



Características químicas e físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.)

Lucas Henderson de Oliveira SANTOS¹, Flávia Sampaio ALEXANDRE², Zaíra Morais dos Santos Hurtado de MENDOZA^{3*}, Édila Cristina de SOUZA⁴, Pedro Hurtado de Mendoza BORGES⁵, Rheysprincys Rio MARIANO⁶, Lila Mabel Gamarra Ruiz DIAZ⁷, Camila Amorim NUNES²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
(ORCID: 0000-0002-0121-8752)

²Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.
(ORCID: 0000-0002-3090-3644; 0000-0003-0270-3677)

³Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

⁴Departamento de Estatística, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil. (ORCID: 0000-0001-5528-8804)

⁵Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil. (ORCID: 0000-0001-7603-8775)

⁶Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil. (ORCID: 0000-0002-5284-8666)

⁷Departamento de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.
(ORCID: 0000-0001-8230-2122)

*E-mail: zairamorais09@gmail.com (ORCID: 0000-0002-0930-7928)

Recebido em 17/12/2019; Aceito em 19/04/2020; Publicado em 24/04/2020.

RESUMO: A demanda pela madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis*) é crescente, visando suprir o setor de produtos serrados. Para atender ao mercado madeireiro, a aptidão tecnológica das espécies, geralmente é verificada através da avaliação das suas características inerentes. O objetivo deste trabalho foi quantificar ao longo do tronco, os extrativos, lignina e a massa específica básica dessa espécie. O material analisado foram quatro árvores provenientes de um plantio homogêneo de 10 anos, localizado em Mato Grosso. As subamostras foram retiradas nas porcentagens de 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial das árvores. As análises químicas tiveram como referência as normas da ABTCP (1974) e os ensaios físicos, as normas da ABNT/NBR 11941-02 (2003). Na quantificação de extrativos, a água fria apresentou a menor média (3,91%) e o hidróxido de sódio a maior (20,57%). O teor médio de lignina foi de 30,29% e a massa específica média foi de 0,530 g cm⁻³. Os dados foram analisados com base na análise de variância, teste de médias e componentes principais (ACP). Concluiu-se que a madeira estudada apresentou características tecnológicas compatíveis para ser utilizada na área moveleira, e também em construções externas, mostrando potencial competitivo para atuar no setor.

Palavras chave: extrativos; lignina; massa específica básica; qualidade de madeira.

Chemical and physical characteristics of African mahogany wood (*Khaya ivorensis* A. Chev.)

ABSTRACT: Demand for African mahogany (*Khaya ivorensis*) wood is increasing to supply the sawn timber sector. To cater to the timber market, the technological suitability of the species is generally verified by assessing their inherent characteristics. The objective of this work was to quantify along the trunk the extractives, lignin and the basic specific mass of this species. The analyzed material were five trees from a homogeneous planting of 10 years, located in Mato Grosso. The subsamples were taken in percentages of 0, 25, 50, 75 and 100% of the commercial height of the trees. The chemical analysis had as reference the ABTCP (1974) norms and the physical tests, the ABNT/NBR 11941-02 (2003) norms. In the quantification of extractives, cold water presented the lowest average (3.91%) and sodium hydroxide the largest (20.57%). The average lignin content was 30.29% and the average specific mass was 0.530 g cm⁻³. Data were analyzed based on analysis of variance, means test and principal components (PCA). It was concluded that the wood studied presented technological characteristics compatible to be used in the furniture area, as well as in external constructions, showing competitive potential to operate in the sector.

Keywords: extractives; lignin; basic specific mass; quality wood.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Khaya ivorensis* A. Chev. é originária das regiões tropicais úmidas de baixa altitude, da África Ocidental, abrangendo os países como Costa do Marfim, Gana, Togo, Benin, Nigéria, o sul de Camarões e Angola, no Brasil os plantios iniciaram em 1976 na região norte (RIBEIRO et al.,

2017). O interesse econômico por essa espécie surgiu em função da escassez do mogno nativo brasileiro, em suas zonas de ocorrência natural. Além disso, as adequadas características tecnológicas, tais como: cor, desenho da grã e propriedades físicas e mecânicas, aliadas ao bom desenvolvimento natural, vêm impulsionando seu plantio em

escala industrial a nível nacional (REIS et al., 2019). Em território brasileiro, os estados aptos para o plantio da espécie são: Amapá; Rondônia; Roraima; Pará; norte e leste da Amazônia; Tocantins; Goiás; grande parte do Mato Grosso; norte, nordeste e sul de Mato Grosso do Sul; Ceará; Piauí; sul e sudoeste do Maranhão e também, quase toda região litorânea, estendendo-se desde o estado do Rio Grande do Norte até a região norte do Rio de Janeiro (CASAROLI et al., 2018). No entanto, os maiores maciços estão concentrados no Pará, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso com uma área de aproximadamente 10 mil hectares. O plantio desta árvore para produção de madeira se consolidou como um excelente investimento a médio e longo prazo (ABPMA, 2018).

Os principais usos da madeira de mogno africano são para movelaria, produção de lâminas decorativas, instrumentos musicais, construção naval e arquitetura de interiores, devido a sua beleza, elevada durabilidade natural, boa usinabilidade, fácil manuseio e secagem (SILVA et al., 2016).

Para atender ao mercado consumidor de madeiras, a aptidão tecnológica das espécies é comumente verificada através das suas características de qualidade, que são determinadas pela avaliação conjunta de suas propriedades químicas, físicas, mecânicas e anatômicas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar química e fisicamente a madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis*), por meio da determinação dos teores de extrativos, lignina e massa específica básica, visando predizer ou aprimorar seus usos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras para a pesquisa foram provenientes de quatro árvores de um plantio de 10 anos, localizada na Fazenda Campina, no município de Nossa Senhora do Livramento, região centro-sul do Estado de Mato Grosso (Figura 1).

A localização geográfica do plantio está entre as coordenadas 16°12'03"S e 56°22'44" W, o clima é do tipo AW, conforme a classificação de Köppen com duas estações bem definidas, (estação seca de maio a setembro e a estação chuvosa de outubro a abril). Com precipitação média de 1.250 mm ao ano e a média anual de temperatura de 25,8 °C (REBELLATO; CUNHA, 2005).

Após o corte e determinação da altura comercial das árvores, os troncos foram seccionados em discos de 5 cm de espessura, estratificados axialmente em porcentagens de 0, 25, 50, 75 e 100% em relação à altura comercial de cada árvore. Sequencialmente os discos foram identificados, descascados e processados.

O experimento foi conduzido utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), para todas as variáveis quantificadas na madeira e considerando o tratamento, as porcentagens das alturas. Para comparação das médias foi aplicado o teste Tukey a 5% de significância.

Em seguida aos testes aplicou-se a análise de componentes principais (ACP), com o objetivo de gerar o gráfico (biplot) para verificar o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados.

A amostragem, o processamento do material, as análises químicas para quantificação dos teores de lignina e teores de extrativos, bem como a determinação da massa específica básica, tiveram como referência as normas apresentadas na

Tabela 1. Todos os ensaios foram realizados com seis repetições.

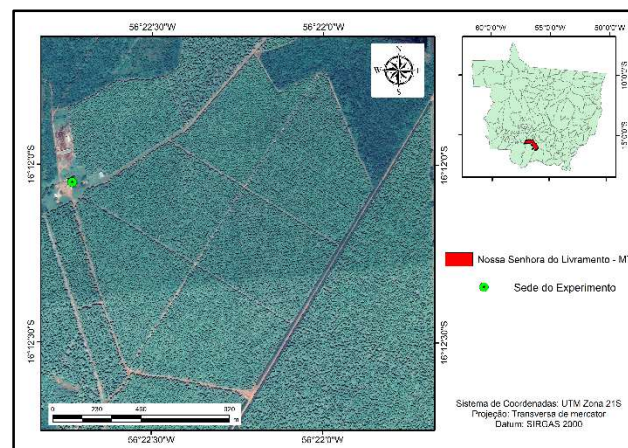


Figura 1. Localização geográfica do local de coleta. Fonte: Google Earth (2019).

Figure 1. Geographic location of collection site. Source: Google Earth (2019).

Tabela 1. Análises propostas e normas utilizadas.

Table 1. Proposed analyzes and standards used.

| Análises Propostas | Normas Utilizadas |
|------------------------------------|-------------------|
| Processamento do Material | ABTCP M1/71 |
| Umidade | ABTCP M2/71 |
| Extrativos em Água Fria | ABTCP M4/68 |
| Extrativos em Água Quente | ABTCP M4/68 |
| Extrativos em NaOH (1%) | ABTCP M5/68 |
| Extrativos em Etanol/Tolueno (1:2) | ABTCP M3/69 |
| Lignina Klason | ABTCP M10/71 |
| Massa específica básica | ABNT/NBR 11941-02 |

3. RESULTADOS

Os valores médios para os ensaios realizados na madeira de *Khaya ivorensis*, bem como o resultado do teste de médias estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Teste de médias para os teores de extrativos, lignina e massa específica básica na madeira de *Khaya ivorensis*.

Table 2. Test of means for the levels of extracts, lignin and basic specific mass for the wood of *Khaya ivorensis*.

| Altura (%) | Teores médios (%) | | | | | MEB (g cm ⁻³) |
|------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | Água | | NaOH | E/T | LIG | |
| | Fria | Quente | | | | |
| 0 | 4,67 ^a (±1,02) | 5,91 ^a (±1,55) | 21,86 ^a (±0,96) | 7,87 ^a (±0,26) | 31,47 ^a (±0,59) | 0,55 ^a (±0,02) |
| 25 | 3,96 ^a (±0,96) | 5,02 ^a (±1,25) | 21,02 ^{ab} (±1,30) | 6,81 ^{ab} (±0,74) | 30,64 ^{ab} (±1,14) | 0,52 ^a (±0,03) |
| 50 | 3,73 ^a (±0,96) | 4,62 ^a (±1,83) | 20,11 ^b (±0,33) | 6,05 ^{bc} (±0,79) | 30,31 ^{ab} (±0,37) | 0,51 ^a (±0,03) |
| 75 | 3,63 ^a (±0,98) | 4,80 ^a (±1,38) | 20,01 ^b (±0,38) | 5,75 ^{bc} (±0,52) | 29,65 ^b (±0,28) | 0,53 ^a (±0,03) |
| 100 | 3,54 ^a (±1,01) | 4,50 ^a (±1,05) | 19,86 ^b (±0,38) | 5,26 ^c (±0,39) | 29,39 ^b (±0,14) | 0,55 ^a (±0,03) |
| Média | 3,91 | 4,97 | 20,57 | 6,35 | 30,29 | 0,53 |
| CV(%) | 24,80 | 27,68 | 5,10 | 17,01 | 3,10 | 5,35 |

NaOH = Hidróxido de sódio (1%); E/T = Etanol/tolueno (1:2); LIG = Lignina; MEB = Massa específica básica. Médias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem estatisticamente conforme o teste Tukey (p > 0,05). Os valores entre parêntesis correspondem ao desvio padrão.

Dentre os quatro métodos utilizados para a quantificação de extrativos, a água fria foi o que solubilizou a menor média percentual (3,91%) em comparação com os outros três solventes, e o hidróxido de sódio foi que retirou a maior média percentual (20,57%).

Em relação às análises efetuadas na direção axial do tronco (sentido base-topo), o teor de extrativos em hidróxido de sódio (1%) e etanol/tolueno (1:2) na base (altura comercial equivalente a 0%), foram maiores e diferentes estatisticamente das demais alturas. O percentual de lignina também foi maior e significativamente diferente para essa mesma posição (base - 0%). Nota-se ainda, que os extrativos solúveis nos solventes citados anteriormente e a lignina, diminuíram seus teores no sentido da base (altura comercial equivalente a 0%) para o topo (altura comercial equivalente a 100%). As extrações em água fria e água quente, bem como a massa específica básica, não apresentaram diferença estatística no sentido axial do tronco.

Na Tabela 3 apresentam-se os coeficientes de correlação de Pearson (r), o qual visa verificar a correlação entre duas variáveis estudadas informando numericamente, o grau de relação linear entre elas. A extração em água fria mostrou correlação significativa e positiva com a água quente (0,85) e com o hidróxido de sódio (0,56). Também foi verificado uma correlação significativa e positiva entre o hidróxido de sódio e a mistura de etanol/tolueno. Isso provavelmente ocorreu devido a solubilidade dos mesmos tipos de compostos nos diferentes solventes, ou seja, diferentes reagentes solubilizando o mesmo grupamento químico. Para a lignina houve correlação significativa e positiva com o hidróxido de sódio (0,88) e com etanol/tolueno (0,68), que são solventes orgânicos neutros. Entretanto, não houve correlação da

lignina com a água, uma vez que ela é um solvente polar, e a lignina é um conjunto de compostos químicos correlatos. Constatou-se também que a massa específica básica não apresentou correlação com nenhuma das propriedades químicas estudadas.

Tabela 3. Coeficientes de Pearson para as características químicas e físicas de *Khaya ivorensis*.

Table 3. Pearson coefficients for the chemical and physical characteristics of *Khaya ivorensis*.

| | AQ | NaOH | E/T | LIG | MEB |
|------|--------|---------|---------|---------|----------|
| AF | 0,85 * | 0,56 * | 0,37 * | 0,38 ns | -0,33 ns |
| AQ | | 0,36 ns | 0,32 ns | 0,17 ns | -0,31 ns |
| NaOH | | | 0,75 * | 0,88 * | -0,28 ns |
| E/T | | | | 0,68 * | -0,12 ns |
| LIG | | | | | -0,26 ns |

AF = Água fria; AQ = Água quente; NaOH = Hidróxido de sódio (1%); E/T = Etanol/tolueno; LIG = Lignina; MEB = Massa específica básica.

* Correlação significativa em nível de 5% de probabilidade.

ns Correlação não significativa em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos dos componentes principais, seus respectivos autovalores e as porcentagens da variância explicada por esses componentes estão apresentados na Tabela 4.

Considerando-se a importância relativa dos componentes principais, os primeiros componentes são responsáveis pela maior explicação da variância total. Observa-se que apenas os dois primeiros componentes são suficientes para explicar a maior parte (77,04%) da variação total dos dados, sendo 54,97% da primeira componente e 22,07% para segunda componente.

Tabela 4. Autovalores, contribuições e autovetores associados aos autovalores obtidos a partir da matriz de correlação para as características químicas e físicas *Khaya ivorensis*.

Table 4. Eigenvalues, contributions and eigenvectors associated to the eigenvalues obtained from the correlation matrix for the chemical and physical characteristics of *Khaya ivorensis*.

| Componentes principais | Autovalor (λ_i) | Contribuição (% λ_i) | Autovetores associados aos autovalores | | | | | |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|-------------|--------------------|----------------|---------|------------------|
| | | | Água fria | Água quente | Hidróxido de sódio | Etanol/Tolueno | Lignina | Massa específica |
| 1 | 3,30 | 54,97 | 0,43 | 0,36 | 0,50 | 0,43 | 0,44 | -0,24 |
| 2 | 1,32 | 22,07 | -0,44 | -0,58 | 0,28 | 0,34 | 0,42 | 0,29 |

O primeiro componente refere-se a diferença entre as características químicas da madeira em relação ao teor de extrativos solúveis em água fria, água quente, hidróxido de sódio, etanol/tolueno e teor de lignina, quando em contraste com a característica física (massa específica básica). O segundo componente foi mais explicado pelas variáveis agrupadas (hidróxido de sódio, etanol/tolueno, lignina e massa específica básica) em contraste com os extrativos solúveis em água (fria e quente), pois a água é um solvente mais fraco devido a sua polaridade. Diante dos autovetores obtidos, pode-se constatar que as duas primeiras componentes principais, reúnem características favoráveis para a exploração de diferentes produtos e coprodutos advindos da madeira de mogno.

Após a análise dos componentes principais gerou-se o gráfico biplot (Figura 2). Nesse gráfico, os eixos de ordenação foram divididos em quatro quadrantes, sendo: o primeiro quadrante o superior direito, segundo quadrante o superior esquerdo, terceiro quadrante o inferior esquerdo e quarto quadrante o inferior direito.

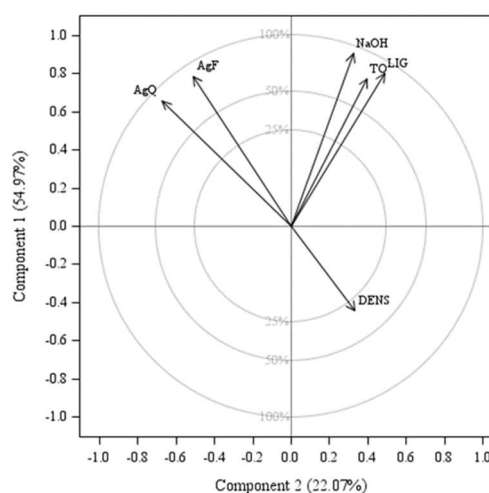


Figura 2. Gráfico Biplot para as variáveis das características químicas e físicas *Khaya ivorensis*.

Figure 2. Biplot chart for the variables of the chemical and physical characteristics of *Khaya ivorensis*.

Nos quadrantes 1 e 2 encontram-se as variáveis químicas relativas aos teores de extrativos solúveis em água fria e quente, hidróxido de sódio, etanol/tolueno e teor de lignina, em contraposição com a variável física massa específica básica. Os extrativos em água apresentam um ângulo $< 90^\circ$, isso significa que há uma alta e positiva correlação (0,85) entre esses métodos de extração. No segundo quadrante (hidróxido de sódio, etanol/tolueno e lignina), apresentaram ângulo $< 90^\circ$, estando dentro desse grupo, os compostos químicos que apresentaram maior potencial de reação e extração na madeira de *K. ivorensis*.

4. DISCUSSÃO

Em relação à solubilidade dos extrativos nos diferentes solventes, verificou-se que a água fria foi o método que extraiu quantitativamente, menos compostos (3,91%) e o hidróxido de sódio foi o que retirou mais (20,57%). Isso provavelmente ocorreu devido à característica química dos solventes, pois a água é um solvente neutro polar e o hidróxido é um solvente orgânico alcalino, o que o torna potencialmente mais eficaz na remoção de compostos orgânicos (FENGEL; WEGENER, 1989).

Wastowski (2018), cita que os extrativos podem ser classificados de acordo com o solvente utilizado para sua solubilização, sendo que a água fria extrai gomas, taninos, açúcares e corantes. A água quente extrai os mesmos compostos que a água fria e também amido. O hidróxido de sódio extrai terpenos e fenóis e a mistura etanol/tolueno extrai ceras, gorduras, óleos, ésteres e misturas de compostos.

A correlação de Pearson para a extração em água fria foi significativa e positiva para extração em água quente e hidróxido de sódio (Tabela 3). O hidróxido de sódio é um álcali com considerável mecanismo de reação e o seu uso em ensaios químicos com madeiras é amplamente recomendado para verificar a durabilidade natural das espécies arbóreas.

A durabilidade natural das madeiras normalmente é atribuída aos compostos químicos secundários, denominados extrativos, que na escala macro se apresentam em grandes proporções na casca e no cerne, e na escala micro localizam-se, geralmente, nos espaços intercelulares ou dentro de canais secretores especiais das árvores, se destacando nesse caso, como material de reserva e proteção. Fengel; Wegener (1989) descreveram que para algumas espécies, a qualidade dessas substâncias secundárias são mais importantes do que sua quantidade, ou seja, o poder de atuação como agente biocida na madeira, é em função do tipo de composto químico presente e não da sua quantidade média relativa.

França et al. (2016), estudando duas espécies de mogno africano de 19 anos de idade, provenientes do Brasil, verificaram que o cerne das duas madeiras foram naturalmente mais duráveis do que o alburno. Adedeji et al. (2018), trabalhando com *K. ivorensis* com idade de 45 anos, do continente africano, relataram que os extrativos dessa espécie tinham um alto conteúdo de alcaloides, flavonoides, fenóis, saponinas e taninos, os quais mostraram em ensaio de campo, uma elevada atividade inseticida.

Para o teor de lignina, o coeficiente de Pearson mostrou que houve uma correlação forte e positiva dela com os teores de extrativos solúveis em hidróxido de sódio (1%) e também na mistura etanol/tolueno (Tabela 3). De acordo com Fengel; Wegener (1989), estes solventes são capazes de solubilizar grupos fenólicos que por sua vez fazem parte da composição

química de alguns extrativos e da lignina, provavelmente por isso houve essa forte correlação entre eles. Inclusive, os precursores biossintéticos deles são os mesmos, e alguns subprodutos da lignina são aproveitados para a síntese de extrativos (WASTOWSKI, 2018).

Ndukwe et al. (2012) ao pesquisarem o percentual de lignina e extrativos de 20 espécies provenientes da Forestry Research Institute of Nigerian (FRIN), quantificaram para a espécie *K. ivorensis* valores médios de 7,5% de extrativos solúveis em etanol/tolueno e 31,40% para lignina. Esses resultados foram próximos aos encontrados nesta pesquisa (Tabela 2), para os teores de extrativos solúveis em etanol/tolueno (6,35%) e de lignina (30,29%).

Na análise da massa específica básica ao longo do tronco (Tabela 2), observou-se que o valor mais alto foi na base do tronco (altura de 0%), diminuindo no meio (alturas de 25% e 50%) aumentando rumo ao ápice (alturas de 75% e 100%), porém sem diferença estatística entre elas. Esta tendência visual de variação de massa específica básica demonstrada neste trabalho, corresponde ao segundo modelo de variação de massa específica proposto por Panshin; De Zeeuw (1980), no qual a massa específica decresce até o meio do tronco e a partir desse ponto cresce até o topo. Essa é uma tendência usual dentro das espécies de folhosas.

Marques et al. (1997) classificaram as espécies de folhosas da Amazônia brasileira, conforme sua massa específica básica, como sendo: leve, quando a massa específica básica for menor que $0,500 \text{ g cm}^{-3}$; média, quando situa-se entre $0,500 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,720 \text{ g cm}^{-3}$; pesada, quando encontra-se acima de $0,720 \text{ g cm}^{-3}$. Segundo essa classificação, que é uma das mais antigas, a madeira de *Khaya ivorensis*, estudada nesta pesquisa, encontra-se na classe de madeira de média densidade ($0,530 \text{ g cm}^{-3}$).

Carvalho et al. (2010) ao caracterizarem as propriedades físicas da madeira de *K. ivorensis*, em árvores com 10 anos de idade verificaram valores médios de massa específica básica de $0,470 \text{ g cm}^{-3}$. França et al. (2015), trabalhando com duas espécies de mogno africano com idade de 19 anos encontraram valores médios de massa específica básica de $0,491 \text{ g cm}^{-3}$ para *K. ivorensis* e de $0,588 \text{ g cm}^{-3}$ para *K. senegalensis*. Soranso et al (2016) estudando a espécie *K. ivorensis* aos cinco anos de idade em diferentes espaçamentos de plantio, relataram valores de massa específica básica variando de $0,590 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,610 \text{ g cm}^{-3}$. Os resultados acima diferem dos encontrados nesta pesquisa que foi de $0,530 \text{ g cm}^{-3}$ (Tabela 2). As diversidades provavelmente ocorreram, devido ao incremento e idade diferentes das árvores, bem como o sítio diversificado de onde elas desenvolveram.

Não houve correlação significativa pelo coeficiente de Pearson, entre as propriedades químicas e físicas estudadas (Tabela 3). Contudo, essas propriedades evidenciaram um nível satisfatório de qualidade para a madeira analisada, o que aprimora e ressalta o potencial dessa espécie para outros usos, além do seu tradicional, que é para madeira serrada.

Sadiku; Abdulkareem (2019), ao investigarem várias madeiras do continente africano, concluíram que a madeira de *K. ivorensis*, além de ser utilizada para serrar, também apresentaram potencial para a indústria de celulose e papel, pois apresentaram características de fibras aceitáveis para este propósito.

Conforme Ribeiro et al. (2017), os principais aspectos que justificam e têm embasado o investimento em plantios de mogno-africano em áreas tropicais mundiais são suas

propriedades tecnológicas (físicas, mecânicas, químicas, anatômicas trabalhabilidade e aparência) bem similares ao mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*) que é uma madeira apreciada pelo setor moveleiro e demais outros. Albuquerque et al. (2013), afirmaram em seus estudos que a espécie *K. ivorensis*, apresenta ótima qualidade de madeira e que alcança preços elevados no mercado nacional e internacional.

Em se tratando de investimento nos plantios com mogno africano, Ribeiro et al. (2018) relataram que a probabilidade de insucesso é praticamente zero, destacando-o como uma boa opção para o setor florestal, uma vez que possui altos valores de taxa interna de retorno (14 a 25%), o que são superiores à maioria das taxas de investimento disponíveis no mercado. Júnior et al. (2018) corroboram com essa ideia, informando que o plantio de *Kaya ivorensis* em pequena propriedade, com ciclo de 20 anos, é um projeto viável e apresenta baixa sensibilidade às variações do mercado.

5. CONCLUSÕES

A madeira estudada apresentou correlação positiva entre os teores de extrativos e teor de lignina, o que pode auxiliar na sua durabilidade natural. Por outro lado, os valores médios de massa específica básica fortalecem a indicação dessa espécie para o setor moveleiro, pois esse é um dos requisitos para a área de confecção, usinagem e acabamento de móveis de madeira. A técnica multivariada de componentes principais mostrou-se eficiente para distinguir as propriedades químicas e físicas da madeira, possibilitando elevar o seu potencial para usos múltiplos, o que agregaria valor à espécie.

6. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo apoio financeiro, e à Empresa Teca do Brasil Florestal/MT, por fornecer o material arbóreo utilizado na pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- ADEDEJI, G. A.; OGUNSANWO, O. Y.; EGUAKUN, F. S.; ELUFIOYE, T. O. Chemical composition and termiticidal activity of *Khaya ivorensis* stem bark extracts on woods. **Maderas. Ciencia y tecnología**, Concepción, Chile, v. 20, n. 3, p. 315 - 324, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2018005003201>
- ALBUQUERQUE, M. P. F.; MORAES, F. K. C.; SANTOS, R. I. N.; CASTRO, G. L. S.; RAMOS, E. M. L. S.; PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a deficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p. 9-16, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000100002>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - **NBR 11941-02**. Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MOGNO AFRICANO (ABPMA). Mercado nacional produção de mogno africano. Ano: 2018. Disponível em: <<http://abpma.org.br/apresentacao>>. Acesso em: 16 nov 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL (ABTCP). Normas Técnicas ABTCP. São Paulo: **ABTCP**, 1974, 32 p.
- CARVALHO, A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**, Lavras, v. 16, Suplemento EBRAMEM, p. 106-114, 2010.
- CASAROLI, D.; ROSA, F. O DE; JÚNIOR, J. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; BRITO, B. V DE; PENA, D. S. Aptidão edafoclimática para o mogno-africano no Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 357-368, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831606>
- FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; BARAUNA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 633-40, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201521041877>
- FRANÇA, T. S. F. A.; FRANÇA, F. J. N.; ARANGO, R. A.; WOODWARD, B. M.; ARANTES, M. D. C. Natural resistance of plantation grown African mahogany (*Khaya ivorensis* and *Khaya senegalensis*) from Brazil to wood-rot fungi and subterranean termites. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 107, p. 88-91, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.11.009>
- FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. 2. ed. Berlin: Walter de Gruyter, 1989. 613 p.
- JUNIOR, C. P.; ALONSO, M. P.; CORTESE, D.; PIEROZAN, C. R.; WALTER, J. B.; CORTESE, D. Viabilidade econômica da produção de *Khaya ivorensis* em pequena propriedade no Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, e201701495, p. 1-9, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201701495>
- MARQUES, M. H. B.; MELO, J. E.; MARTINS, V. A. Madeiras da Amazônia: características e utilização. **IBAMA**, Brasília, 1997. 78p.
- NDUKWE, N. A.; OKIEI, W. O.; ALO, B. I. Correlates of the yield of chemical pulp, lignin and the extractive materials of tropical hardwoods. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 40, p. 5518-5524, 2012.
- PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3. ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722p.
- REBELLATO, L.; CUNHA, C. N. Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 19, n. 4. p. 789-799, 2005.
- REIS, C. A. F.; OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, A. M. **Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades perspectivas do cultivo no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 378 p.
- RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; SCOLFORO, J. R. S. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p. 1-11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.076814>
- RIBEIRO, A.; SILVA, C. S. J.; FILHO, A. C. F.; SCOLFORO, J. R. S. Financial and risk analysis of African mahogany plantations in Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n.2, p. 148-158, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542018422026717>
- SADIKU, N. A.; ABDUKAREEM, K. A. Fibre morphological variations of some Nigerian Guinea savannah timber species. **Maderas. Ciência e**

Tecnologia, Concepción, Chile, v. 21, n. 2, p. 239-248, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2019005000211>

SILVA, J. G. M.; VIDAURRE, G. B.; ARANTES, M. D. C.; BATISTA, D. C.; SORANSO, D. R.; BILLO, D. F. Qualidade da madeira de mogno africano para a produção de serrados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 181-190, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.18>

SORANSO, D. R.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO, M.; SILVA, J. G. M.; ARANTES, M. D. C. Variabilidade física e anatômica da madeira de *Khaya ivorensis* A. Chev. em diferentes espaçamentos de plantio. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 110, p. 519-526, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n110.24>

WASTOWSKI, A. D. **Química da madeira**, 1. ed., Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2018. 584p.