

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Engenharia Florestal
Campus de Marabá – VIII – CCNT



Danielle de Oliveira Arakaki
Emilly Gracielly dos Santos Brito

Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta de árvores de *Cecropia* spp. de floresta natural na Amazônia.

Marabá
2019

Danielle de Oliveira Arakaki
Emilly Gracielly dos Santos Brito

**Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta de
árvores de *Cecropia* spp. de floresta natural na Amazônia.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito ao curso de Engenharia
Florestal, do Centro de Ciências Naturais e
Tecnologia, para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal da
Universidade do Estado do Pará.

Orientador: Dr. Luiz Eduardo de Lima Melo
Co orientador: Dr. Iêdo Souza Santos

Marabá
2019

Danielle de Oliveira Arakaki
Emilly Gracielly dos Santos Brito

Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta de árvores de *Cecropia* spp. de floresta natural na Amazônia.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito ao curso de Engenharia
Florestal, do Centro de Ciências Naturais e
Tecnologia, para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal da
Universidade do Estado do Pará.

Orientador: Luiz Eduardo de Lima Melo
Co orientador: Iêdo Souza Santos

Data de aprovação: / /

Banca examinadora:

Orientador

Prof. Luiz Eduardo de Lima Melo
Doutor em Ciência e Tecnologia da Madeira
Universidade do Estado do Pará – UEPA

Co orientador

Prof. Iêdo Souza Santos
Doutor em Engenharia de Produção
Universidade do Estado do Pará

Membro Colaborador

Prof. Paulo César Gomes Pereira
Mestre em Ciências Florestais
Universidade do Estado do Pará

Membro Colaborador

Prof. João Rodrigo Coimbra Nobre
Doutor em Ciência e Tecnologia da Madeira
Universidade do Estado do Pará

Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,
qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.

Chico Xavier

O talento desenvolve-se no amor que pomos no que fazemos.
Talvez até a essência da arte seja o amor pelo que se faz,
O amor pelo próprio trabalho.

Máximo Gorky

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, força, fé, coragem, paciência e por sempre ter estado em minha frente ao longo de toda a caminhada.

Em especial à minha mãe Maria Alves pelo amor imensurável, educação, carinho, admiração, incentivo e ajuda, não me deixando desistir em nenhum momento, e por nunca ter descreditado do meu potencial.

Ao meu pai Irineu Arakaki, meu anjo protetor, minha inspiração eterna, vou continuar honrando tudo o que me ensinou, e tudo o que você me mostrou que eu deveria ser.

Ao meu irmão Seitoku Arakaki por todo carinho, dicas de como apresentar, e todo suporte servindo de confiança e estímulo.

A toda família, Oliveira e Arakaki pelo carinho e confraternizações os quais sempre apostaram no meu sucesso, e que só tenho gratidão e amor.

Aos amigos de classe, pelo convívio. Que estiveram comigo nessa caminhada e na luta do dia-a-dia. De modo especial a Dáfilla Brito, Débora Santana e Gabriela Pires.

A minha parceira Emilly Brito por dividir comigo todos os desafios dessa pesquisa, dedicação, cumplicidade, paciência e todo suporte para que tudo ocorresse perfeitamente.

A Liga Acadêmica de Ciência e Tecnologia da Madeira e ao Laboratório de Ciência e Tecnologia da Madeira pelo papel fundamental na minha formação profissional e pela estrutura para a realização desta pesquisa. Com a contribuição de toda equipe, em especial Marielton Teixeira.

Ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira – NPQM da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ pela contribuição neste trabalho, em especial João Vicente Latorraca, Jonnys Castro e José Pace.

Ao grupo Arboris pela disponibilidade e por ter fornecido o material de estudo deste trabalho.

A todos os professores pelos ensinamentos, orientações, durante esses 5 anos, e de modo carinhoso ao Professor Javan Motta e meu co-orientador Iêdo Santos pela contribuição nesta pesquisa.

Ao meu orientador Luiz Eduardo pela oportunidade, confiança, ensinamentos, incentivo, paciência, compreensão, preocupação, conhecimentos e ideias compartilhadas, sendo um grande exemplo para mim, dentro da área da pesquisa.

A minha querida amiga Marta Trindade pela amizade, confiança e ao meu amor Maurício Ferrer, por toda paciência, sugestões, cumplicidade em todos estes momentos.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta realização na minha vida.

Muito obrigada, Danielle Arakaki.

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela vida, e por ter me dado forças para superar todos os obstáculos durante minha jornada na academia.

A minha mãe Elisângela pelo esforço de uma vida inteira para que eu pudesse cumprir essa etapa, por nunca ter descreditado e por toda sabedoria que me deu.

Ao meu pai Erivaldo por ter me acolhido como filha e ter me encorajado a lutar todos os dias, pela abdicação dos seus objetivos em prol dos meus, por todo amor e paciência.

Ao meu pequeno irmão Enzho por todo carinho e atenção, e por ter se tornado motivo dos meus esforços.

Aos amigos de classe com quem compartilhei aflições, medos e vitórias, de modo especial a Jade Farinha, Dáfilla Brito e Débora Santana por todo apoio durante esses anos.

A minha parceira Danielle Arakaki por ter aceitado comigo todos os desafios dessa pesquisa, pela compreensão e pelo suporte.

A Liga Acadêmica de Ciência e Tecnologia da Madeira e ao Laboratório de Ciência e Tecnologia da Madeira pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa com a contribuição da equipe, em especial Marielton Teixeira.

Ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira – NPQM da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ pela contribuição neste trabalho, em especial João Vicente Latorraca, Jonnys Castro e José Pace.

Ao grupo Arboris pela disponibilidade e por ter fornecido o material de estudo deste trabalho.

A todos os meus professores pelos ensinamentos durante este período, e de modo carinhoso ao Professor Javan Motta e meu co-orientador Iêdo Santos pela contribuição nesta pesquisa.

Ao meu orientador Luiz Eduardo pela oportunidade de aprender e me desenvolver profissionalmente junto a sua equipe, pela paciência, e por ter instigado em mim o desejo pela pesquisa.

Muito obrigada, Emily Brito.

RESUMO

ARAKAKI, Danielle de Oliveira; BRITO, Emily Gracielly dos Santos. **Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta de árvores de *Cecropia* spp. de floresta natural na Amazônia.** 2019. 36 fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Pará, Marabá-PA, 2019.

O Bioma Amazônico é caracterizado por apresentar grande biodiversidade florística, concentrada ao longo de sua extensão territorial que abrange diversos estados brasileiros. Tais características potencializam o uso de seus recursos naturais, principalmente das espécies florestais, que fomentam e abastecem o mercado madeireiro. Entretanto, o conhecimento tecnológico de algumas espécies ainda tem sido um grande gargalo para a utilização destas de forma mais produtiva, pois, este fator é fundamental para o entendimento das propriedades físicas e destinação apropriada do material. Considerando a variabilidade biológica que a região apresenta, sabe-se o número de estudos voltados para as propriedades tecnológicas da madeira de espécies amazônicas ainda é muito baixo, e diante disso, o propósito desse trabalho foi verificar a presença de madeira adulta e a zona de transição entre os lenhos juvenil e adulto das espécies *Cecropia distachya* Huber e *Cecropia sciadophylla* Mart oriundas de floresta natural, analisar a variação radial dos parâmetros das fibras e determinar a densidade aparente. Para isto, foram utilizadas quatro árvores de cada espécie, coletadas na Fazenda Shet de propriedade do Grupo Arboris, no município de Dom Eliseu, Pará, Brasil. Das quais foram confeccionados corpos de prova com dimensão de 0,5 cm (tangencial e radial) e 1 cm (longitudinal) para mensuração dos parâmetros das fibras, dos quais foi utilizado o comprimento para delimitação da zona de transição entre os lenhos. Para a determinação da densidade por densitometria foram feitos corpos de prova com 2 cm de largura e 2 mm de espessura. Após a determinação da zona de transição, todos os parâmetros anatômicos e físicos avaliados foram então comparados estatisticamente, separadamente por lenho. Observou-se que apesar de ainda não atingirem o Diâmetro Mínimo de Corte estabelecido para espécies amazônicas, as espécies avaliadas começaram a apresentar madeira adulta a partir de 3,76 cm de distância da medula. Após o ponto de transição, verificou-se menor coeficiente de variação do comprimento das fibras e da espessura da parede das fibras em ambas as espécies. Para a propriedade física avaliada a densidade aparente da madeira adulta foi maior quando comparada com a juvenil, com valores médios de 0,515 g.cm³ e 0,358 g.cm³ para as espécies.

Palavras-chave: Anatomia, fibra, câmbio, variação, densidade.

ABSTRACT

ARAKAKI, Danielle de Oliveira; BRITO, Emily Gracielly dos Santos. **Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta de árvores de *Cecropia* spp. de floresta natural na Amazônia.** 2019. 36 fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Pará, Marabá-PA, 2019.

The Amazon Biome is shown to have great floristic biodiversity, concentrated along its territorial extension. These characteristics enhance the use of its natural resources, mainly forest species, which favor and benefit the timber market. However, the anatomical knowledge of some species has still been a major bottleneck for the use of these more productive forms, since it is fundamental for the understanding of the physical and mechanical properties of the material. It is known that the number of studies aimed at the technical characteristics of the wood of Amazonian species is still very low, considering a biological variability that a region presents. Therefore, the purpose of this work is to verify the presence of adult wood and the point of transition between juvenile and adult wood of the species *Cecropia distachya* Huber and *Cecropia sciadophylla* Mart from natural forest, analyze the radial variation of the anatomical elements and determine the density apparent. For this, four trees of each species, were collected at Shet Farm owned by the Arboris Group, in the municipality of Dom Eliseu, Pará, Brazil. Which they were prepared were test specimens with dimensions of 0,5 cm (tangencial and radial) and 1 cm (longitudinal) for measuring fiber parameters, and these were used to scale the boundary of the transition zone. For the determination of density by densitometry, specimens 2 cm wide and 2 mm thick were made. After the determination of the transition zone, all the anatomical and physical parameters evaluated were then statistically compared, separately by wood. It was observed that, although they did not reach the Minimum Cutting Diameter established for Amazonian species, the evaluated species began to present adult wood from 3.76 cm from the marrow. After the transition point, the coefficient of variation of the fiber length and the wall thickness of the fibers in both species was verified. For the physical property evaluated the apparent density of the adult wood was higher when compared to the juvenile, with average values of 0.515 g.cm³ and 0.358 g.cm³ for the species.

Keywords: Anatomy, fiber, cambium, variation, density.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo Geral.....	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. REFERENCIAL TEÓRICO	2
3.1. O gênero <i>Cecropia</i>	2
3.2. Madeira juvenil e adulta	4
3.3. Densidade da madeira	5
3.3.1. Densidade aparente da madeira por raios X.....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	6
4.1. Área de Estudo.....	6
4.2. Preparo das amostras	7
4.2. Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta	8
4.3. Determinação da densidade aparente.....	9
4.4. Análises Estatísticas.....	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5.1. Comparação da densidade aparente entre as espécies	10
5.2. Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras de <i>Cecropia distachya</i> e <i>Cecropia sciadophylla</i>	11
5.3. Delimitação entre madeira juvenil e adulta	13
5.4. Comparação entre a densidade aparente das madeiras juvenil e adulta.....	16
5.5. Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras juvenil e adulta	17
5.6. Efeito da dimensão das fibras na densidade das madeiras juvenil e adulta de <i>Cecropia</i> spp.	18
6. CONCLUSÃO	20
7. REFERÊNCIAS	21

1. INTRODUÇÃO

A bacia amazônica é detentora da maior extensão de floresta tropical manejada do mundo, abriga uma hiperdiversidade de plantas e um repositório de serviços biológicos com alto potencial de utilização (CARDOSO et al. 2017), além de suprir parte significativa do mercado florestal madeireiro do Brasil e do mundo (HUMMEL et al., 2010).

Apesar dos avanços na pesquisa florestal e da adoção de práticas de redução de impacto nas colheitas, o atual sistema de manejo aplicado na Amazônia ainda é questionado, principalmente com relação ao estoque remanescente para colheitas futuras e a manutenção das espécies manejadas (PEÑA-CLAROS et al., 2008; SCHWARTZ et al. 2017).

Aumentar o potencial econômico da exploração florestal madeireira na Amazônia a partir de práticas de manejo modernas e mais eficientes e principalmente aumentar o número de espécies arbóreas potencialmente exploradas, ampliando o conhecimento da qualidade de suas madeiras, são iniciativas que podem mudar o cenário atual de desmatamento e o baixo nível econômico de uso da terra na Amazônia.

Há pouca informação disponível sobre a diversidade arbórea da Amazônia, principalmente sobre as propriedades de suas madeiras e o potencial de utilização. Das 14.003 espécies de plantas registras para a bacia amazônica, cerca de 48% são de árvores que atingem DAP ≥ 10 cm (CARDOSO et al. 2017) e muitas dessas espécies não são exploradas por não atingirem o diâmetro mínimo de corte de 50 cm, conforme estabelece a Instrução Normativa 05 de 2015 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, para todas as espécies nativas.

A Colheita de espécies que não atingem o diâmetro mínimo de corte estabelecido na legislação, é uma alternativa para um manejo florestal mais sustentável, pois permite inserção de florestas antropizadas no processo produtivo além de considerar ciclos, intensidades e diâmetros de corte, específicos para cada espécie ou grupos de espécies com características semelhantes (PEREIRA, 2015).

Entre as espécies que tem mostrado potencial de utilização estão as do gênero *Cecropia*. Antes consideradas invasoras indesejáveis (LAMPRECHT, 1990) e sem grande valor comercial, atualmente fazem parte do processo produtivo de indústrias de base florestal em algumas regiões da Amazônia. Para Heckler (2014) a baixa densidade da *Cecropia sp.* Facilita o processo de deslignificação, gera menor custo na picagem dos toretes e maior peso específico aparente da folha de celulose, enquanto Iwakiri et al (2010) consideraram que as árvores da espécie *Cecropia hololeuca* apresentam características viáveis para produção de painéis aglomerados.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar algumas propriedades e determinar a formação de madeira adulta em árvores de *Cecropia sciadophylla* Mart e *Cecropia distachya* Huber (Embaúba), provenientes de floresta natural da Amazônia.

2.2. Objetivos Específicos

Comparar a dimensão das fibras e a densidade aparente entre espécies de *Cecropia spp.*

Caracterizar o comportamento radial do comprimento das fibras e determinar as zonas de madeira juvenil e adulta dentro do fuste de árvores de *Cecropia spp.*

Comparar as propriedades das madeiras juvenil e adulta de de árvores de *Cecropia spp.*

Entender o efeito da dimensão das fibras sobre a densidade da madeira de *Cecropia spp.*

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O gênero *Cecropia*

O gênero *Cecropia* pertence à família Urticaceae, e é amplamente distribuído na região neotropical, essa região compreende a América Central, parte do sul do México e da península da Baja Califórnia, o sul da Flórida e as ilhas do Caribe e a América do Sul. Há possivelmente mais de 100 espécies, sendo que pelo menos 15 estão presentes na Amazônia brasileira (BERG, 1978).

As espécies que compõem o gênero *Cecropia* pertencem ao grupo ecológico das heliófilas efêmeras (FINEGAM 1992), e são também consideradas pioneiras, caracterizam-se por sua rápida colonização e ciclo de vida curto, variando entre 10 e 15 anos (MACIEL, 2003). Possui maior destaque na flora brasileira por ser típico de formações secundárias ou clareiras no interior de florestas (GAGLIOTI, 2011). Por isso, são de fundamental importância na sucessão ecológica e recuperação dos ecossistemas.

A madeira de *Cecropia* é considerada de baixa densidade, variando entre 0,388 g/cm³ a 0,430 g/cm³ e de baixa durabilidade (HECKLER, 2014). No entanto, estudos tem destacados seu potencial para utilização na produção de lâminas, compensados, painéis aglomerados, celulose e papel, mostrando resultados tecnicamente viáveis com o desenvolvimento de novas tecnologias de processamento (IWAKIRI, 2010).

Embora as espécies do gênero *Cecropia* sejam encontradas em abundância nos estados do Amapá, Pará, Roraima, Amazonas, Rondônia e Acre, quando comparada com outras espécies também pioneiras e de baixa densidade como o *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Paricá), sua madeira não possui grande valor comercial. Tal fator ocorre em função do seu uso final, que restringe-se a confecção de artefatos de baixo custo, tais como: flutuadores, jangadas, caixotes, palito de fósforo e instrumentos musicais (CORRÊA, 1984).

A viabilidade do uso da madeira de espécies do gênero *Cecropia* de forma mais produtiva, está atrelada principalmente a sua vasta distribuição no território amazônico e alta capacidade de desenvolvimento em diferentes áreas perturbadas, que dispõe de grande disponibilidade de luz solar. Entretanto, a carência de conhecimentos sobre suas estruturas anatômicas tem sido um grande obstáculo para a expansão do seu uso, pois sabe-se que a recomendação de madeiras de espécies nativas está limitada a ausência de informações tecnológicas.

Com relação a produtos não madeireiros, algumas espécies podem ser utilizadas na produção de cosméticos e na medicina popular com potencial antifúngico e no combate da hipertensão e obesidade (GAGLIOTI, 2014), além de características antioxidantes.

3.2. Madeira juvenil e adulta

A madeira por ser originário de um sistema biológico complexo apresenta variações tanto no sentido radial quanto no sentido longitudinal. Pode-se observar essas variações no comprimento das fibras, no diâmetro das células, na espessura da parede celular, na porcentagem de elementos anatômicos, na densidade básica, entre outras características. Essas variações das propriedades da madeira no sentido da medula para a casca se apresentam em maiores ou menores magnitudes, dependendo da espécie e da idade (SILVA, 2007), em função de fatores ambientais e genéticos, bem como das suas interações (TREVISAN et al., 2013).

Desta forma, a diferença fundamental entre o lenho juvenil e adulto se dá pela variação das propriedades anatômicas da madeira (GATTO et al., 2008; RAMOS et al., 2011), na qual a madeira juvenil segundo Jankowski (1979) é definida como xilema secundário produzido durante a fase inicial da vida da árvore, caracterizada anatomicamente por um progressivo aumento nas dimensões e mudanças correspondentes na forma, estrutura e disposição das células nas sucessivas camadas de crescimento. Essa madeira também pode ser referida como aquela mais próxima da medula que, do ponto de vista tecnológico, é diferenciada da madeira adulta em diversas propriedades (CALONEGO et al., 2005), sejam elas propriedades físicas, químicas, mecânicas e anatômicas.

A madeira juvenil, de forma geral, caracteriza-se segundo PASSIALES & KIRIAZAKOS (2004) pela taxa de crescimento mais rápida, menor densidade e resistência mecânica, fibras curtas, paredes celulares mais finas, maiores ângulos microfibrilar, quando comparado com a madeira adulta.

A passagem do lenho juvenil para adulto é gradativa e muitas características, tais como comprimento das fibras, espessura da parede celular, massa específica, ângulo microfibrilar e resistência mecânica vão se modificando até atingirem uma certa estabilidade no lenho adulto (BENDTSEN, 1978). Apresentando assim melhor estabilidade e menor propensão a defeitos de secagem e no processamento mecânico (PALMA, 2010).

À vista disso, a estimativa da idade ou distância da medula em que ocorre a transição entre os lenhos juvenil e adulto da madeira de *Cecropia sciadophylla* Mart e *Cecropia distachya* Huber é de grande importância, visto que o manejo, a idade de corte e o processamento poderão ser ajustados de acordo com a qualidade do lenho almejada.

3.3. Densidade da madeira

Segundo Klock (2000), a madeira, que é composta por agregações de células vegetais, é uma das principais matérias-primas industriais. Apresenta características tais como anisotropia (propriedades distintas nos diferentes sentidos de crescimento), higroscopicidade (capacidade de perder ou adquirir umidade dependendo das condições ambientais) e variabilidade nas propriedades.

A variabilidade da madeira ocorre de diferenças estruturais desde a ultraestrutura da parede celular, às geográficas, sendo que a fonte de variação que ocorre dentro da árvore talvez seja a mais significativa (COWN, 1974).

Dentre as propriedades da madeira, a mais estudada é a densidade, pois é uma quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada a muitas características tecnológicas fundamentais para a produção e a utilização dos produtos florestais. Ela é considerada um dos parâmetros mais importantes entre as diversas propriedades físicas da madeira, pois afeta todas as suas demais propriedades. Seus efeitos, porém, são interativos e difíceis de serem avaliados isoladamente (SHIMOYAMA, 1990).

Em termos químicos, a densidade é reflexo da porcentagem dos diferentes constituintes que são celulose, hemicelulose, lignina e extrativos. É influenciada também pelas dimensões dos elementos anatômicos como comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lúmen das fibras (PANSIN e ZEEUW, 1970).

Segundo Dias (2000) dependendo da condição de umidade da amostra, a densidade pode ser descrita de várias formas. As duas formas mais usuais de determinação são a densidade básica e a densidade aparente. A primeira forma, densidade básica, relaciona a massa da madeira completamente seca em estufa, com o seu respectivo volume saturado, ou seja, acima do ponto de saturação das fibras (PSF). A segunda, que do ponto de vista prático, é maior o interesse na sua determinação, devido ao fato desta ter influência da porosidade da madeira, é feita com determinação de massa e volume a um mesmo valor de teor de umidade, para as condições internacionais é de 12%.

3.3.1. Densidade aparente da madeira por raios X

Para a determinação da densidade da madeira, alguns métodos são utilizados e entre esses, vem ganhado espaço a densitometria por raios X. Nos últimos anos, as pesquisas com o método se desenvolveram muito, juntamente com a incorporação de técnicas computacionais na leitura dos filmes radiográficos (TOMAZELLO FILHO, 2008)

A utilização da densitometria de raios X, segundo Oliveira (1999), permite examinar as variações da densidade da madeira a pequenas distâncias, o que é impossível pelo método gravimétrico convencional, obtendo-se gráficos do padrão de variação radial da densidade e proporcionando a avaliação do desenvolvimento das árvores de espécies diferentes e a seleção das que produzem madeira com densidade mais uniforme ou mais elevada.

A técnica da densitometria de raios X em madeiras para a determinação da sua densidade aparente foi implantada no Brasil por Amaral (1994), sendo importante ferramenta na avaliação da qualidade do lenho das árvores submetidas aos tratamentos silviculturais e variações climáticas, bem como para a caracterização tecnológica da madeira. A técnica possibilita, da mesma forma, a determinação da produção anual da biomassa do lenho e a sua relação com a estrutura anatômica (TOMAZELLO FILHO, 2005).

Polge (1978) destaca que a aplicação desta técnica em amostras do lenho permite construir, com alta precisão, o perfil da variação radial da densidade aparente de uma seção transversal do lenho e até de anéis de crescimento. A significativa quantidade de valores pontuais de densidade aparente do lenho, ao longo da direção medula-casca, necessita ser condensada e, na sequência, confeccionados os gráficos do perfil densitométrico para a sua interpretação, com possibilidade de correlacioná-los com parâmetros anatômico-físicoquímico, bem como com o efeito de variáveis, de origem climática, de manejo silvicultural ou tecnológica (KANOWSKI, 1985).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

Foram estudas árvores das espécies *Cecropia sciadophylla* Mart e *Cecropia distachya* Huber, provenientes de floresta natural manejada na Fazenda Shet, de propriedades do Grupo Arboris, no município de Dom Eliseu, Pará, Brasil. O município

pertence a Mesorregião do Sudeste do Estado do Pará, Brasil, que se encontra entre as latitudes 03°46,2'S e 04°37,11'S e longitudes 48° 23,4'W e 47°17,4'W (Figura 1). A vegetação predominante é do tipo Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 2004). A temperatura média é de 25,4 °C com precipitação anual de 2000 mm e estação chuvosa de fevereiro a abril. A altitude média na área de estudo é de 320 masl e o tipo de solo mais comum é o Latossolo Amarelo (VELOSO et al., 1991; SUDAM, 1993; EMBRAPA, 2006).

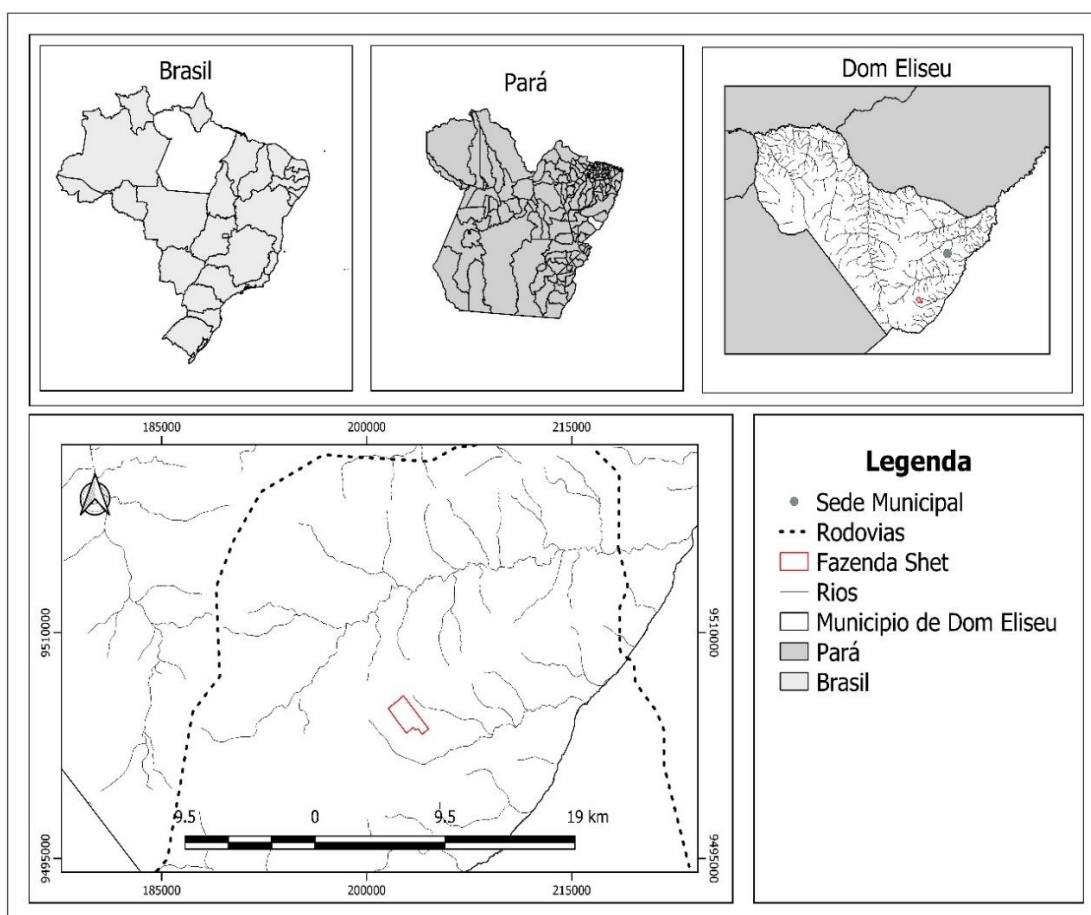


Figura 1 – Mapa de localização da área de coleta em Dom Eliseu, PA, Brasil.

4.2. Preparo das amostras

Oito árvores com diâmetro a 1,30 do solo superior a 25 cm, sem bifurcações ou deformidades aparentes, sendo quatro pertencentes a espécie *Cecropia sciadophylla* Mart e quatro a espécie *Cecropia distachya* Huber, foram selecionados para este experimento.

A partir das árvores selecionadas foi obtido um disco a 1,30 m do nível do solo com espessura de 7 cm. De cada disco foi obtido uma amostra diametral e que foi subdividida em duas subamostras, localizadas uma sobre a outra. Uma subamostra foi destinada estudo da variação radial do comprimento das fibras e determinação das zonas de madeira juvenil e adulta e outro foi destinada a determinação da densidade aparente por Microdensitometria de Raio X (Figura 2).

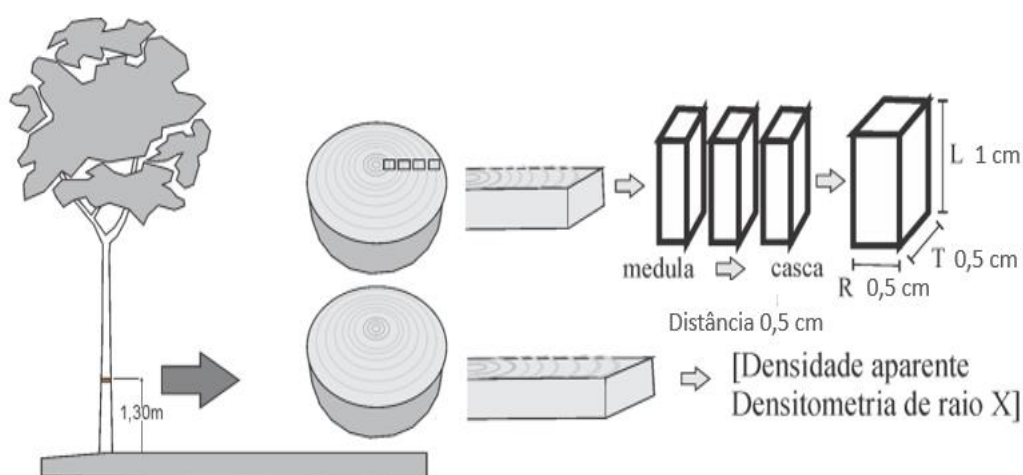


Figura 2 – Esquema de retirado dos discos, preparação das amostras e subamostras utilizadas no experimento. R = radial, T = tangencial, L = longitudinal.

4.2. Determinação das zonas de madeira juvenil e adulta

Das subamostras diametraais obtidas de cada árvore foram produzidos corpos de prova (Figura 2) com $0,5 \text{ cm}^2$ de área transversal e 1 cm de comprimento longitudinal. Foram obtidos sempre a cada 0,5 cm da medula em direção ao câmbio. Fez-se a medição do comprimento das fibras e por meio da análise visual de gráficos obtidos a partir da média deste parâmetro anatômico obtida de cada corpo de prova determinou-se o limite da zona de madeira juvenil no fuste das árvores (ZOBEL E VAN BUIJTENEN, 1989). Para mensuração das dimensões das fibras utilizou-se o método de maceração de Franklin (Franklin 1945, modificado por KRAUS AND ARDUIN 1997). Foram medidas 50 fibras para cada ponto amostrado sentido medula-câmbio, o processo de análise seguiu as recomendações da IAWA Committee (1989).

4.3. Determinação da densidade aparente

A densidade aparente foi determinada por microdensitometria de raio X. As amostras diametrais seccionadas, foram cortadas transversalmente em 2 mm de espessura e acondicionadas (21°C; 65%UR) até atingirem aproximadamente 12% de umidade. O perfil da densidade aparente do lenho das amostras foi obtida em microdensitômetro, modelo QTRS-01X Data Analyzer and Scanner (Quintek Measurement Systems - QMS). Foram obtidos os valores pontuais de densidade aparente a cada 0,5 cm ao longo da amostra. As análises foram realizadas no Laboratório do Núcleo de Pesquisa e Qualidade da Madeira da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – NPQM/UFRRJ (Figura 3).

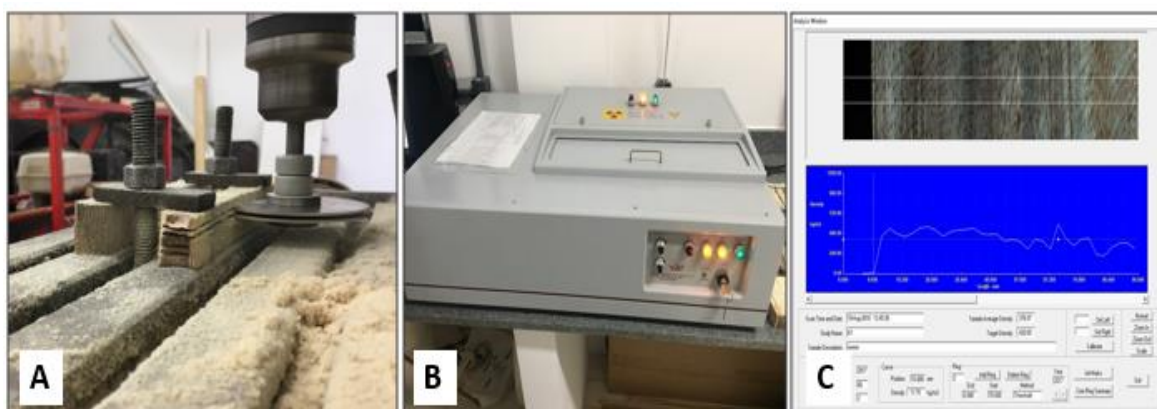


Figura 3 – Esquema de confecção dos corpos de prova e densidade aparente por microdensitometria de raio X.

4.4. Análises Estatísticas

De forma preliminar à análise estatística, foi realizado o teste de homogeneidade de variância (teste Bartlett a 5% de significância) e analisada a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, para todos os parâmetros anatômicos e físicos avaliados. Para determinar o ponto de transição entre a madeira juvenil e adulta das árvores utilizou-se uma regressão por partes (utilizando o pacote segmented no software R). Para determinar se a regressão por partes foi o melhor modelo, foi feito o procedimento de seleção de modelos com base no critério de informação de Akaike (AICc), que consiste na comparação dos pesos e no valor do delta de cada modelo AICc em modelos com todas as combinações de variáveis possíveis (OCHOA-QUINTERO et al., 2015; MAGNAGO et al., 2015). A regressão por partes permitiu determinar se houve uma influência significativa da distância radial medula-câmbio sobre o comprimento das fibras e também identificar

qualquer ponto de interrupção discreto no comportamento radial das fibras que indica formação de madeira adulta ($p < 0,05$).

A partir da determinação dos limites de madeira juvenil e adulta no disco, a dimensão das fibras e densidade aparente da madeira foram comparados estatisticamente por meio de ajuste usando modelos lineares generalizados (GLM), assumindo uma distribuição de erro normal (no caso de a variável passar pelo teste Shapiro-Wilk a 5% de significância para a normalidade) ou gamma (no caso de falhar esse teste). As médias para as propriedades foram então comparadas por contraste de modelos. Essas análises foram interpretadas em um nível de significância de 5%. Portanto, níveis de significância inferiores a 5% indicam diferenças significativas entre lenho juvenil e adulto (aumento ou diminuição nos valores medidos). Todos os GLMs foram submetidos à análise residual, de forma a avaliar a adequação da distribuição de erros (CRAWLEY, 2002).

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software R, versão 3.0.1 (R Development Core Team, 2).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Comparação da densidade aparente entre as espécies

Observou-se que a madeira de *Cecropia distachya* ($0,43 \text{ g.cm}^{-3}$) apresentou densidade aparente 25% maior que a espécie *Cecropia sciadophylla* ($0,32 \text{ g.cm}^{-3}$) (Figura 4).

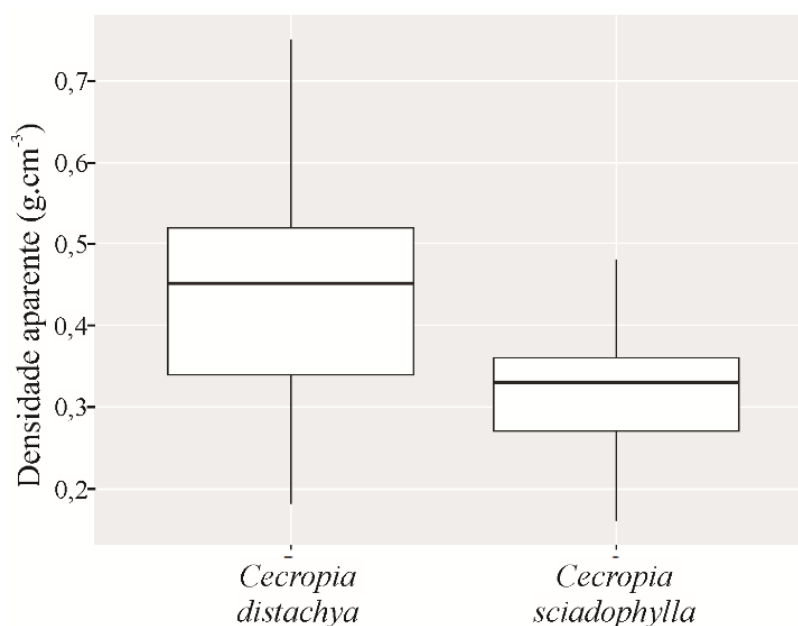


Figura 4 Comparação entre a densidade aparente das madeiras de *Cecropia distachya* e *Cecropia sciadophylla* ($\chi^2 = 4,1458$, $p = 2,2e^{-16}$).

As madeiras de *Cecropia* spp. têm sido classificadas como de baixa de densidade, $\leq 0,40$ (IAWA, 1989; GAGLIOTI et al. 2003; INSIDEWOOD, 2004; WHEELER 2011; HECKLER et al. 2014). Observou-se, no entanto, que o valor médio da densidade da madeira de *C. distachya* foi superior a classificação disponível para o gênero, porém o maior intervalo interquartilico e a maior amplitude entre os valores máximo e mínimo observado no gráfico de boxplot indica maior variabilidade da densidade da madeira de *C. distachya* em comparação *C. sciadophylla*. Não foram encontrados resultados em literatura para as propriedades da madeira de *C. distachya*, mas o valor de densidade observado está próximo ao maior valor de densidade relatado para o gênero, $0,46 \text{ g.cm}^{-3}$, obtido na posição radial próxima a casca de *Cecropia palmata* (PAULA, 2003).

5.2. Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras de *Cecropia distachya* e *Cecropia sciadophylla*

A estatística descritiva e a comparação das médias para os parâmetros relacionados as fibras da madeira das espécies constam na Tabela 1.

Tabela 1 Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras de *Cecropia distachya* e *Cecropia sciadophylla*.

Características anatômicas	Média	Desvio padrão	Erro padrão	F/χ2	p-valor
Comprimento das fibras (µm)					
<i>C. distachya</i>	1403.48 ^a	217.71	23.07	0.02486*	0.3283
<i>C. sciadophylla</i>	1372.77 ^a	227.55	20.95		
Diâmetro das fibras (µm)					
<i>C. distachya</i>	44.27 ^a	4.94	0.52	0.016151*	0.3367
<i>C. sciadophylla</i>	45.0 ^a	6.58	0.60		
Diâmetro do lume das fibras (µm)					
<i>C. distachya</i>	35.58 ^a	6.70	0.71	0.7371	0.3916
<i>C. sciadophylla</i>	36.46 ^a	7.78	0.71		
Espessura da parede das fibras (µm)					
<i>C. distachya</i>	4.61 ^a	1.41	0.15	0.21854*	0.1302
<i>C. sciadophylla</i>	4.31 ^a	1.34	0.12		

Valores médios com letra diferente entre as linhas do mesmo parâmetro anatômico indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). F = indica valores onde os GLMs foram feitos pela distribuição de Fisher-Snedecor. χ^2 = representa os valores (*) nos quais os GLMs foram feitos pela distribuição Qui-quadrado.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas da dimensão das fibras entre as espécies (Tabela 1). Os dados apresentados permitem observar, no entanto, sensíveis diferenças nos valores dos médios, onde a espécie *C. distachya* apresenta principalmente maiores valores para comprimento das fibras e espessura da parede.

Os valores das dimensões das fibras encontrados para espécie *C. sciadophylla* estão bem próximos da caracterização anatômica disponíveis em outros trabalhos (BONSEN, 1983; DETIENNE, 1983). Reis et al. (2014) caracterizou a anatomia do lenho de seis espécies do gênero *Cecropia* a partir de amostras de xiloteca, dentre elas *C. distachya* e *C. sciadophylla*, os autores informaram menores valores de comprimento (664,27 e 608,03 μm) e espessura da parede (4,27 e 3,79 μm) para *C. distachya* e *C. sciadophylla* respectivamente. As principais divergências encontradas referem-se aos caracteres que variam em função do desenvolvimento, taxa de crescimento e fatores ambientais, entre indivíduos crescendo em diferentes locais (ZOBEL E BUIJTENEN, 1989). Nesse sentido, indivíduos da mesma ou de diferentes espécies, que se desenvolveram em condições edafoclimáticas distintas, mesmo pertencentes a mesma espécie, tendem a gerar propriedades tecnológicas diferentes (RIGATTO et al. 2004).

Algumas pesquisas tem apontado utilização com maior valor agregado para as madeiras de *Cecropia* spp. Iwakiri et al. (2010) avaliaram as propriedades de painéis aglomerados feitos a partir da mistura das madeiras de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e *Cecropia hololeuca* e informara que o painel produzido foi tecnicamente viável, pois apresentaram melhores resultados para as propriedades de absorção de água, inchamento em espessura, ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura comparativamente aos painéis testemunhas de *Pinus taeda*. Heckler et al. (2014) informaram que *C. palmata* apresentou resultados satisfatórios na polpação Kraft (rendimento, teor de rejeitos e número Kappa) e também em função da presença de fibras mais longas da celulose e os altos índices

de rasgo que permitem indicá-la para a produção de papéis para embalagens, que exigem maior resistência das fibras.

Em ambas as espécies, os valores obtidos para o comprimento das fibras foram superiores aos encontrados por Baldin et al. (2017) ao estudar anatomia de *Eucalyptus benthamii*, *E. Dunnii*, *E. Grandis* e *E. saligna*. Segundo Castanho e Oliveira (2000) essa é uma característica positiva para produção de celulose e papel, pois as fibras de maior comprimento conferem maior resistência das folhas de papéis ao arrebentamento.

5.3. Delimitação entre madeira juvenil e adulta

A regressão por parte aplicada aos valores obtidos do comprimento das fibras em função da posição radial de todos os indivíduos das duas espécies são apresentados na Tabela 2 e nas Figura 5 e 6.

Tabela 2. Resumo dos resultados da regressão por partes para relação entre a posição radial e comprimento das fibras. * indica onde os modelos lineares (ml) foram mostrados (via seleção AICc) para ser o melhor do que um modelo de uma regressão por partes (ms).

<i>Cecropia distachya</i>						
Árvore	AICc ml	AICc ms	valor t	valor p	breakpoint (cm)	SE breakpoint (cm)
A1	263,6	251,8	11,5	7,6 e-09	8,068	0,466
A2	235,3	227,1	8,1	2,1 e-07	5,047	0,642
A3	267,2	258,8	6,7	2,6 e-06	4,501	0,701
A4*	283,8	287,7	16,2	1,1e-13	na	na
<i>Cecropia sciadophylla</i>						
A1	354,2	325,9	6,7	4,5 e-07	3,762	0,414
A2	238,0	215,5	8,4	1,2 e-07	3,404	0,397
A3	498,1	478,5	5,1	1,4 e-05	9,494	0,956
A4	365,1	333,5	19,6	<2 e-16	11,50	0.452

na: indica não haver pontos de interrupção significativos (AICc ms > AICc ml).

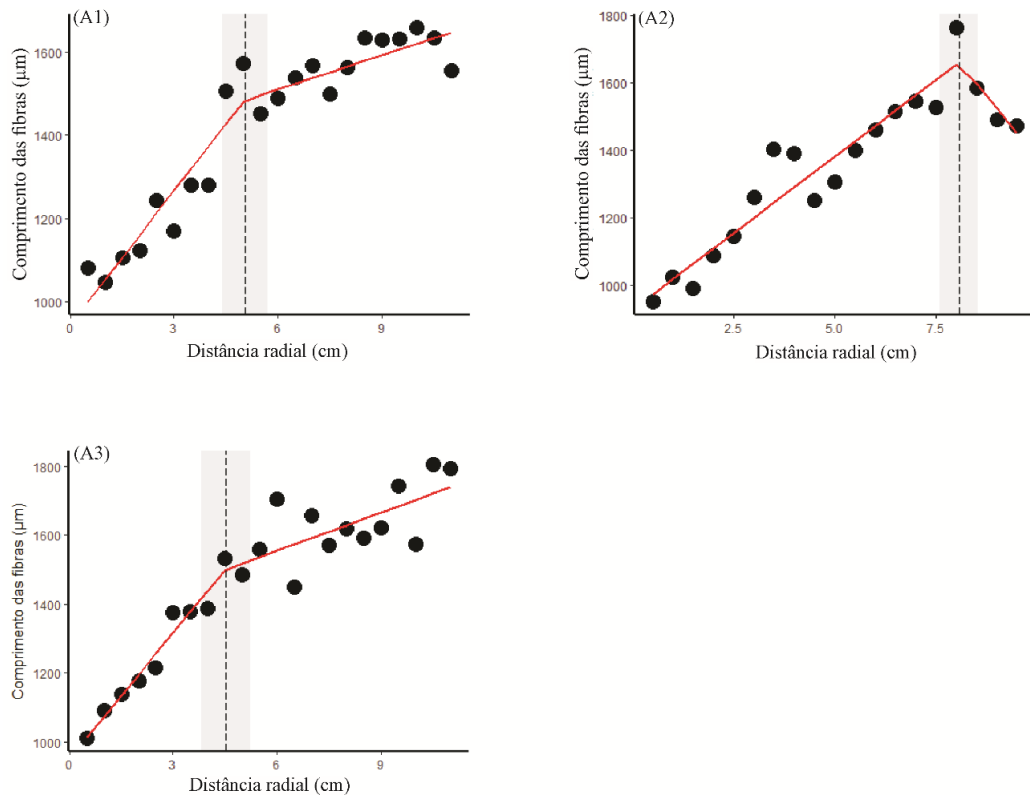


Figura 5. Demarcação de madeira juvenil (até a linha tracejada) e da madeira adulta (a partir da linha tracejada) de *Cecropia distachya*. As linhas vermelhas sólidas são baseadas na regressão por partes, as linhas verticais tracejadas representam pontos de interrupção significativos ($p < 0,05$), e as áreas sombreadas cinzas representam o desvio padrão em torno da distância do ponto de interrupção.

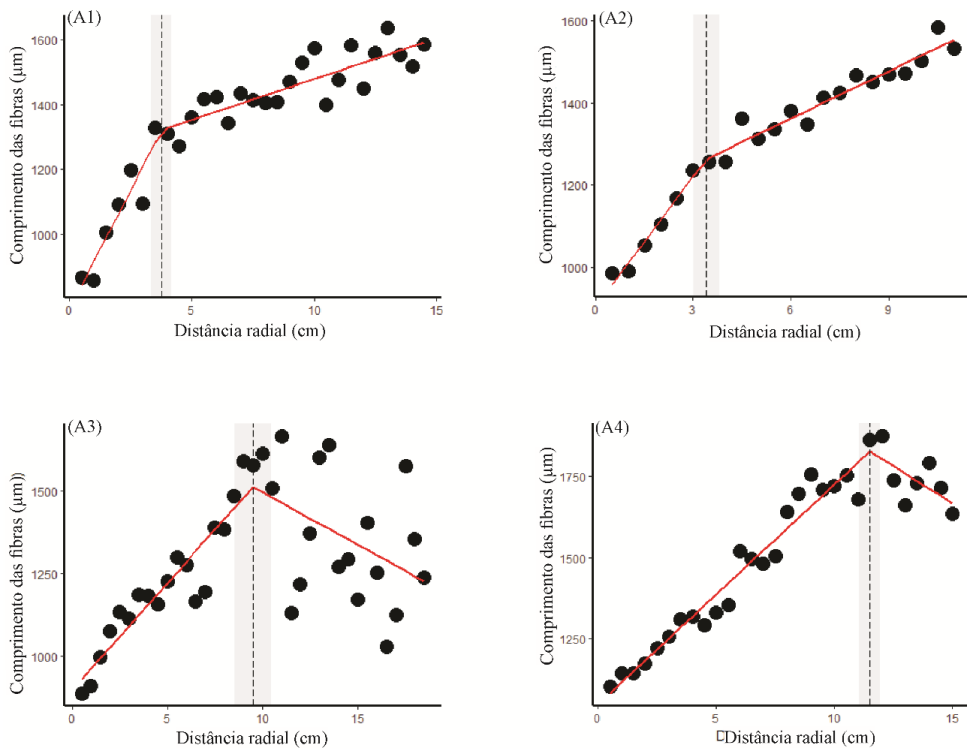


Figura 6. Demarcação de madeira juvenil (até a linha tracejada) e da madeira adulta (a partir da linha tracejada) de *Cecropia sciadophylla*. As linhas vermelhas sólidas são baseadas na regressão por partes, as linhas verticais tracejadas representam pontos de interrupção significativos ($p < 0,05$), e as áreas sombreadas cinzas representam o desvio padrão em torno da distância do ponto de interrupção.

Para *C. distachya*, com exceção da árvore A4, em que a relação entre a posição radial e comprimento das fibras produziu maiores valores de AICc para o modelo segmentado (287,7) em comparação ao modelo linear (283,8) todas as demais árvores demonstram um ponto de quebra (breakpoint) estatisticamente significativo em que há modificação da inclinação da função linear.

Observou-se aumento marcadamente crescente do comprimento das fibras sentido medula-câmbio, para as árvores em ambas as espécies até os pontos de interrupção indicados pela análise (Figura 5 e 6). Esse comportamento expressa a presença de madeira juvenil no fuste da árvore, caracterizada por um progressivo acréscimo nas dimensões das células e por correspondentes alterações em sua forma, estrutura e disposição que ocorre nos sucessivos anéis de crescimento até amadurecimento das iniciais cambiais, onde há o início de produção de madeira adulta (LARSON, 1973).

A média do ponto de transição entre a madeira juvenil e adulta e o coeficiente de variação para *C. distachya* foi 5,87 cm (~ 11,74 cm DAP) e 37,72% respectivamente, quanto a *C. sciadophylla* foi de 7,04 cm (~ 14,08 cm DAP) e 57,92% respectivamente. De forma geral, após o ponto de transição entre a madeira juvenil, o comprimento das fibras apresentaram dois distintos comportamentos.

Após o início da produção de madeira adulta, o comprimento das fibras apresenta comportamento distinto entre as árvores. Há uma tendência linear decrescente em alguns deles, o que pode ser justificada pela senescência do vegetal, geralmente marcada pela redução significativa do crescimento. Esse comportamento também foi observado por Gatto et al. (2010) para *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch e Ferreira et al. (2017) para *Sterculia apetala*. Enquanto para outras houve continuidade no aumento do comprimento das fibras, porém de forma menos acentuada que na madeira juvenil, tendendo a ser mais estável e quase um valor constante. Esse comportamento é semelhante ao descrito e observado por vários autores (PALERMO et al. 2015; FERREIRA et al. 2011; ZOBEL E VAN BUIJTENEN, 1989 e ZOBEL E SPRAGUE 1998). A menor grau de variação do comprimento das

fibras na madeira adulta reflete maior estabilidade dimensional, e por conseguinte menor propensão a defeitos durante processamentos mecânicos e uso final da madeira.

5.4. Comparação entre a densidade aparente das madeiras juvenil e adulta

Após a delimitação das zonas de madeira juvenil e adulta, foi possível avaliar e comparar as propriedades entre a madeira juvenil e adulta no fuste das árvores.

Observou-se diferenças estatisticamente significativa para a densidade aparente entre a madeira juvenil e adulta para ambas as espécies (Figura 7).

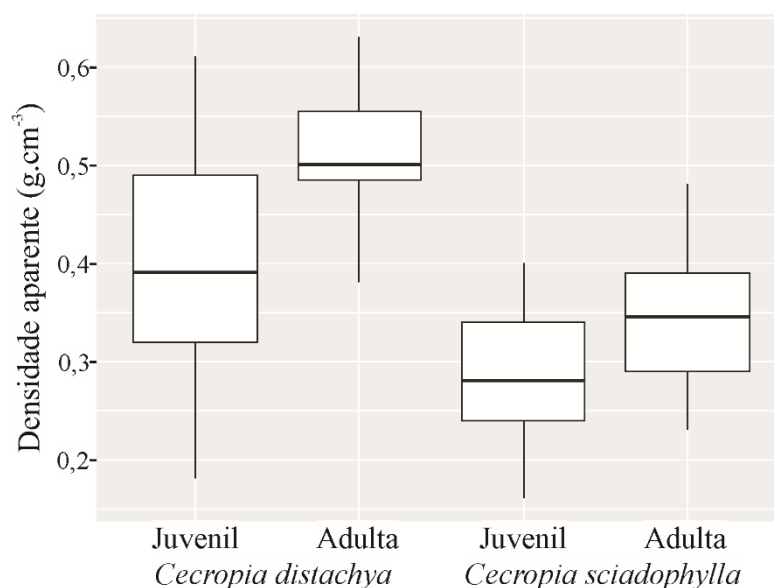


Figura 7 Comparação entre a densidade aparente das madeiras juvenil e adulta de *Cecropia distachya* ($\chi^2 = 1,078$, $p = 6,137e^{-06}$) e *Cecropia sciadophylla* ($F = 22,775$, $p = 7,191e^{-06}$).

A densidade aparente da madeira adulta de *C. distachya* ($0,51 \text{ g.cm}^{-3}$) e de *C. sciadophylla* ($0,35 \text{ g.cm}^{-3}$) foi maior que a densidade da madeira juvenil, $0,39$ e $0,29 \text{ g.cm}^{-3}$, respetivamente. Para *C. distachya* a variação da densidade entre os lenhos representou aumento de $30,77\%$ enquanto para *C. sciadophylla* o aumento foi de $20,69\%$. Nas duas espécies o gráfico de boxplot (Figura 7) evidenciou maior intervalo interquartilico e a maior amplitude entre os valores máximo e mínimo na madeira juvenil o que indica que maior variabilidade da densidade em relação a madeira adulta, que tende a ser mais homogênea.

5.5. Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras juvenil e adulta

As Tabelas 3 e 4 apresentam a comparação das médias das dimensões das fibras entre a madeira juvenil e adulta para as espécies analisadas.

Tabela 3. Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras juvenil e adulta de *Cecropia distachya*.

Características anatômicas	Média	Coeficiente de variação	Erro padrão	F/χ2	p-valor
Comprimento das fibras (µm)					
Juvenil	1313,36 ^a	15%	26,22	0,72919*	8,619e-11
Adulta	1589,95 ^b	6 %	17,25		
Diâmetro das fibras (µm)					
Juvenil	45,27 ^a	12%	0,69	8,1793	0,005304
Adulta	42,20 ^b	7%	0,58		
Diâmetro do lume das fibras (µm)					
Juvenil	36,78 ^a	20%	0,94	6,3277	0,01372
Adulta	33,08 ^b	13%	0,82		
Espessura da parede das fibras (µm)					
Juvenil	4,25 ^a	31%	4,25	1,0707*	0,0003908
Adulta	5,35 ^b	25%	0,24		

Valores médios com letra diferente entre as linhas do mesmo parâmetro anatômico indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). F = indica valores onde os GLMs foram feitos pela distribuição de Fisher-Snedecor. χ^2 = representa os valores (*) nos quais os GLMs foram feitos pela distribuição Qui-quadrado.

Tabela 4. Comparação entre a dimensão das fibras das madeiras juvenil e adulta de *Cecropia sciadophylla*.

Características anatômicas	Média	Coeficiente de variação	Erro padrão	F/χ2	p-valor
Comprimento das fibras (µm)					
Juvenil	1267,42 ^a	19%	33,82	23,813	3,4e-06
Adulta	1455,78 ^b	12%	21,56		
Diâmetro das fibras (µm)					
Juvenil	43,64 ^a	12%	0,72	0,094693*	0,03099
Adulta	46,20 ^b	16%	0,90		
Diâmetro do lume das fibras (µm)					
Juvenil	36,22 ^a	13%	0,68	0,0856	0,7703
Adulta	36,64 ^a	26%	1,17		
Espessura da parede das fibras (µm)					

Juvenil	3,76 ^a	32%	0,16	1,5976*	1,5e-05
Adulta	4,75 ^b	27%	0,16		

Valores médios com letra diferente entre as linhas do mesmo parâmetro anatômico indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). F = indica valores onde os GLMs foram feitos pela distribuição de Fisher-Snedecor. χ^2 = representa os valores (*) nos quais os GLMs foram feitos pela distribuição Qui-quadrado.

Foram observadas diferenças estatísticas significativas nas dimensões das fibras entre a madeira juvenil e adulta para ambas as espécies analisadas (Tabela 3 e 4), com valores médios maiores principalmente para o comprimento e para a espessura da parede das fibras na madeira adulta. A análise comparativa do coeficiente de variação dos dados entre a madeira juvenil e adulta, permite observar que de forma geral ou maior variabilidade na dimensão das fibras na madeira juvenil e adulta.

A produção de madeira mais homogênea no período de maturidade do lenho, comparativamente ao período juvenil, tem sido relatado por diversos autores (BAO et al. 2001; BHAT et al. 1984; CALONEGO et al. 2005; MOHAMAD 1998; e ZOBEL E VAN BUIJTENEN 1989), no entanto, a quantificação dessas diferenças, principalmente informando valores e magnitudes numéricas de variação, para nosso conhecimento ainda não foram relatadas para espécies nativas da Amazônia.

5.6. Efeito da dimensão das fibras na densidade das madeiras juvenil e adulta de *Cecropia* spp.

A análise de correlação de Pearson demonstrou haver correlações estatisticamente significativas entre as dimensões das fibras e a densidade da madeira das espécies analisadas (Figura 8 e 9).

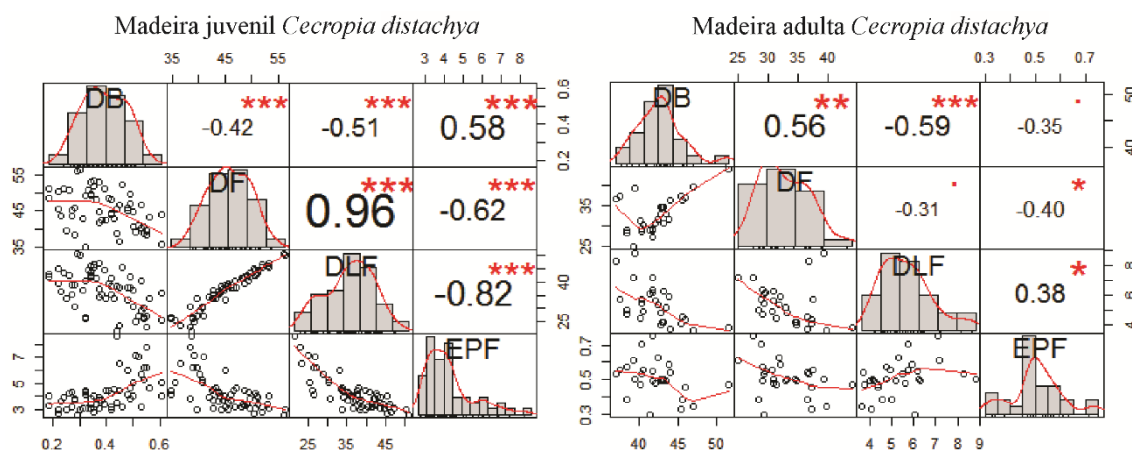


Figura 8 Matriz de correlação de Pearson entre a dimensão das fibras e a densidade da madeira juvenil e adulta de *Cecropia distachya*. Códigos do valor de p de significância: 0 (***); 0,001 (**); 0,01 (*); 0,05 (.)

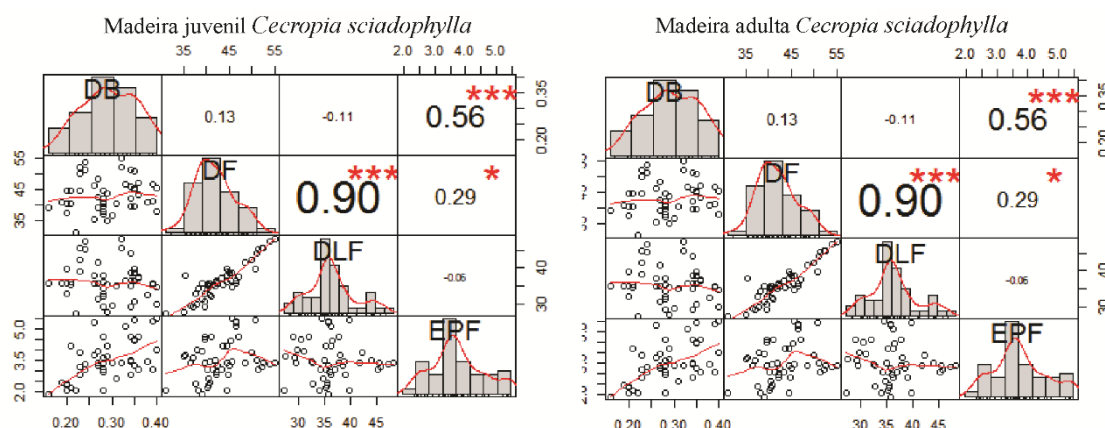


Figura 6 Matriz de correlação de Pearson entre a dimensão das fibras e a densidade da madeira juvenil e adulta de *Cecropia sciadophylla*. Códigos do valor de p de significância: 0 (***); 0,001 (**); 0,01 (*); 0,05 (.)

Observou-se que a dimensão das fibras encontraram-se melhor correlacionadas com a densidade na madeira juvenil do que na madeira adulta em *C. distachya* (Figura 5) com moderada correlação positiva com a espessura da parede das fibras na madeira juvenil, e moderada correlação negativa com o diâmetro do lume para ambos os lenhos. Em *C. sciadophylla* somente a espessura da parede das fibras mostrou correlação estatística significativa e moderada, com a densidade da madeira juvenil e adulta (Figura 6).

Segundo Panshin e de Zeeuw (1964) a parede e a dimensão das células são os fatores que mais influenciam a variação da densidade da madeira. A espessura da parede celular das fibras e o seu volume fracionado podem influenciar positivamente a densidade da madeira (ROQUE e TOMAZELLO-FILHO, 2007; SALMÉN e BURGET,

2009; UETIMANE e ALI, 2011; KIAEI e BAKHSHI, 2014; MELO et al. 2016). Segundo Poorter et al. (2010) na maioria das espécies de folhosas as fibras compõem a maior parte do tecido lenhoso (de 26 a 74% da área de secção transversal). Este fato torna compreensivo a influência desse parâmetro anatômico sob a densidade da madeira.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados para as espécies *Cecropia distachya* e *Cecropia sciadophylla*, é possível concluir que:

(a) *C. distachya* produz madeira de maior densidade comparativamente a *C. sciadophylla*, sem haver diferenças estatisticamente significativas para as dimensões das fibras;

(b) apesar não se encontrarem dentro do diâmetro de corte preconizado pela legislação florestal brasileira, com exceção de uma árvore de *C. distachya* os demais indivíduos analisados apresentaram formação de madeira em 5,87 (~ 11,74 cm DAP) cm e 7,04 cm (~ 14,08 cm DAP) distante da medula para *C. distachya* e *C. sciadophylla* respectivamente;

(c) a madeira adulta de ambas espécies apresentou maior densidade e principalmente maiores valores de comprimento e espessura da parede das fibras, além de estatisticamente se demonstrar mais homogênea;

(d) a espessura da parede das fibras foi o melhor predito da variação da densidade na madeira juvenil e adulta em ambas as espécies.

7. REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.B. **Implantação da metodologia de densitometria de raios X em madeira**. 1994, 143 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994
- BALDIN, T.; MARCHIORI, J. N. C.; NISGOSKI, S.; TALGATTI, M.; DENARDI, L. Anatomia da madeira e potencial de produção de celulose e papel de quatro espécies jovens de *Eucalyptus* L'Hér. **Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 8, n. 2, p. 114 – 126, 2017
- BAO, F. C.; JIANG, Z. H.; JIANG, X. M.; LU, X. X.; LUO, X. Q.; ZHANG, S. Y. Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species grown in China. **Wood Sci Technol**, v.35, p. 363 – 375, 2001
- BHAT, A. K.; BHAT, K. V. E.; DHAMODORAN, T. K. Pulping of rubberwood. **Indian Pulp and Paper**, v. 24, n. 3, p. 187 – 189, 1984
- BENDTSEN, B. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest products journal**, v.28, n.10, p.61 – 72, 1978.
- BERG, C. C. Espécies de *Cecropia* da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 8, n. 2, p. 149 – 182, 1978
- BONSEN, K. J.; M. & TER WELLE, B. J. H. Comparative wood and leaf anatomy of the Cecropiaceae (Urticales). **Adansonia**, v. 2, p. 151—177, 1983
- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; ASSIS, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 113 – 121, 2005
- CARDOSO, D.; et al. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 40, p. 10695 – 10700, 2017
- CASTANHO, C. G.; OLIVEIRA, R. C. Estudos de aproveitamento de rejeito fibroso industrial da polpação kraft de eucalipto na produção de papéis reciclados. In: Congresso Anual De Celulose E Papel Da ABTCP, 33, 2000, São Paulo. **Anais...São Paulo: ABTCP**, 2000.
- CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro. Imprensa Nacional - Ministério da Agricultura. v. 4, 1984. 765 p.
- COWN, D.J. Wood density of radiata pine: its variation and manipulation. **Journal of Forestry Science**. v.19, p. 84 – 94, 1974
- CRAWLEY, M. J. Statistical Computing: An Introduction to Data Analysis Using S-Plus. **John Wiley& Sons**, London, 2002

DÉTIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des regions voisines**. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, 640 p, 1983

DIAS, F. M. **A densidade aparente como estimador de propriedades de resistência e rigidez da madeira**. 200, 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, 2000

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006.

FERREIRA A. L.; SEVERO, E. T. D.; CALONEGO, F. W. Determination of fiber length and juvenile and mature wood zones from *Hevea brasiliensis* trees grown in Brazil. **Eur J Wood Prod**, v. 69, p. 659 – 662, 2011.

FERREIRA, P. S.; MEDEIROS, N. L.; MELO, L. E. L.; SOUZA, F. I. B.; MORI, F. I. A.; GOULART, S. L. **Propriedades da madeira de *Sterculia apetala* e sua qualidade para nidificação da arara-azul na amazônia**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, 2017, Florianópolis – Santa Catarina, Brasil.

FINEGAN, B. **Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforestia**. Turrialba. Centro Agronomico Tropical de investigacion y Ensenanza- CATIE), p.153, 1982.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, v. 155, n. 1, p. 51, 1945.

GAGLIOTI, A. L.; CARVALHO, L. T., GOMES, J. I., MARGALHO, L. F., MARTINS-DASILVA, R. C. V., SOUZA, A. S. **Conhecendo Espécies de Plantas da Amazônia:Embaúba (*Cecropia obtusa* Trécul – Urticaceae)**. Belém: EMBRAPA 2014. p.4. (Embrapa Amazônia Oriental – CPATU, comunicado técnico, 246)

GAGLIOTI, A. L. **Urticaceae Juss. no Estado de São Paulo, Brasil**. Tese (mestrado em biodiversidade vegetal e meio ambiente) – Instituto de Botânica, Secretaria de Estado de Meio Ambiente. São Paulo, p. 210, 2011

GATTO, D. A.; HASELEIN, C.R.; BULIGON, E. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D.M.; OLIVEIRA, L. S.; SANTINI, E. J. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto por meio de parâmetros anatômicos para a madeira de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.4, p. 535-540, 2008

GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; BULIGON, E. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R.; TREVISAN, R.; SANTINI, E. J. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto de *Carya illinoensis* (wangenh) k. koch por meio de parâmetros anatômicos da madeira. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 675 – 682, 2010

HECKLER, C.; SANSÍGOLO, C. A.; MANENTE, F. G.; BASSO, S. Densidade básica da madeira de *Cecropia* sp (embaúba) e sua influência na produção de celulose Kraft. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 23, n. 1, 2014

HUMMEL, A.C.; ALVES, M.V. DASILVA.; PEREIRA, D.; VERÍSSIMO, A.; SANTOS, D. A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados. **Serviço florestal brasileiro, Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia.** P. 20. Belém, 2010

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria De Geociências. **Mapa de vegetação do Brasil.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2004

Inside Wood. 2004 - onwards. Published on the Internet. > <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> < . Acesso em 06 de junho de 2019

International Association of Wood Anatomists. Committee. **List of microscopic features for hardwood identification.** IAWA Bulletin, v. 10, p. 220 - 332, 1989

IWAKIRI, S.; ZELLER, F.; PINTO, J. A.; RAMIREZ, M. G. L.; SOUZA, M. M.; SEIXAS, R. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropia hololeuca* “Embaúba” para produção de painéis aglomerados. **Acta Amazonica.** v. 40, n. 2, p. 303 – 308, 2010

JANKOWSKY, I. P. **Madeira Juvenil: Formação e Aproveitamento industrial.** Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 1973. 15 p. (IPEF. Circular Técnico 81)

KANOWSKI, P. Densitometric analysis of large number of wood samples. **Journal of the Institute of Wood Science**, v.10, n.4, p.145 – 151, 1985

KIAEI, M.; BAKHSHI, R. Short communication. Radial variations of wood different properties in *Diospyros lotus*. **Forest Systems**, v. 23, n. 1, p. 171 – 177 ,2014

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de Pinus maximinoi H.E. Moore.** 2000. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal.** Seropédica, Edur, 1997

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. p.343, 990

LARSON, P. R. **The physiological basis for wood specific gravity in conifers.** In: Proceedings IUFRO Division 5 Meeting, 1973, p. 672 – 680, Stellenbosch – South Africa

MACIEL, M. N. M. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 1, n. 2, p. 69 – 79, 2003

MAGNAGO, L. F.; MAGRACH, A.; LAURANCE, S. V. M.; MEIRA-NETO, J. A. A.; SIMONELLI, M.; EDWARDS, D. P. Would protecting tropical Forest fragments provide carbon and biodiversity cobenefits under REDD+?. **Global Change Biology**, v. 21, p. 3455 – 3468, 2015

MARTORANO, L. G. et al. Estudos climáticos do estado do para, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather). SUDAM, Belém, EMBRAPASNLCS, Rio de Janeiro, 1993

MELO, L. E. L.; MOREIRA, R. J. S.; NAPOLI A.; LIMA, J. T.; TRUGILHO P. F.; NASCIMENTO D. F. R. Influence of genetic material and radial position on the anatomical structure and basic density of wood from *Eucalyptus* spp. and *Corymbia citriodora*. *Scientia Forestalis*, v. 44, n. 111, p. 611 – 621, 2016

MOHAMAD, R. **Juvenility in rubberwood (Hevea-brasiliensis) and its relation with the physical and mechanical properties**. Thesis Dissertation, University Putra Malaysia, Malaysia, 1998

OLIVEIRA, J. T. da S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 113 – 124, 1999

OCHOA-QUINTERO, J. M.; GARDNER, T. A.; ROSA, I., FERRAZ, S. F. B.; SUTHERLAND, W. J. Threshold of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes. **Conservation Biology**, v. 29 n. 2, p. 440 – 451, 2015

PALERMO, G.P.; LATORRACA, J.V.; de CARVALHO, A.M. et al. **Eur. J. Wood Prod.** (2015) 73:775. <https://doi.org/10.1007/s00107-015-0947->

PALMA, H. A. L.; LEONELLO, E. C.; BALLARIN, A. W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, v. 16, p. 114-148. 2010.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**: structure, identification, properties and uses of the commercial woods of the United States and Canada. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1964. p. 643

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1970. v.1 p.705.

PASSIALIS, C.; KIRIAZAKOS, A. Juvenile and mature wood properties of naturally-grown fir trees. **Holz Roh Werkst.** v.62, p.476-478. 2004.

PAULA, J. E. de. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à produção de energia e papel. **Acta Amazonica**, v.33, n.2, p. 243-262. 2003.

PEÑA-CLAROS, M.; PETERS, E. M.; JUSTINIANO, M. J.; BONGERS, F; BLATE, G. M. FREDERICKSEN, T. S.; PUTZ, F. E. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. **Forest Ecology and Management**. v. 255, ed. 2, p. 1283 - 1293, 2008.

PEREIRA, P. C. G. **Determinação do potencial silvicultural de espécies do gênero *Cecropia* na Flona do Tapajós – PA**. 2015. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia.

POLGE, H. Fifteen years of Wood radiation densitometry. **Wood Science and Technology**, v.12p. 187-196, 1978.

POORTER, L.; MCDONALD, I.; ALARCÓN, A.; FICHTLER, E.; LICONA, J. C.; PEÑACARLOS, M.; STERCK, F.; VILLEGAS, Z.; SASS-KLAASSEN, U. The importance of wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species. **New Phytologist**, v. 185, n. 2, p. 481 – 492, 2010

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. F.; PASTRO, M. S., SOUZA, M. T.; GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, 2011.

REIS, P. C. M.; REIS, A. R. S.; LISBOA, P. L. B.; REIS, L. P. **Anatomia do lenho de seis espécies do gênero *Cecropia* Loebl. (Urticaceae)**. Belém: Museu Emílio Goeld, 2014. (Museu Emílio Goeld – comunicado técnico, 9).

RIGATTO, P. A.; DEDECEK, R. A.; MATOS, J. L. M.; Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose kraft. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.267 – 273, 2004.

ROQUE, R. M.; TOMAZELO, M. Relationships between anatomical features and intra-ring wood density profiles in *Gmelina arborea* applying X-ray densitometry. **Cerne**, v. 13, n. 4, p. 384-392, 2007.

SALMEN, L.; BURGERT, I. Cell wall features with regard to mechanical performance. A review COST Action E35 2004-2008: Wood machining - micromechanics and fracture. **Holzforschung**, Berlin, v. 63, n. 2, p. 121-129, 2009.

SHIMOYAMA, V. R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp.** 1990. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; TURGILHO, P. F. Usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* em diferentes regiões da medula à casca. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 25-31, 2007.

SCHWARTZ, G.; PEREIRA, P. C.G.; SIVIERO, M. A.; PEREIRA, J. F.; RUSCHEL, A. R.; YARED, J. A.G. Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. **Forest Ecology and Management**. v. 390, p. 166-72, 2017.

TOMAZELLO FILHO, M. et al. Manual de aplicação de densitometria de raios-X em amostras de madeira, **CRAD e CERD**. p.32, 2005

TOMAZELLO FILHO, M.; BRAZOLIN, S.; CHAGAS, M. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BALLARIM, A. W.; BENJAMIN, C. A. Application of X-ray technique in nondestructive evaluation of Eucalypt Wood. **Maderas: Ciencia y Tecnología, Concepción**, 2008. v. 10, n. 2, p. 139-149

TREVISAN, R.; DENARDI, L.; CARDOSO, G. V.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J. Variação axial do índice de rachaduras na base e no topo de toras de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 75-81, 2013.

UETIMANE, E.; ALI, A.C. Relationship between mechanical properties and selected anatomical features of ntholo (*Pseudolachnostylis maprounaefolia*). **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 2, p. 166-176, 2011

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

Wheeler, E.A. 2011. InsideWood - a web resource for hardwood anatomy. **IAWA Journal** 32 (2): 199-211.

Zobel BJ, Sprague JR. Juvenile wood in forest trees. **Springer**, 1998.

Zobel BJ, Van Buijtenen JP. Wood variation: its causes and control. **Springer**, 1989.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologias – CCNT
Curso de Graduação em Engenharia Florestal – Campus VIII
Av. Hiléia, S/N Agrópolis do Incra, Amapá 68502-100, Marabá – PA