7.5925	13.0785	7.2945	12.4136	6.9236
17	24.5570	660.5837	20.3351	11.3418	17.0028	9.4832	15.0811	8.4114	13.5781	7.5731	12.5280	6.9874	11.7126	6.5326	10.7962	6.0215
18	23.6486	689.7271	19.7559	11.0187	16.8600	9.4036	14.9754	8.3525	13.4750	7.5156	12.5106	6.9777	11.7930	6.5775	10.8221	6.0360
19	23.6454	1097.7347	19.7757	11.0298	16.8248	9.3839	15.0709	8.4057	13.5510	7.5580	12.5514	7.0005	11.8237	6.5946	10.8477	6.0502
20	24.5611	777.1573	20.1518	11.2396	17.3837	9.6957	15.5467	8.6711	14.3474	8.0022	13.5320	7.5474	12.9996	7.2505	12.5481	6.9986
21	24.9119	922.8743	20.9255	11.6711	18.0676	10.0771	15.9400	8.8905	14.4367	8.0520	13.2358	7.3822	12.4920	6.9673	11.7126	6.5326
22	23.8666	621.7258	20.1789	11.2547	17.6740	9.8576	15.8268	8.8273	14.3249	7.9896	13.3168	7.4274	12.5666	7.0090	11.3611	6.3366
23	24.0512	922.8743	20.4344	11.3972	17.8181	9.9380	16.0725	8.9644	14.6823	8.1890	13.5633	7.5649	12.6701	7.0667	11.4172	6.3679
24	26.2636	4458.9399	21.4167	11.9451	18.0791	10.0835	15.9652	8.9045	14.6239	8.1564	13.7695	7.6799	13.3595	7.4512	13.0217	7.2628
25	23.6617	971.4466	19.9859	11.1470	17.4848	9.7521	15.4125	8.5962	14.1405	7.8868	12.9795	7.2392	12.2790	6.8485	11.2595	6.2799
26	23.9734	456.5799	20.4815	11.4234	18.0255	10.0536	16.1608	9.0136	14.8155	8.2633	13.7551	7.6718	12.8205	7.1506	11.4705	6.3976
27	23.3365	718.8705	19.8764	11.0860	17.5304	9.7775	15.6467	8.7269	14.3190	7.9863	13.2572	7.3941	12.4539	6.9461	11.0544	6.1655
28	24.3261	786.8717	20.2696	11.3053	17.4383	9.7261	15.4111	8.5955	13.9895	7.8026	12.7633	7.1187	12.0478	6.7196	11.0872	6.1838
29	24.4274	1447.4554	20.2335	11.2851	17.4275	9.7201	15.4547	8.6198	14.0609	7.8424	12.9662	7.2318	12.1292	6.7650	11.2065	6.2504
30	25.1840	1816.6051	20.4915	11.4290	17.3296	9.6655	14.9257	8.3247	13.4714	7.5136	12.4335	6.9347	11.8233	6.5944	11.2505	6.2749

Anova: fator único

Constante dielétrica

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Nectandra dioica	30	173.0681815	5.768939383	0.030396367
Terminalia glabrescens	30	191.5295312	6.384317706	0.009382433
Viola michelii	30	157.116683	5.237222766	0.002220462
Tachigali myrmecophila	30	163.2518747	5.441729157	0.009371706
Eucaliptus saligna	30	160.8839696	5.362798986	0.382624876
Sclerolobium paniculatum	30	195.7625904	6.52541968	0.207477828

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	45.11373904	5	9.022747808	84.39393414	1.13854E-44	2.266061709
Dentro dos grupos	18.6027365	174	0.106912279			
Total	63.71647554	179				