

# ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DAS ESPÉCIES *Azadirachta indica* A. Juss. E *Prosopis juliflora* (Sw.) DC

Marcos Daniel de Sousa Gomes<sup>1</sup>  
Fábio José Vieira<sup>2</sup>

**RESUMO:** A exploração da mata nativa para uso como fonte energética e a inserção e proliferação de espécies exóticas, ambos prejudicam o ecossistema e afetam a biodiversidade da Caatinga. Este trabalho busca avaliar o uso da madeira de duas espécies exóticas como lenha, através da análise das propriedades físicas das madeiras e do cálculo IVC, objetivando-se apontar a utilização dessas espécies exóticas, como forma de preservar a mata nativa. Foram coletadas amostras de 10 indivíduos por espécie, e realizadas as análises do teor de umidade e da densidade, e com os valores observados calculou-se os IVC's. foi verificado que a espécie *A. indica* A. Juss. apresentou alto teor de umidade, o que influenciou no IVC da espécie. A densidade para ambas as espécies apresentou bons índices. O IVC da espécie *A. indica* A. Juss. foi de 0,015597, e o da espécie *P. juliflora* (Sw.) DC foi de 0,021866. Foi concluído que ambas as espécies podem ser utilizadas, onde para que a espécie *A. indica* A. Juss. possa ser utilizado é necessário passar por um processo de secagem.

**Palavras-chave:** fitocombustível, preservação da Caatinga, plantas exóticas.

## ANALYSIS OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE WOOD FROM THE SPECIES *Azadirachta indica* A. Juss. AND *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

**ABSTRACT:** The exploitation of native forest as an energy source and the introduction and proliferation of exotic species, both harm the ecosystem and affect the biodiversity of the Caatinga. This study aims to evaluate the use of wood from two exotic species as firewood, through the analysis of the physical properties of the woods and the calculation of IVC, with the objective of pointing out the use of these exotic species as a way to preserve the native forest. Samples were collected from 10 individuals per species, and moisture content and density were analyzed, and the IVC values were calculated based on the observed values. It was found that the species *A. indica* A. Juss. had a high moisture content, which influenced the IVC of the species. The density for both species showed good indices. The CVI of the species *A. indica* A. Juss. was 0.015597, and for the species *P. juliflora* (Sw.) DC was 0.021866. It was concluded that both species can be used, where the species *A. indica* A. Juss. needs to undergo a drying process to be used as fuelwood.

**Keywords:** biofuel, Caatinga preservation, exotic plants.

---

<sup>1</sup>(autor para correspondência) Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí, Bolsista PIBIC/CNPq - <sousamarcosdaniel@gmail.com>;

<sup>2</sup>Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí, docente na Universidade Estadual do Piauí - <fvieira@pcs.uespi.br>.

## INTRODUÇÃO

O uso de madeira como fitocombustível nas zonas rurais do nordeste do Brasil, assim como em comunidades rurais em todo o mundo, ainda se dá de forma intensa, por questões tanto econômicas como culturais. E esse consumo exagerado com o passar do tempo pode gerar problemas ambientais para a região, como extinção de espécies, e problemas sociais para as famílias que dependem desse recurso (FONSECA FILHO *et al.*, 2016; MARTINS *et al.*, 2021; RAMOS, *et al.*, 2008b), pois “a queima de fitocombustíveis é um agente primordial para o equilíbrio econômico das residências nas comunidades rurais” (CARVALHO, 2020).

Na região Nordeste o uso de fitocombustíveis se dá principalmente por questões econômicas, mas também existe um fator cultural relacionado a essa prática (RAMOS *et al.* 2008a; RAMOS; ALBUQUERQUE, 2012). E “considerando que muitas famílias podem coletar lenha gratuitamente, ela continuará sendo a fonte de energia mais barata para cozinhar no Brasil” (COELHO *et al.*, 2018).

No bioma Caatinga também vem acontecendo também há vários anos a inserção e proliferação descontrolada de espécies invasoras, causando diversas modificações no ambiente da região, podendo provocar problemas ambientais e econômicos (FABRICANTE, 2013). Essas espécies tendem a se alastrar no ambiente em que estão a ser inseridas, causando danos as espécies nativas e ao ecossistema ali pré-existente, causando muitas vezes a extinção de espécies. Essa rápida infestação muito se deve ao fato de que essas espécies exóticas serem bastante superiores, no sentido da disputa por nutrientes e na capacidade reprodutiva e de dispersão, sobre as espécies nativas (PIVELLO, 2011).

A espécie exótica *Prosopis juliflora* (Sw) DC., de nome popular Algaroba, foi introduzida no Brasil na década de 1940 na região Nordeste com o objetivo de recuperar áreas desmatadas, ela é originária de regiões áridas e semiárida da América do Norte e Central, e Norte da América do Sul, e vem se disseminado rapidamente, afetando bastante o ambiente e as espécies nativas da Caatinga (FABRICANTE, 2013; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2022).

Já a espécie exótica *Azadirachta indica* A. Juss., conhecida como Nim indiano, foi introduzida no Brasil na década de 1990, e desde então tem sido usada principalmente na arborização por todo o país, essa planta é originária da Índia e se adapta aos mais variados biomas (Caatinga, Cerrado, Restinga, Floresta Amazônica, Mata Atlântica Nordeste e Estacionais), podendo acarretar alguns problemas ambientes (FABRICANTE, 2014).

Tanto a *A. indica* A. Juss. como a *P. juliflora* (Sw) DC. são espécies exóticas introduzidas no Brasil, e que estão presentes na Caatinga, onde podem causar a destruição de ecossistemas. Então é necessário a realização de estudos acerca destas que busquem estudar a nível de invasão biológica e outros que busquem determinar formas alternativas de lidar com esse problema (MAGALHÃES; SILVA-FOSBERG, 2016; SILVA NETO *et al.*, 2022), algo que é pouco explorado por pesquisas.

Dado o reconhecimento da importância da realização de estudos sobre essas espécies introduzidas e da utilização de madeira como lenha e carvão por comunidades rurais, pode-se questionar: As espécies *Azadirachta indica* A. Juss. e *Prosopis juliflora* (Sw) DC. têm potencial de serem usadas como fitocombustível?

E portando, este trabalho busca avaliar a potencialidade do uso da madeira dessas árvores como lenha, através da análise das propriedades físicas (teor de umidade e densidade) de suas madeiras e do cálculo do Índice de Valor Combustível (IVC), um parâmetro utilizado avaliar a qualidade da madeira (VIEIRA, 2014; RAMOS *et al.*, 2008; KUMAR *et al.*, 2011; ABBOT; LOWORE, 1999) podendo-se, em caso resultados positivos, apontar a utilização dessas espécies exóticas, como forma de preservar a mata nativa.

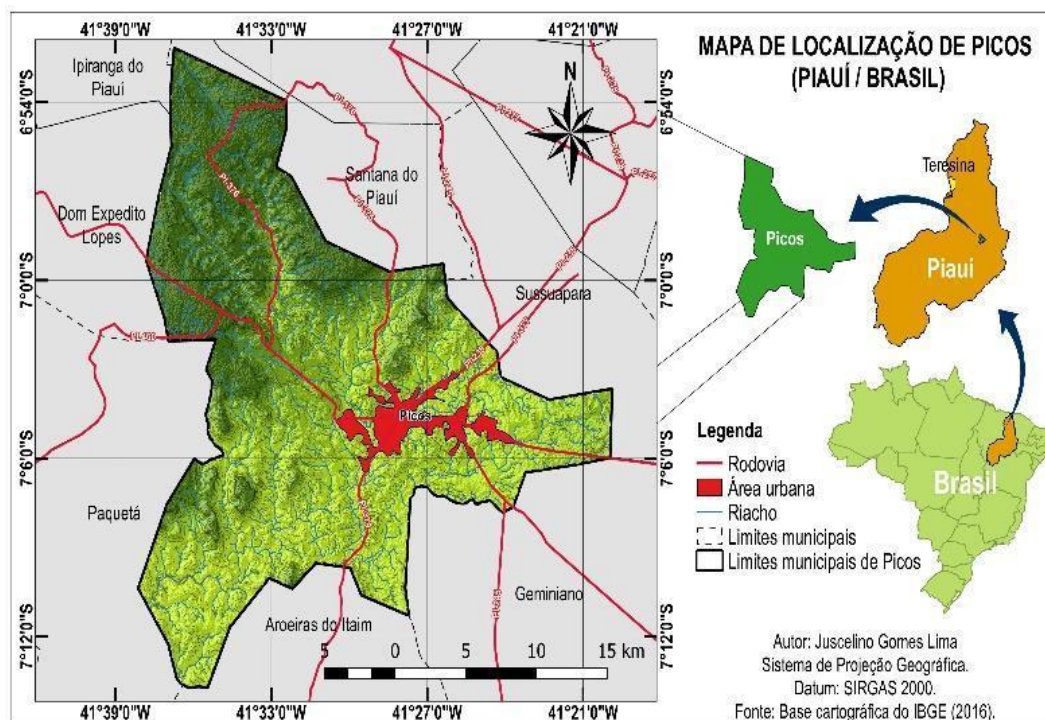
## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Picos (Figura 1), que apresenta uma área de 577,284 km<sup>2</sup> e está localizado a uma latitude 07°04'37" sul e a uma longitude 41°28'01" oeste, na mesorregião sudeste do estado do Piauí. (IBGE, 2022). O município localiza-se em uma região com clima semiárido quente com chuvas de verão, que é caracterizado por temperaturas que variam entre 22°C a 39°C. A média anual de precipitação pluviométrica na região é de 600 mm (AGUIAR; GOMES, 2004).

O relevo da região apresenta-se variando, com algumas áreas suaves e outras onduladas. Quanto ao solo, a região possui diferenças em unidades, como: solos álicos, distróficos e litólicos, que são rasos ou muito rasos, de fase pedregosa e textura média; e solos podzólicos vermelho-amarelos, que são de fase pedregosa e não pedregosa e de textura média e argilosa (JACOMINE, 1986 apud ROCHA, 2017).

FIGURA 1. Mapa do município de Picos-PI. Fonte: LIMA; DEPONTI.; KARNOPP, 2017.



### Coleta de dados

Para avaliar a capacidade fitocombustível das espécies estudadas é necessária, primeiramente, a análise das propriedades físicas (umidade e densidade) de suas madeiras, e em seguida é calculado o índice de valor combustível (IVC), que determina a qualidade da madeira para o uso como lenha.

Em um primeiro momento realizou-se a coleta das amostras, onde foram selecionados 10 indivíduos de cada espécie, uma população amostral maior que a utilizada por trabalhos semelhantes buscando uma maior generalização dos dados. De cada indivíduo foi cortado um galho com 40 cm de comprimento de madeira e com 2 a 3,5 cm de diâmetro, esse pedaço foi

subdividido em 4 partes iguais de 10 cm, tendo como resultado 40 subamostras por espécie. Essas amostras foram colocadas em recipientes (sacos plásticos), devidamente identificadas e lacradas para não permitir a perda de umidade, para que se tenha o controle durante todo o processo (KUMAR *et al.*, 2011; RAMOS *et al.*, 2008b; VIEIRA, 2014).

Para determinar o teor de umidade as amostras foram pesadas após a coleta com o saco plástico, retirando o peso do mesmo, para obtenção do peso fresco. Logo após trocou-se os sacos plásticos por sacos de papel, e em seguida foram levadas a uma estufa com temperatura de  $100\pm 3^{\circ}\text{C}$  por um período de 24 horas, depois desse período foram pesadas novamente, até que se obter-se valores consecutivos iguais para cada amostra. Com esses dados foi subtraído o peso seco do peso fresco, apresentando o valor em porcentagem (VIEIRA, 2014).

Após essa etapa, foi avaliada a densidade, e para isso é necessário obter o volume das amostras, que foi feita de duas formas. Na primeira, as amostras foram submetidas a imersão em água por um período de 5 dias, e após retirados e deixados sobre um papel toalha, por cerca de 10 minutos, para perder o excesso de água, e em seguida tiveram seus diâmetros medidos, e os valores encontrados foram aplicados na fórmula  $V = \frac{\pi \times D^2 \times C}{4}$ , em que V é o volume, D é o diâmetro saturado, e C é o comprimento, registrando um valor em  $\text{cm}^3$ . Prosseguindo, a densidade foi então calculada dividindo o peso seco pelo volume (RAMOS *et al.*, 2008b).

**TABELA 1. Propriedades físicas da madeira e Índice de Valor combustível (IVC) das espécies *Azadirachta indica* A. Juss. e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.**

ESPÉCIE	TEOR DE UMIDADE (%)	DENIDADE ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	IVC
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	47,98	0,73	0,015597
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	35,25	0,78	0,021866

E por fim, utilizado-se os dados obtidos nas análises anteriores, foi calculado o IVC, onde nesse trabalho optou-se pelo uso do cálculo desse índice que considera somente os valores a densidade e teor de umidade, pois esses são as propriedades mais relevantes nas características de uma boa madeira para uso como material combustível, sendo o índice calculado por meio da divisão do primeiro pelo segundo, respectivamente (RAMOS *et al.*, 2008b; VIEIRA, 2014; ABBOT; LOWORE, 1999).

### Análise de dados

Após a conclusão de toda fase da coleta de dados e dos cálculos dos índices das propriedades físicas da madeira, esses dados foram tabulados em planilhas do Microsoft Excel, gerando-se posteriormente uma tabela, por meio do qual é possível fazer uma análise descritiva e comparativa dos dados, de forma sistemática e objetiva.

## RESULTADOS

A partir da pesagem das amostras antes (peso fresco) e depois do processo de secagem (peso seco) em estufa avaliou-se o teor de umidade (TABELA 1). Onde a espécie *A. indica* A. Juss. apresentou, como resultados, teor de umidade o alto valor médio de 47,98%, já a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC apresentou o valor de teor de umidade de 35,25%, o que é considerado um bom número para um fitocombustível.

Já a análise da densidade, que se dá através do cálculo utilizando os valores de volume e peso seco das amostras, forneceu os seguintes resultados (TABELA 1): *A. indica* A. Juss. apresentou como densidade 0,73 g/cm<sup>3</sup>, já a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC apresentou densidade de 0,78 g/cm<sup>3</sup>. Ambas as espécies possuem índices dessa propriedade adequados para a finalidade estudada.

E utilizando-se dos dados encontrados nas análises, calculou-se o IVC (principal dado – índice que indica a capacidade combustível da madeira) de cada espécie (TABELA 1), com a espécie *A. indica* A. Juss. apresentando IVC de 0,015597, considerado baixo, tendo sido afetado pelo alto teor de umidade, e com a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC apresentando o valor desse mesmo índice de 0,021866, um índice muito bom para utilização como lenha.

## DISCUSSÃO

Os dados obtidos no presente estudo indicam que a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC possui valores de IVC e das propriedades físicas que é adequado para uma madeira com qualidade para ser usada como fonte energética. Já a espécie *A. indica* A. Juss. apresenta valores de IVC e do teor de umidade que a tornam menos atraentes para uso como fitocombustível, mas o valor da densidade apresenta-se adequado para tal uso.

O conjunto de achados demonstram que, nas circunstâncias e limitações definidas no presente artigo, a utilização da madeira da espécie *P. juliflora* (Sw.) DC como lenha é uma alternativa viável e com potencial de contribuir para a preservação da vegetação nativa. E com relação a utilização da madeira da espécie *A. indica* A. Juss. como lenha é uma alternativa possível, mas é necessário o uso de algum método que promova a diminuição do teor de umidade para que a madeira dessa espécie possa ser indicada como material combustível.

O IVC é um índice por meio do qual é possível comparar as madeiras de diferentes espécies e correlacioná-las com dados de preferências de consumo de lenha por comunidades (VIEIRA, 2014; RAMOS *et al.*, 2008b; KUMAR *et al.*, 2011; ABBOT; LOWORE, 1999;). As principais propriedades usadas para definir se uma espécie é adequada para ser utilizada como lenha são a densidade e o teor de umidade, pois estão diretamente ligadas a características (tempo de combustão, poder calorífico, facilidade de ignição, baixa produção de fumaça, tempo de secagem, peso) mais significativas apontadas em estudos como mais apreciadas pelos coletores e consumidores desse recurso (VIEIRA, 2014; RAMOS *et al.*, 2008a, ABOOT *et al.*, 1997, TABUTI *et al.*, 2003).

Outro índice também é importante na escolha de uma boa madeira para lenha, o teor de cinzas, e este está incluído no cálculo do IVC em alguns trabalhos, nesta pesquisa não foi incluído a análise deste, por motivos logísticos. Mas segundo Abbot *et al.* (1997) o IVC sem a inclusão do teor de cinzas é igualmente eficaz, já que foi apontado na sua pesquisa que os critérios de produzir brasas de longa duração, que propiciado por maiores densidades, e ter boa inflamabilidade e baixo peso da madeira, que proporcionado por uns baixos teores de umidade, são os mais importantes.

Existem vários trabalhos que trazem a preferência de determinadas comunidades rurais por certas espécies para uso como fitocombustíveis e em alguns trabalhos é buscado avaliar a qualidade dessas espécies preferidas através das propriedades físicas da madeira e do IVC (RAMOS *et al.*, 2008b; KUMAR *et al.*, 2011; ABBOT; LOWORE, 1999; VIEIRA, 2014, entre outros), a partir dos resultados obtidos por esses trabalhos pode-se avaliar a madeira das espécies analisadas no presente estudo.

Segundo Vieira (2014), na comunidade rural onde realizou seu estudo, as espécies preferidas apresentavam teores de umidade variando 23,64% e 39,97%, enquanto as espécies não utilizadas variaram de 55,77% a 69,92%. O que coloca os dados encontrados (TABELA 1) para a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC em parâmetros condizentes para uso como fitocombustível, mas aponta que a espécie *A. indica* A. Juss possui um teor de umidade alto, o que pode desqualificar seu uso, já que é trazido pelo autor que um alto teor de umidade acarreta uma diminuição da capacidade calorífica e aumenta emissão de poluentes. Os dados trazidos no trabalho de Ramos *et al.* (2008b) confirmam esse diagnóstico, visto que esse autor traz valores muito parecidos, onde as dez espécies preferenciais da comunidade estudada têm variação média do teor de umidade de 22,7% a 39,4%.

Já os dados apresentados no estudo de Abbot e Lowore (1999), em uma comunidade no Malawi, as 15 espécies mais comumente usadas apresentam o teor de umidade variando de 37,62% a 65,99%. Esses dados colocariam a espécie *A. indica* A. Juss comparativamente como adequada para uso como fitocombustível, mas, como trazido pelo próprio autor, aquele país apresenta há algum tempo com escassez de lenha, o que deve ser considerado, já que isso tem impacto nas escolhas e preferências, de acordo com a abundância de recursos.

Com relação a densidade, Vieira (2014) aponta essa variável, fator importante na decisão de um fitocombustível, pois madeiras com alta densidade tem uma queima mais demorada. Onde ele cita que três das espécies mais preferidas nas comunidades estudadas apresentam as maiores densidades, variando de 0,75 g/cm<sup>3</sup> a 0,82 g/cm<sup>3</sup>, o que coloca a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC com índice (0,78 g/cm<sup>3</sup>) dentro dessa faixa de valores e a espécie *A. indica* A. Juss com valor (0,73 g/cm<sup>3</sup>) muito próximo, mostrando que por esse parâmetro ambas as espécies são adequadas para uso como fitocombustível.

Já Ramos *et al.* (2008b) obteve valores de densidade das dez espécies preferenciais variando na média de 0,6033 g/cm<sup>3</sup> a 0,7921 g/cm<sup>3</sup>, valores próximos aos encontrados (densidade variando de 0,548 g/cm<sup>3</sup> a 0,758 g/cm<sup>3</sup>) no estudo de Abbot e Lowore (1999) para as 15 espécies comumente usadas na comunidade de seu estudo. Ambos os autores citados trazem parâmetros de densidade aos quais as espécies avaliadas no nosso estudo apresentam valores desse índice condizentes com madeiras de qualidade e que podem ser utilizadas como lenha.

O estudo de Ramos *et al.* (2008b) apresenta que na comunidade que estudou as dez espécies preferenciais tem IVC médio variando de 0,0175 a 0,0309, valores próximos aos encontrados por Vieira (2014) (IVC variando de 0,018969 a 0,02951). O que coloca apenas a espécie a *P. juliflora* (Sw.) DC em patamares de IVC relacionados com madeiras de qualidade. O estudo de Abbot e Lowore (1999) apesar de apresentar valores de IVC menores para madeiras preferidas, existem os fatores ligados a escassez do recurso que influenciam nas preferências como já citado.

Na análise do IVC, na qual se calcula utilizando os valores obtidos das propriedades físicas, até aqui discutidas, aplicados em fórmula já apresentada no artigo, ou seja, ambos os valores têm influência direta na qualidade da madeira. E assim apesar de a espécie *A. indica* A. Juss apresentar valor de densidade semelhante a espécie *P. juliflora* (Sw.) DC e de espécies apresentadas por outros estudos como preferidas em comunidades rurais para uso como fitocombustível, mas o alto teor de umidade torna o IVC dessa espécie baixo se comparado com outros estudos.

Ramos e Albuquerque (2012) em seu trabalho identificou a já utilização intensa da espécie *P. juliflora* (Sw.) DC como fitocombustível, ainda que de uma maneira menos frequente se comparado com outras espécies nativas, correlacionado esse fato com a menor disponibilidade. Essa espécie já havia sido destacada em uma outra comunidade por Ramos *et al.* (2008a) como a espécie exótica mais utilizada, mais e níveis abaixo se comparado com as espécies nativas.

No trabalho de Ramos *et al.* (2008b) no grupo de espécies com maior IVC está a *P. juliflora* (Sw.) DC como a 6<sup>a</sup> na lista de maior IVC mas com baixa utilização, o que é apoiado pelo estudo etnobotânico de Magalhães *et al.* (2017) que a coloca dentro das espécies estudadas mas em menor proporção as espécies nativas, em que Ramos *et al.* (2008b) afirma estar “relacionado principalmente ao seu fácil acesso”. E comparado com os resultados obtidos deste trabalho, quase que não houve variação na densidade, houve uma mínima variação para mais no teor de umidade, e também diferenças no IVC. Essas diferenças podem estar relacionadas a variações climáticas, sazonalidade, entre outros fatores que influenciam esses índices (ROCHA *et al.*, 2020).

Kumar, *et al.* (2011) em seu trabalho realizado na Índia, também realizou a análises das propriedades físicas da espécie *A. indica* A. Juss, onde essa se apresentou entre as 8 espécies com maior IVC, mas com diferenças entre os dados encontrados no presente estudo, tanto na densidade como na umidade, onde destaca-se que a diferenças na análise da densidade e também no cálculo do IVC, mas ao calcular-se o IVC segundo os métodos empregados no nosso trabalho, ainda haveria diferenças. Essas diferenças podem se relacionar ao fato que a espécie é nativa da Índia e de haver diferenças no ambiente (variações climáticas, sazonalidade, etc.) em que essa foi introduzida (ROCHA *et al.*, 2020).

Um ponto importante trazido no estudo de Abbot e Lowore (1999) e Abbot *et al.* (1997) é que o teor de umidade só é medido após um período (8 semanas) de secagem ao ar livre, tipicamente como era usado na comunidade estudada. Esse procedimento de secagem tem o intuito de diminuir o teor de água da madeira, algo que pode tornar espécies menos atrativas como fitocombustível mais promissoras, e com total possibilidade de ser usado no Nordeste brasileiro, como apontado por Ramos *et al.* (2008a), onde em seu estudo etnobotânico ele apresenta que apesar do índice de afirmação de coleta de lenha verde tenha sido alto nas entrevistas de seu trabalho, a madeira seca é muito mais preferida, de uma maneira geral, em todo o semiárido.

E esse método associado ao manejo da madeira da espécie *A. indica* A. Juss, para que haja uma redução considerável do índice de umidade e pode tornar a madeira dessa espécie viável para uso como fonte energética, e assim colocar-se essa espécie como alternativa frente a mata nativa.

É possível afirmar que as duas espécies estudadas podem tem potencial para utilização como fitocombustíveis, como apontado nos parágrafos acima, mas também deve ser considerado limitações para a implementação do seu uso, visto que além da disponibilidade e das propriedades de uma espécie existem também fatores culturais relacionados a escolha e ao uso de lenha (HORA *et al.*, 2021; MARTINS *et al.*, 2021; VIEIRA, 2014), apontando-se então que esses devem ser trabalhados na introdução dessas espécies no consumo.

Dentre as dificuldades encontradas para a realização deste estudo destaca-se a variabilidade dos métodos de análise das propriedades da madeira, com ênfase na densidade, assim como do cálculo do IVC, onde essas diferenças impedem a delimitação de quais são de fato os valores, de cada índice, adequados para determinar um bom material fitocombustível.

Em síntese, embora os IVC's encontrados para as espécies em estudo apontem que a apenas espécie *P. juliflora* (Sw.) DC possua uma madeira de qualidade para uso como lenha, a espécie *A. indica* A. Juss também pode ser indicada para tal uso, desde que seja empregado um procedimento de secagem, para a redução da umidade e conseqüente aumento do IVC.

## CONCLUSÃO

Buscando colocar a utilização das espécies *P. juliflora* (Sw.) DC e *A. indica* A. Juss como fonte energética com o intuito de preservar a vegetação nativa, esta pesquisa investiga o potencial combustível das espécies supracitadas por meio da avaliação das propriedades físicas da madeira e do cálculo do IVC.

A partir dos resultados obtidos e dos dados da bibliografia consultada pode-se concluir que ambas as espécies podem ser usadas como fitocombustível, mas a madeira da espécie *A. indica* A. Juss apresenta teor de umidade alto e para ser utilizada deve ser submetida a um processo de secagem (ao sol) por um período antes de ser usada. Além disso, para a implementação do uso dessas espécies por comunidades devem ser considerados e debatidos os fatores culturais existentes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e a Universidade Estadual do Piauí (UESPI) pelo apoio logístico e infraestrutural que garantiram a realização da pesquisa.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT P. *et al.* Defining firewood quality: A comparison of quantitative and rapid appraisal techniques to evaluate firewood species from a southern African savanna, **Biomass and Bioenergy**, v. 12, n. 6, p. 429-437, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(96\)00084-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(96)00084-0)>. Acesso em: 8 mai. 2023.

ABBOT, P. G.; LOWORE, J. D. Characteristics and management potential of some indigenous firewood species in Malawi. **Forest ecology and management**, v. 119, n. 1-3, p. 111-121, 1999. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00516-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00516-7)> Acesso em: 12 fev. 2023.

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Picos**. CPRM, 2004. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16362>> Acesso em: 17 de fev. 2023.

CARVALHO, T. K. N. *et al.* **Identificação de padrões de uso em espécies nativas em áreas de caatinga no estado Paraíba: um enfoque etnobotânico e conservacionista**. Tese (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/19690>> Acesso em: 9 jun. 2022.

FABRICANTE, J. R. **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga**. Bookess, Florianópolis (SC). v.1, 1ªed. 51p., 2013. Disponível em: <[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://books.google.com/books/download/Plantas\\_Ex%25C3%25B3ticas\\_e\\_Ex%25C3%25B3ticas\\_Invasoras.pdf%3Fid%3DMHfbX4AYPmUC%26output%3Dpdf&ved=2ahUKEwiYgOaHneL3AhW6B7kGHQ8uAtYQpfACKAF6BAGJEAM&usq=AOvVaw0GTQsvGoIj209ZXh9kn0q](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://books.google.com/books/download/Plantas_Ex%25C3%25B3ticas_e_Ex%25C3%25B3ticas_Invasoras.pdf%3Fid%3DMHfbX4AYPmUC%26output%3Dpdf&ved=2ahUKEwiYgOaHneL3AhW6B7kGHQ8uAtYQpfACKAF6BAGJEAM&usq=AOvVaw0GTQsvGoIj209ZXh9kn0q)> Acesso em: 14 mai. 2022.

FABRICANTE, J. R. **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga**. Bookess, Florianópolis (SC). v.4, 1ªed, 50p., 2014. Disponível em: <[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://books.google.com/books/download/Plantas\\_Ex%25C3%25B3ticas\\_e\\_Ex%25C3%25B3ticas\\_Invasoras.pdf%3Fid%3D0IADBAAAQBAJ%26output%3Dpdf&ved=2ahUKEwjYmongnuL3AhUINrkGHTzkAiUQpfACKAF6BAGQEAM&usq=AOvVaw24vgQ7JfDjwxyDJuFBCeKj](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://books.google.com/books/download/Plantas_Ex%25C3%25B3ticas_e_Ex%25C3%25B3ticas_Invasoras.pdf%3Fid%3D0IADBAAAQBAJ%26output%3Dpdf&ved=2ahUKEwjYmongnuL3AhUINrkGHTzkAiUQpfACKAF6BAGQEAM&usq=AOvVaw24vgQ7JfDjwxyDJuFBCeKj)> Acesso em: 15 mai. 2022.

FONSECA FILHO, I. C. *et al.* Uso de recursos madeireiros em duas comunidades rurais de Angical do Piauí/PI, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v.38, p.593-615, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/44477>> Acesso em: 15 mai. 2022.

HORA, J. S. L. *et al.* Drivers of species' use for fuelwood purposes: A case study in the Brazilian semiarid region. **Journal of Arid Environments**, v. 185, p. 104324, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104324>> Acesso em: 9 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil/Piauí/Picos**. IBGE Cidades, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/picos/panorama>> Acesso em: 20 jun. 2022.

KUMAR, J. I. N. *et al.* An evaluation of fuelwood properties of some Aravally mountain tree and shrub species of Western India. **Biomass and Bioenergy**, v.35, n.1, p.411-414, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.051>> Acesso em: 23 jun. 2022.

LIMA, J. G.; DEPONTI, C. M.; KARNOPP, E. Produzindo no campo, negociando na cidade: políticas institucionais, atores sociais e dinamismo econômico e regional a partir de um APL na Microrregião de Picos – Piauí/Brasil. **Ágora**, v. 19, n. 1, p. 05-19, 5 jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.17058/agora.v19i1.8609>> Acesso em: 25 mai. 2023.

MAGALHÃES, C. S.; SILVA, H. C. H.; RAMOS, M. R. LEVANTAMENTO DE PLANTAS LENHOSAS CONHECIDAS, USADAS E PREFERIDAS COMO COMBUSTÍVEIS NO ASSENTAMENTO RENDEIRAS EM GIRAU DO PONCIANO–AL. **Revista Ouricuri**, v. 7, n. 2, p. 75-094, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/5490>> Acesso em: 5 jun. 2022.

MAGALHÃES, L. C. S. & SILVA-FORSBERG, M. C. Espécies Exóticas Invasoras: caracterização e ameaças aos ecossistemas. **Scientia Amazonia**, v.5, n.1, p.63-74, 2016. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2016/06/v5-n1-63-74-2016.pdf&ved=2ahUKEwit99upn-L3AhXGJbkGHV-fCeIQFnoECAQQAQ&usg=AOvVaw0Z11G5X9K9ZIOzqMX-5zJY>> Acesso em: 15 mai. 2022.

MAGALHÃES, C. S.; SILVA, H. C. H.; RAMOS, M. R. LEVANTAMENTO DE PLANTAS LENHOSAS CONHECIDAS, USADAS E PREFERIDAS COMO COMBUSTÍVEIS NO ASSENTAMENTO RENDEIRAS EM GIRAU DO PONCIANO–AL. **Revista Ouricuri**, v. 7, n. 2, p. 75-094, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/5490>> Acesso em: 5 jun. 2022.

MARTINS, W. S.; LOPES, M. S.; CHAVES, T. P. Espécies vegetais utilizadas como combustível em uma área de transição Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.4, n.2, p.1771-1783, abr./jun. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100008>> Acesso em: 1 jun. 2022.

OLIVEIRA, F.G.; QUEIROZ, L.P. Prosopis in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB18991>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

PIVELLO, V. R. Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade. **Ecologia.Info** 33, 2011. Disponível em: <<https://ecologia.info/cerrado.htm>> Acesso em: 14 mai. 2022.

RAMOS, M. A. *et al.* Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v.32, n.6, p.510–517, 2008a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.11.015>> Acesso em: 14 mai. 2022.

RAMOS, M. A. *et al.* Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation? **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 6, p. 503-509, 2008b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.11.010>> Acesso em: 9 jun. 2022.

RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 147-158, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.003>> Acesso em: 9 jun. 2022.

ROCHA, S. M. G. *et al.* Influence of climatic variations on production, biomass and density of wood in eucalyptus clones of different species. **Forest Ecology and Management**, v.473, 2020, 118290, ISSN 0378-1127. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118290>> Acesso em: 17 fev. 2023.

ROCHA, A. M.; LUZ, A. R. M.; ABREU, M. C. Composição e similaridade florística de espécies arbóreas em uma área de Caatinga, Picos, Piauí. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, n. 70, p. 175-185, 2017. Disponível em: <<http://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/botanica/volumes/070/008.pdf>> Acesso em: 17 fev. 2023.

SILVA NETO, I. F. *et al.* Detecção de taninos em plantas exóticas cultivadas no Ceará. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda (RJ), v. 17, n. 49, p. 157-163, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v17.n49.3680>> Acesso em: 14 mai. 2022.

TABUTI J. R. S.; DHILLION S. S.; LYE K. A. Firewood use in Bulamogi County, Uganda: species selection, harvesting and consumption patterns, **Biomass and Bioenergy**, v. 25, n. 6, p. 581-596, 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(03\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(03)00052-7)> Acesso em: 8 mai. 2023.

VIEIRA, F. J. **Uso de fitocombustível no semiárido brasileiro: preferências locais e atributos físicos da madeira.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.