



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

SIMILARIDADE ENTRE ESPÉCIES DE Eucalyptus sp. POR MEIO DO DIÂMETRO DE VASOS

Dayane Oliveira Lima¹
João Vicente de Figueiredo Latorraca¹
Fernando Gomes²
Thayanne Neto³
Glacyianne Santos¹
José Henrique Camargo Pace¹
Jonny Paz Castro⁴
Leif Armando Portal Cahuana⁵

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

² Departamento de Produtos Florestais / Instituto de Floresta / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

³ Escola de Engenharia / Universidade Federal Fluminense

⁴ Instituto de Florestas / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

⁵ Industria Forestal / Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente / Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

SIMILARIDADE ENTRE ESPÉCIES DE *Eucalyptus sp.* POR MEIO DO DIÂMETRO DE VASOS.

Resumo: A caracterização anatômica da madeira proporciona seu melhor conhecimento e uma das características fundamentais na estrutura anatômica das madeiras de folhosas é a presença de vasos. Há a necessidade de analisar comparativamente a estrutura macro e microscópica das madeiras, visando caracterizar grupos de espécies com anatomia semelhante e, dentro de cada grupo, verificar as diferenças que possibilitam a separação de cada uma das espécies. O presente trabalho teve como objetivo agrupar espécies de eucalipto de acordo com as similaridades dos diâmetros de vasos. Os corpos-de-prova foram obtidos a partir de dez amostras provenientes de xiloteca e foram confeccionados cortes histológicos para análise anatômica. A espécie de *E. robusta* apresentou a maior média (172,65 μm) enquanto a de *E. trabuti* apresentou a menor média (58,14 μm), sendo significativamente diferente de todas as outras espécies. A partir do modelo de distância Euclidiana, as espécies foram divididas em cinco grupos, de acordo com o diâmetro de vasos. Observou-se também que o grupo à direita é formado pelas espécies cujo diâmetro tangencial dos vasos é maior: *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus resinifera* e *Eucalyptus viminalis*. E à esquerda as espécies com menores diâmetros: *Eucalyptus populifolia*, *Eucalyptus longifolia*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus trabuti*, *Eucalyptus robusta* *Eucalyptus goniocalyx* e *Eucalyptus acervula*.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, similaridade, diâmetro de vasos.

SIMILARITY BETWEEN SPECIES OF *Eucalyptus sp.* THROUGH THE VESSEL DIAMETER.

Abstract: The anatomical characterization of wood provides the best knowledge and one of the fundamental characteristics in the anatomical structure of hardwoods is the presence of vessels. It is necessary to analyze comparatively the macro and microscopic structure of the woods, aiming to characterize groups of species with similar anatomy and, within each group, verify the differences that allow the separation of each species. The objective of this study was to group ten species of eucalyptus according to the similarities of the vessel diameters. The samples were obtained from ten wood collection and histological sections were prepared for anatomical analysis. The species of *E. robusta* showed the highest average (172.65 μm) while that of *E. trabuti* presented the lowest mean (58.14 μm), being significantly different from all other species. From the Euclidian distance model, the species were divided into five groups, according to vessel diameter. It was also observed that the right group was formed by the species whose tangential diameter of the vessels is larger: *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus resinifera* and *Eucalyptus viminalis*, and to the left group the species with smaller diameters: *Eucalyptus populifolia*, *Eucalyptus longifolia*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus trabuti*, *Eucalyptus robusta* *Eucalyptus goniocalyx* and *Eucalyptus acervula*.

Keywords: *Eucalyptus*, similarity, vessel diameter.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

1. INTRODUÇÃO

O nome eucalipto deriva do grego: *eu* (= bem) e *kalipto* (= cobrir), referindo-se à estrutura globular arredondada de seu fruto, caracterizada pela tampa que protege as suas sementes. Pertence à família *Myrtaceae* e é nativo da Austrália, onde cobre 90% da área do país, formando densos maciços florestais nativos. O Serviço Florestal da Austrália já identificou 670 espécies. Além do elevado número de espécies, existe um número muito grande de variedades e híbridos (MARTINI, 2010).

O eucalipto se reproduz predominantemente por alogamia, apresentando flores hermafroditas e protândricas, sendo os insetos responsáveis por sua polinização (FONSECA et al., 2010). De um modo geral, possui rápido crescimento e produtividade, sendo utilizado nos mais diversos ramos florestais, tais como: produção de celulose e papel, geração de energia, biorredutor na siderurgia, manufatura de painéis à base de madeira reconstituída, obtenção de madeira roliça, produção de sólidos madeiráveis a partir de serrados e laminados (PALUDZYSZYN FILHO e SANTOS, 2011).

No ano de 2013, a área plantada com árvores no Brasil atingiu 7,60 milhões de hectares, representando um crescimento de 2,8% em comparação com os 7,39 milhões de hectares de 2012. Desse total, 72% foram destinados aos plantios de eucalipto (PÖYRY, 2015).

A anatomia da madeira é o ramo da botânica que estuda o xilema (BURGER e RICHTER, 1991). Uma das aplicações da anatomia consiste em identificar e classificar indivíduos com base em caracteres anatômicos, tais como: vasos, fibras, traqueídeos, parênquima axial e radial (DADSWELL, 1939). O conhecimento prévio dos elementos celulares que compõem o lenho arbóreo é imprescindível para a caracterização anatômica das espécies florestais (TOMAZELLO FILHO, 2002).

As dimensões, proporções e arranjo dos vários tipos de células formam um modelo estrutural característico para cada espécie. A caracterização anatômica da madeira proporciona seu melhor conhecimento e direciona de forma mais segura e adequada sua utilização para os diversos fins (OLIVEIRA et al., 2006). Uma das características fundamentais na estrutura anatômica das madeiras de folhosas, como eucalipto, é a presença de vasos. Nas fábricas de polpa celulósica, os vasos favorecem a impregnação dos cavacos pelo licor de cozimento, facilitando a degradação e remoção de lignina (COLODETTE & GOMES, 2015).

Oliveira (1997) reportou que o volume dos vasos e as fibras são fatores importantes nas propriedades físicas e mecânicas da madeira em diferentes eucaliptos. Os vasos que possuem elevada dimensão e com paredes delgadas são estruturas que proporcionam baixa resistência mecânica da madeira (BRAZ, 2014).

Segundo FILHO (1985), as madeiras de grande número de espécies de eucalipto não apresentam diferenças marcantes em suas características anatômicas que permitam uma identificação rápida e segura. Há necessidade de analisar comparativamente a estrutura macro e microscópica das madeiras, visando caracterizar grupos de espécies com anatomia semelhante e, dentro de cada grupo, verificar as diferenças que possibilitam a separação de cada uma das espécies. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo agrupar as espécies de acordo com as similaridades para diâmetro de vasos.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção do material

Para a realização deste estudo, foram retiradas amostras (Tabela 1) da Xiloteca do Laboratório de Anatomia da Madeira no Departamento de produtos Florestais, localizado no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Tabela 1. Espécies utilizadas no presente estudo, assim como sua procedência e número de registro na xiloteca

Espécie	Procedência	Nº de registro da xiloteca
<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	São Paulo	1504
<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.	D. Federal	176
<i>Eucalyptus longifolia</i> Linkl.	D. Federal	99
<i>Eucalyptus acervula</i> Hook.	São Paulo	2311
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith.	D. Federal	351
<i>Eucalyptus globulos</i> Labill.	São Paulo	2283
<i>Eucalyptus goniocalyx</i> F. Meu.Iler	São Paulo	2314
<i>Eucalyptus populifolia</i> Desf.	São Paulo	2291
<i>Eucalyptus trabutii</i> Vilm.	São Paulo	2292
<i>Eucalyptus resinifera</i> Smith.	São Paulo	1498

2.2. Preparo das amostras e confecção de lâminas histológicas

Para cada exemplar da Xiloteca utilizado as quais são compostas por madeira de cerne, foi retirada uma amostra para a obtenção dos corpos de prova. A partir destas, foram obtidos corpos de prova com dimensões de 1x1x2cm, orientados conforme seus planos de corte. Posteriormente, tais corpos de prova foram utilizados para as análises das características anatômicas.

Os corpos de prova foram mantidos em água destilada visando o amolecimento dos mesmos para facilitar a obtenção dos cortes histológicos. Os blocos foram seccionados, por meio de micrótomo de deslize *Carl Zeiss Hm 450*, obtendo-se cortes transversais com, aproximadamente, 15 µm de espessura.

Após o seccionamento, os cortes foram submetidos ao processo de clarificação com cloro até que estivessem totalmente clarificados, posteriormente, passaram pela coloração com a safranina, o que possibilitou uma melhor visualização dos elementos anatômicos no microscópio.

Todas as mensurações foram realizadas de acordo com os padrões estabelecidos pela IAWA (1989) e analisadas por meio de microscópio conectado ao *software analiSIS getIT*. As imagens foram mensuradas utilizando o *software ImagemPro*.

Visando mapear as distâncias entre as referidas espécies de *Eucalyptus* sp. com base nesta característica em destaque, utilizou-se a técnica multivariada Escalonamento Multidimensional (EMD). Para tal, utilizou-se o algoritmo ALSCAL e realizou-se a investigação do EMD em duas dimensões, por meio do software estatístico SPSS 15.0.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





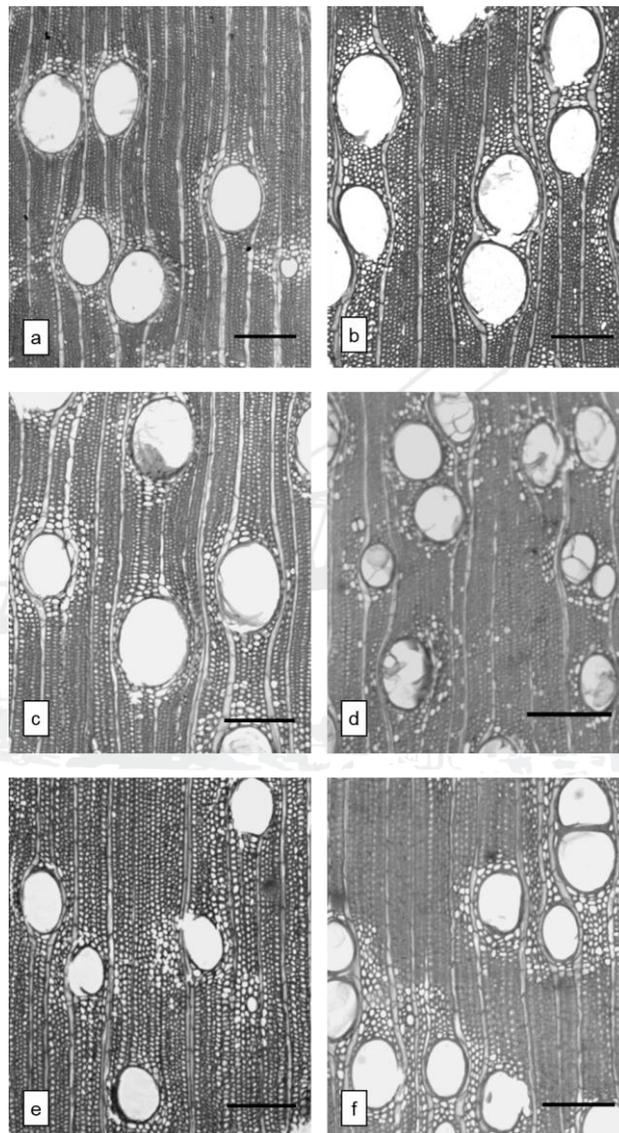
III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características anatômicas dos vasos

A análise dos cortes transversais das espécies de *Eucalyptus* estudadas (Figura 2) indicou uma distinção clara no que diz respeito ao diâmetro dos vasos. Os valores médios para tal característica encontram-se na tabela 2.



REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

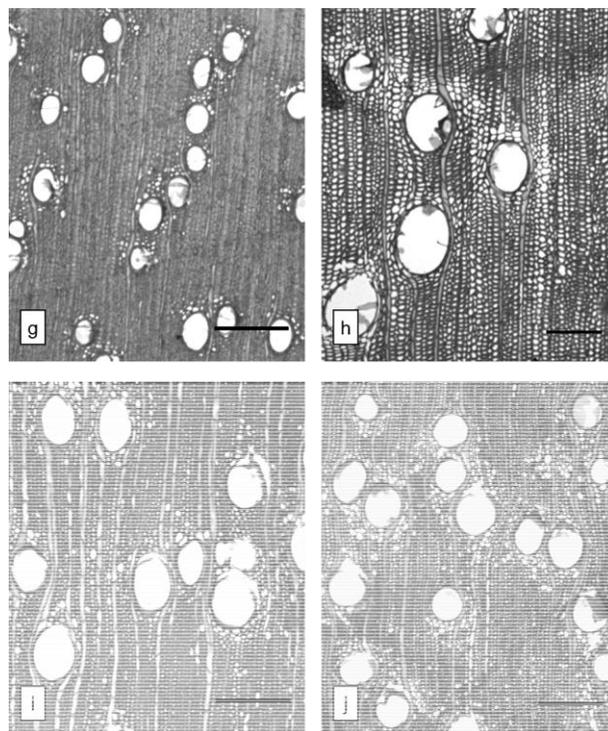


Figura 2. Cortes histológicos transversais das 10 espécies estudadas no presente trabalho. Onde: (a) *Eucalyptus saligna*, (b) *Eucalyptus resinifera*, (c) *Eucalyptus viminalis*, (d) *Eucalyptus populifolia*, (e) *Eucalyptus longifolia*, (f) *Eucalyptus globulus*, (g) *Eucalyptus trautii*, (h) *Eucalyptus robusta*, (i) *Eucalyptus gonicalyx*, (j) *Eucalyptus acervula*.

Tabela 2. Valores médios das características anatômicas de diâmetros de vasos das 10 espécies estudadas no presente trabalho

Espécie	Diâmetro Tangencial dos Vasos (μm)
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith.	157,53 _(19,60) ab
<i>Eucalyptus resinifera</i> Smith.	165,89 _(24,39) a
<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	172,58 _(41,57) a
<i>Eucalyptus populifolia</i> Desf.	97,57 _(17,25) b
<i>Eucalyptus longifolia</i> Linkl.	103,31 _(29,22) b
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	114,03 _(21,98) b
<i>Eucalyptus trautii</i> Vilm.	58,14 _(11,15) c
<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.	172,65 _(24,79) a
<i>Eucalyptus gonicalyx</i> F. Meu	82,13 _(17,79) bc
<i>Eucalyptus acervula</i> Hook.	88,54 _(13,66) bc

Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis.

Sousa (2004) encontrou valores para diâmetro tangencial em *Eucalyptus* entre 119,57 μm e 120,74 μm . Observamos no presente estudo que os valores para as

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

espécies variaram de 58 μm à 172 μm . No entanto, apenas o *Eucalyptus longifolia* e *E. globulus* se encontram dentro da faixa citada anteriormente pelo autor.

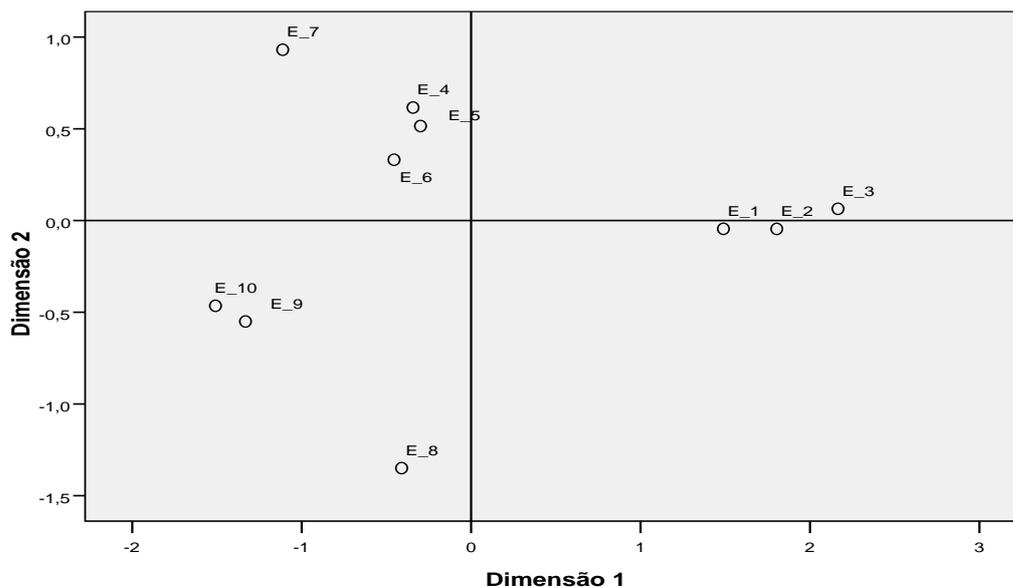
E. robusta apresentou a maior média (172,65 μm). Já o *E. trabutii* apresentou a menor média (58,14 μm), sendo significativamente diferente de todas as outras espécies.

Em geral, existem cerca de 3 a 25 vasos ou poros por mm^2 de seção transversal do xilema dos eucaliptos. Algumas espécies possuem mais vasos que outras. Existe também muita variação entre as dimensões desses elementos de vaso, mas na sua maioria, esses vasos possuem diâmetro (ou largura) entre 60 a 250 μm e comprimento entre 200 a 600 μm . Definitivamente, são elementos robustos e largos, quando comparados com elementos de vasos de outras folhosas. As madeiras de bétulas (*Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Betula papyrifera*), por exemplo, possuem elementos de vasos mais estreitos (60 a 90 μm) e longos (400a 700 μm) (FOELKEL, 2007).

3.2. Análise Estatística

A figura 3 apresenta a representação gráfica das espécies de eucalipto no espaço bidimensional, onde os pontos representam cada espécie de eucalipto estudada para a característica quantitativa “diâmetro de vasos”. Pontos próximos um do outro indicam espécies cujos vasos apresentam diâmetros semelhantes, enquanto que pontos afastados um do outro indicam espécies cujos vasos apresentam diâmetros distintos.

Modelo de distância Euclidiana



REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Figura 3: Mapa Perceptual Representação gráfica das 10 espécies de *Eucalyptus* em um espaço bidimensional, onde os pontos representam as espécies utilizadas neste estudo. Onde: (E_1) *Eucalyptus saligna*, (E_2) *Eucalyptus resinifera*, (E_3) *Eucalyptus viminalis*, (E_4) *Eucalyptus populifolia*, (E_5) *Eucalyptus longifolia*, (E_6) *Eucalyptus globulus*, (E_7) *Eucalyptus trabutii*, (E_8) *Eucalyptus robusta*, (E_9) *Eucalyptus goniocalyx*, (E_10) *Eucalyptus acervula*.

Observa-se que, quanto ao diâmetro de vasos, as espécies foram divididas em cinco grupos. Analisando apenas a primeira dimensão, podemos observar que do lado direito temos apenas um grupo que é formado pelas espécies 1, 2 e 3 as quais apresentam as maiores médias de diâmetros dos vasos, respectivamente de 157,53µm; 165,87µm e 172,58 µm. À esquerda temos duas espécies que se comportaram de forma isolada, uma delas é o *Eucalyptus robusta* com uma média de 172,65µm, assim como a espécie 7, representado pela espécie *Eucalyptus trabutii*, que apresentou diâmetro de 58,14µm. Os outros dois grupos são formados pelas espécies 4, 5, 6 e 10 e 9, os quais apresentaram valores intermediários para os valores de diâmetros analisados e não diferiram entre si. Observa-se então que a primeira dimensão pode ser dividida em dois grupos, à direita o grupo formado pelas espécies cujo diâmetro tangencial dos vasos é maior, e à esquerda as espécies com menores diâmetros.

De forma geral, o padrão de distribuição das espécies de acordo com a similaridade dos diâmetros dos vasos, indicou 3 agrupamentos, com valores de diâmetros baixos, intermediários e altos. No entanto, duas espécies se comportaram de forma isolada das demais, pois não compartilharam diâmetros com valores similares às demais, dentre as espécies está o *Eucalyptus trabutii* que apresentou vasos com os menores diâmetros em relação as demais espécies, assim como o *Eucalyptus robusta* que apresentou vasos com maiores diâmetros, desta forma temos então dimensões diferenciadas para a característica anatômica em questão.

A figura 4, apresenta o gráfico de resíduos para a análise visual da qualidade do ajuste.

As condições ambientais e de sobrevivência dos indivíduos tem influência na morfologia deste indivíduos, principalmente quando relacionada com as características anatômicas. Cada indivíduos se comporta de forma diferente em determinada estrutura e desenvolve condições de sobrevivência para elas, assim como Pinheiro (1999) afirma que condições ambientais constituem grande pressão seletiva sobre as plantas, pois podem provocar alterações de caráter morfológico e estrutural, levando inicialmente indivíduos e, por fim, espécies a se adaptarem ao ambiente. E a ação desses fatores ecológicos, que determinam a diversidade e especialização anatômica da madeira, pode ser verificada de diversas formas.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Gráfico de Resíduos

Scatterplot of Linear Fit

Euclidean distance model

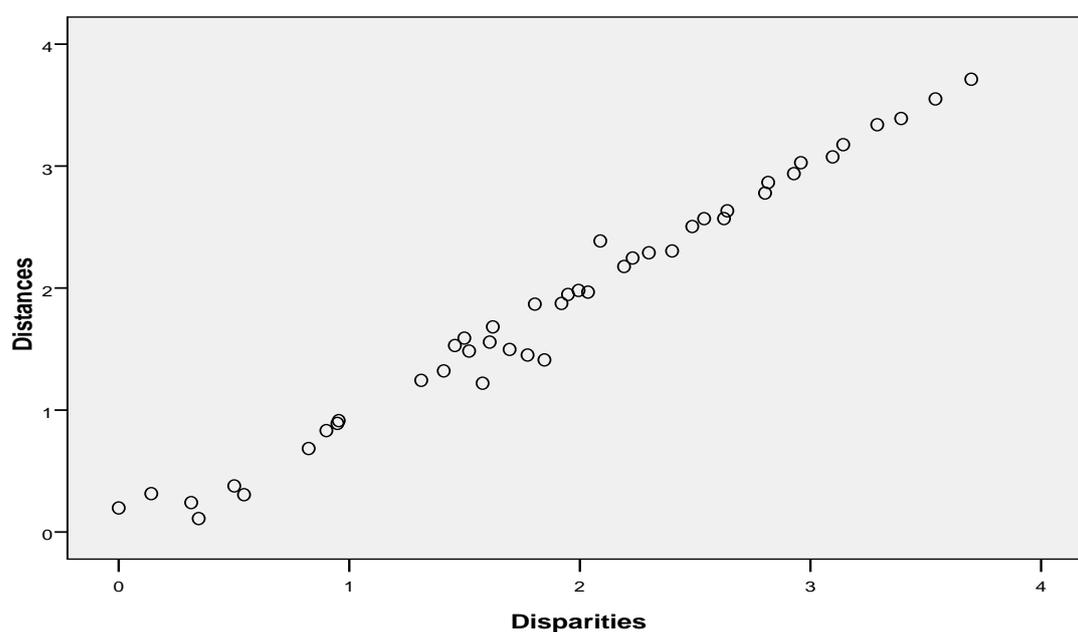


Figura 4: Análise Visual da Qualidade do Ajuste

O diagrama de dispersão no gráfico 2, exibe as disparidades (*distâncias estimadas* e constantes no mapa perceptual) no eixo das abscissas e as distâncias reais no eixo das ordenadas. As distâncias estimadas e observadas estão bem ajustadas, uma vez que os pontos do gráfico de dispersão têm a imagem de uma reta e forma um ângulo de aproximadamente 45° com a abscissa. Observando, desta forma, um bom ajustamento dos dados ao mapa perceptual.

4. CONCLUSÕES

Por meio deste estudo, pôde-se concluir que:

Os diâmetros dos vasos das dez espécies de *Eucalyptus* estudadas apresentaram variações expressivas. *E. robusta* apresentou a maior média ($172,65 \mu\text{m}$), já a espécie *E. trauti* apresentou a menor média ($58,14 \mu\text{m}$), sendo significativamente diferente de todas as outras espécies.

De acordo com o mapa perceptual, observou-se que, quanto a média do diâmetro de vasos, as espécies foram divididas em cinco grupos.



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

O grupo 1 variou de 173,58 μm a 157,53 μm , enquanto o grupo 2 de 114 μm a 97,57 μm . O grupo 3, representado por uma única espécie, obteve média de 172,65 μm . Já o grupo 4, formado por duas espécies variou de 88,54 μm a 82,13 μm . Por fim, o grupo 5 apresentou uma única espécie com diâmetro médio de 58,14 μm .

O diagrama de dispersão comprovou que as distâncias estimadas e observadas estão bem ajustadas, uma vez que os pontos do gráfico de dispersão têm a imagem de uma reta.

As dimensões dos vasos, assim como a frequência destes elementos, varia de acordo com a espécie, com os fatores que a envolvem como as condições ambientais, idade das árvores, posição de coleta do material no fuste, desta forma, cada indivíduo estudado no presente trabalho apresenta sua particularidade, porém, este trabalho não consisti no desenvolvendo um estudo de anatomia ecológica, mas sim de identificação da madeira para conhecer as semelhanças e as diferenças entre características dos vasos das espécies

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURGER, M. L. & RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel. 1991. 154p.

COLODETTE, J.; GOMES, F. J. B. Branqueamento de Polpa Celulósica: Da produção da polpa marrom ao produto acabado. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. v. 1. 816p

DADSWELL, H. E. The role of Wood Anatomy in Forest Botany. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, v. 12, n. 1, p. 237–242, 1939.

FILHO M.T. **Estrutura anatômica da madeira de oito espécies de Eucalipto cultivadas no Brasil**. Piracicaba: IPEF n.29, 1985 p.25-36.

FOELKEL, C., Elementos de Vaso e Celuloses de Eucalipto. **Eucalyptus onlineBook&Newsletter**. Abril, 2007. Disponível em <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT04_vasos.pdf>. Acesso em 24/04/2017.

FONSECA, S. M. et al. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2010.

IAWA, C. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Journal**, v. 101, n. 10, p. 219–232, 1989.

MARTINI, Augusto, **A Introdução do Eucalipto no Brasil Completa 100 Anos**, Disponível em: <<https://tudosobreplantas.wordpress.com/>> Acesso em 5 de abril de 2017.

OLIVEIRA, J. T. S. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. 1997. 2v. 439f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, 1997.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

OLIVEIRA, E.; VITAL, B.R.; PIMENTA, A.S.; DELLA LUCIA, R.M.; LADEIRA, A.M.M.; CARNEIRO, A.C.O. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 311- 318, 2006.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PINHEIRO, A. L. **Considerações sobre taxonomia, filogenia, ecologia, genética, melhoramento florestal e a fertilização mineral e seus reflexos na anatomia e qualidade da madeira**. Viçosa, Minas Gerais: SIF, 1999.

PÖYRY, C. EM G. E N. L. Anuário Indústria Brasileira de Árvores 2014. **Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015**, v. 1, p. 100, 2015.

SOUSA, L.C. - **Caracterização da madeira de tração em *Eucalyptus grandis* e sua influência na produção de polpa celulósica**. Tese (Pós graduação em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, UFV, Minas Gerais. 2004.

TOMAZELLO FILHO, M. Formação e anatomia da madeira: exercícios práticos. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 76 p.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

