

# Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano

## Physical, chemical and energetic characteristics of the neem wood

Lúcio Valério Coutinho de Araújo  
Luiz Carlos Estraviz Rodriguez  
Juarez Benigno Paes

---

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da madeira do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) para fins energéticos. Assim, foram determinados a densidade básica da madeira ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), o teor de extrativos (%), o teor de lignina (%), o teor de holocelulose (%), o poder calorífico superior ( $\text{kcal}/\text{kg}$ ), o rendimento em carvão (%), o teor de carbono fixo (%), o teor de cinzas (%) e o teor de materiais voláteis (%). Foram utilizadas 12 árvores de 4,2 anos de idade e as amostras para os testes foram obtidas a 20, 40, 60, 80 e 100% da altura comercial. Com base nos resultados obtidos conclui-se que a madeira do nim apresenta boas qualidades para emprego com fins energéticos.

**PALAVRAS-CHAVES:** Nim indiano, Madeira, Energia, Características físico-químicas, *Azadirachta indica* A. Juss.

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the wood quality of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) for energy production. Wood specific gravity ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), extratives (%), lignin(%), holocellulose content(%), grass calorific value, charcoal (%), yield carbon(%), ash and volatile matter content (%) were determined. A total of 12 trees, 4.2 years old, were used and the wood samples were taken at 20, 40, 60, 80 e 100% of comercial stem. Results indicated that the neem wood presents good quality for energy production.

**KEYWORDS:** Neem, Physical-chemistry characteristics, Wood for energy, *Azadirachta indica* A. Juss.

---

### INTRODUÇÃO

Diversas espécies florestais exóticas têm sido introduzidas na região semi-árida do Nordeste brasileiro. Dentre elas, pode-se destacar a algaroba (*Prosopis* sp.) e a leucena (*Leucaena leucocephala*). Nos últimos anos, outras espécies exóticas vêm sendo experimentadas na região.

De acordo com Andrade (1984), alguns experimentos florestais no semi-árido do Nordeste, conduzidos através de cooperação

entre instituições de pesquisa, têm usado espécies florestais exóticas tais como: algaroba, cinamomo, casuarina, teca, gmelina e eucalipto. Quanto à natureza dos trabalhos, geralmente tratam-se de ensaios de procedência, produção de biomassa, utilização como forragem, comportamento e adaptação.

Lima (1998) está conduzindo um experimento no CPATSA/EMBRAPA (Petrolina, PE), com a finalidade de verificar o desenvolvimen-

to da espécie nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss). Na pesquisa estão sendo avaliados a sobrevivência, o crescimento em altura e em diâmetro, o número de bifurcações e a resistência a pragas e doenças das plantas. Aos três meses de idade a sobrevivência foi de 100%. Com relação às características fenológicas, constatou-se que as fenofases, floração e frutificação, ocorreram em algumas plantas, independente do espaçamento adotado, a partir do mês de fevereiro, estendendo-se até fins de março, em plantas com dois anos de idade.

Segundo Abreu Júnior (1998), apesar do nim ser utilizado e estudado em todo o mundo,

muitos agricultores brasileiros, talvez devido a falsas promessas da revolução verde, ainda duvidam de suas qualidades, ou aceitam-nas com moderação, desejando testá-la antes.

Com o objetivo de avaliar a qualidade da madeira do nim indiano para fins energéticos, foram determinados a densidade básica da madeira ( $\text{g/cm}^3$ ), o teor de extrativos totais (%), o teor de lignina (%), o teor de holocelulose (%), o poder calorífico superior ( $\text{kcal/Kg}$ ), o rendimento de carvão (%), o teor de carbono fixo (%), o teor de cinzas (%) e o teor de materiais voláteis (%).

## REVISÃO DE LITERATURA

O nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss também conhecido por *Melia indica* Brandis), é uma planta pertencente à família *Meliaceae*. Ela apresenta folhas verdes-escuras, compostas e imparipenadas, com frequências aglomeradas nos extremos dos ramos, simples e sem estípulas. As flores são de coloração branca, aromáticas, reunidas em inflorescências densas, com estames crescentes formando um tubo, pentâmeras e hermafroditas. O fruto é uma baga ovalada, com 1,5 a 2,0 cm de comprimento e, quando maduro, apresenta polpa amarelada e casca branca, dura, contendo um óleo marrom no interior de uma semente ou, raramente, em duas (Radwanski e Wickens, 1981; Baumer, 1983; Neves e Nogueira, 1996).

O nim é uma espécie que, normalmente apresenta fuste reto e diâmetro entre 25 e 30 cm aos oito anos de idade. A madeira com densidade variando entre 0,56 a 0,85  $\text{g/cm}^3$ , estando a média em torno de 0,70  $\text{g/cm}^3$ , apresenta uma coloração avermelhada, dura e resistente ao ataque de cupins e ao apodrecimento. O cerne é muito rico em tanino e sais inorgânicos de cálcio, potássio e ferro (Baumer, 1983; Koul et al., 1990; Hegde, 1995; Neves e Nogueira, 1996).

De acordo com Baumer (1983), o nim indiano pode ser encontrado na Índia nas colinas de Siwalik e também nas florestas da região de Carnate e em algumas partes do Deccan ao sul do rio Gadavari. A espécie, entretanto, é cultivada em toda parte na Índia, especialmente em regiões áridas.

Quanto às exigências edáfo-climáticas, a espécie se desenvolve bem em regiões com precipitação pluviométrica anual entre 400 e 800 mm. Entretanto, já foi introduzida com sucesso em áreas onde a precipitação está em torno de 250 mm anuais. A planta é tolerante a longos períodos secos e a temperaturas elevadas, desde que por curto período. No entanto, não tolera geadas (Koul et al. 1990; Hegde, 1995; Neves e Nogueira, 1996).

Dependendo das condições climáticas da região, principalmente temperatura e precipitação onde está o plantio, podem ser feitas até duas colheitas de frutos por ano. No geral, faz-se uma colheita de frutos por ano, sendo que uma única árvore produz anualmente entre 30 e 50 kg de frutos (Neves e Nogueira, 1996).

As sementes do nim mantêm o seu poder germinativo apenas por poucos dias, se não

coletadas a germinação ocorre, normalmente, embaixo das plantas (Baumer, 1983).

Neves e Nogueira (1996) sugerem que a escolha do espaçamento para plantio deve estar condicionada aos objetivos propostos para a exploração da espécie. Caso o objetivo seja obter madeira fina e de menor porte, em um ciclo mais curto, podem ser adotados espaçamentos menores, por exemplo, 2 x 2 m. Caso a exploração tenha fins de produção de madeira mais grossa, recomenda-se um espaçamento maior.

Baumer (1983) relata experiências feitas em plantios no norte da Nigéria, em que foram usados dois espaçamentos diferentes 1,8 x 1,8 m e 2,4 x 2,4 m. Os resultados mostraram que aos 8 anos os plantios com espaçamento mais denso apresentaram um volume de madeira por hectare maior que os plantios com espaçamento mais aberto.

Em Gana, na África, o nim apresentou rendimentos entre 108 a 137 m<sup>3</sup> de lenha por hectare, na primeira rotação (aos oito anos). Já em Samaru, na Nigéria, na mesma idade, os valores variaram entre 119 a 169 m<sup>3</sup>. Em Cuba árvores de nim indiano alcançaram uma altura de 14,2 m e diâmetro de 27 cm aos oito anos (Koul et al., 1990).

A árvore do nim é comum em algumas regiões, inclusive nas Américas, não somente como arborização de ruas, mas também como uma árvore para produção de lenha, poste e madeira (Baumer, 1983). Frutos, sementes,

óleo, folhas, casca do caule e raízes têm os mais variados usos na área farmacológica (Koul et al., 1990).

Vários produtos repelentes a insetos são extraídos do óleo de nim. O princípio ativo nestes produtos é o “azadiractin”, substância usada como ingrediente na preparação de vários produtos farmacêuticos, tais como: unguentos, cosméticos, cremes, loções, sabonetes, xampus, tônico capilar e creme dental. Recentes estudos farmacológicos, têm demonstrado que as folhas do nim têm algumas propriedades anti-vírus e anti-bacterianas (Baumer, 1983).

Uma característica considerada comum às espécies pertencentes à família Meliaceae é a presença de compostos químicos conhecidos como meliacinas. Dentre estes, o “azadiractin” é o agente anti-alimentar mais promissor descoberto até agora, ou seja, para alguns insetos esta substância tem efeito repelente, regulador do crescimento e provoca repulsa alimentar. Este composto está presente nas folhas, frutos e sementes, e foi isolado, inicialmente, a partir do nim (Neves e Nogueira, 1996).

Para Carvalho e Ferreira (1990), o “azadiractin” pode tornar-se importante no controle de pragas, pois tem largo espectro de ação, não tem ação fitotóxica, é praticamente atóxico ao homem e não agride o meio ambiente.

Segundo Guerra (1985), a árvore de nim controla mais de cem espécies de pragas, devendo ser amplamente introduzida no Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Localização e características da região de coleta da madeira*

A madeira foi coletada na fazenda Capivara, área experimental do Centro Nacional de Pesquisas de Arroz e Feijão (CNPAP), da EMBRAPA, localizada no município de Santo

Antônio de Goiás, a aproximadamente 25 km do centro de Goiânia (GO), km12 da Rodovia Goiânia/Nova Veneza. A área apresenta um relevo plano ligeiramente ondulado, onde pre-

domina o solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro (LE).

A região apresenta clima bem definido, com verões quentes e úmidos, e invernos secos relativamente frescos, com temperatura média anual de 22,5 °C, e precipitação pluviométrica total anual média de 1489 mm e umidade relativa média anual de 70%. Quase a totalidade da precipitação anual ocorre no período de outubro a abril, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses mais chuvosos, enquanto que nos meses de maio a setembro são registradas as menores precipitações pluviométricas.

Na Fazenda Capivara, o plantio de nim indiano compreende uma área de 0,6 ha, com idade de 4,2 anos e espaçamento de 4 x 4 metros.

#### ***Amostragem e seleção da madeira***

O procedimento preparativo e a precisão dos resultados estão intimamente ligados à amostragem do material a ser analisado. Quando se trata de madeira, em virtude da desuniformidade e heterogeneidade da mesma, a questão da amostragem torna-se mais séria e de difícil solução. Brito e Barrichelo (1983) afirmam que para uma amostragem representativa, devem ser selecionadas entre 5 e 10 árvores por espécie, espaçamento, fertilização etc.

Das árvores abatidas foram selecionadas aleatoriamente 12 fustes, dos quais foram retirados discos de madeira, com aproximadamente 5 cm de espessura, a diferentes alturas (20,40,60,80 e 100% da altura total). As amostras foram devidamente identificadas e acondicionadas em sacos plásticos para não perderem sua umidade natural.

Os discos foram transportados para o Laboratório do Setor de Química, Celulose e Energia (SQCE.) do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, onde foram realizadas as análises previstas.

As amostragens de densidade básica (Db), teor de extrativos totais (ET), de lignina (TL), de holocelulose (H) e poder calorífico superior (PC), representam médias das análises de amostras individuais. Já as amostragens para rendimento de carvão (R), teor de licor (L), de gás não condensado (GNC), de materiais voláteis (MV), de cinzas (C) e de carbono fixo (CF), foram obtidos para uma amostra única, originada da mistura das amostras individuais.

#### ***Características físicas da madeira***

A determinação da densidade básica foi feita de acordo com a norma M14/70 da ABCP (1974).

#### ***Análises químicas da madeira***

O material utilizado para a análise química foi proveniente dos cavacos obtidos das amostras de cada espécie. Foram retirados pequenos fragmentos (palitos) dos cavacos até atingir 50g por espécie. Em seguida esse material foi moído em moinho micro-Wiley, para obtenção de material com fração de 40 mesh, conforme metodologia adotada no SQCE do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

As determinações foram feitas seguindo as seguintes normas técnicas da ABCP (1974): M3/69, M4/68, M5/68 e M6/68 para teor de extrativos totais (%) e, M10/71 para teor de lignina (%). O teor de holocelulose (%) foi obtido da diferença entre o teor de lignina e o teor de extrativos totais.

#### ***Análises de poder calorífico, rendimento de carvão, teor de cinzas, materiais voláteis e teor de carbono***

As amostras de madeira foram secas a 103 ± 2° C, moídas e padronizadas com

granulometria de 40 mesh, e transformadas em “pellets” de aproximadamente um grama. A análise das amostras foi feita seguindo a metodologia da norma NBR 8633 da ABNT (1984).

Para a determinação do rendimento de carvão (%), utilizou-se metodologia adotada no SQCE do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. O programa de temperatura

de carbonização seguiu as seguintes características: para temperatura final de 420° C, utilizou-se um patamar de 1 hora e velocidade de aquecimento de 1°C por minuto.

Para a determinação do teor de cinzas e de materiais voláteis, as amostras foram secas a  $103 \pm 2^\circ \text{C}$  e transformadas em cunhas, seguindo a metodologia da ABNT NBR 8112 (1986).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores encontrados para a densidade básica, para o rendimento da carbonização, para o poder calorífico e para a análise química do carvão, obtidos das amostras de madeira.

A densidade básica da madeira do nim, se comparada com algumas espécies da caatinga, é mais baixa. De acordo com Zakia et al. (1990) o pereiro (*Aspidosperma pyriforme*) tem densidade de  $0,68(\text{g}/\text{m}^3)$ , o marmeleiro (*Croton hemiargyreus*)  $0,72(\text{g}/\text{m}^3)$  e a catigueira (*Caesalpinia pyramidalis*)  $0,85(\text{g}/\text{m}^3)$ . Para Drumond et al. (1984) o angico (*Piptadenia macrocarpa*) apresenta uma densidade em torno de  $0,78(\text{g}/\text{m}^3)$ .

Biswas (1995) e Hedge (1995) encontraram valores de  $0,80(\text{g}/\text{m}^3)$  e  $0,72(\text{g}/\text{m}^3)$ , respectivamente, em trabalhos desenvolvidos com o nim na Índia.

O valor de densidade básica encontrado para o nim, é bem próximo do valor encontrado por Lima (1984) para outra espécie exótica, utilizada na região semi-árida, a leucena que foi de  $0,54 \text{ g}/\text{cm}^3$ .

Constatou-se que o nim apresentou poder calorífico, próximo dos valores encontrados para jurema-preta (*Mimosa hostilis*) e pereiro (*Aspidosperma piriforme*), 4150 Kcal/Kg e 4062 Kcal/Kg, respectivamente (Lima et al., 1996), Barbosa (1986), encontrou para a algaroba (*Prosopis juliflora*) um valor de 4954 Kcal/Kg.

Ao verificar o valor obtido para carbono fixo, o nim apresentou maior porcentagem que algumas espécies da caatinga estudadas por Lima et al. (1996). Isto pode indicar que a espécie apresenta potencial energético considerável. A algaroba apresentou um teor de carbono fixo de 80,4%, valor inferior ao obtido para a espécie em estudo.

Os resultados obtidos para teor de extrativos totais, lignina, holocelulose, licor pirolenhoso, gás não condensado e materiais voláteis, podem ser vistos na Tabela 2.

O valor obtido para materiais voláteis é inferior aos valores obtidos para diversas espécies por Lima et al. (1996). Já o valor obtido por Barbosa (1986) para a algaroba é superior ao do nim.

**Tabela 1.** Densidade básica e características energéticas da madeira de nim indiano ( $420^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ ).

(Specific gravity and wood energy characteristics of neem ( $420^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ )).

Densidade básica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Poder calorífico ( $\text{kcal}/\text{kg}$ )	Rendimento em carvão (%)	Cinzas (%)	Carbono Fixo (%)
0,57	4088,5	38,20	2,11	81,82

**Tabela 2.** Valores médios em porcentagem para extrativos totais, lignina, holocelulose, licor pirolenhoso, gás não condensado e materiais voláteis para o nim indiano.

(Average values in percentage of total extractives, lignin, holocellulose, pyroigneus acid, non-condensable gas and volatile mater of neem wood).

Extrativos totais	Lignina	Holocelulose	Licor	Gás não condensado	Materiais voláteis
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
8,46	23,52	68,01	41,87	25,35	15,72

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem chegar às seguintes conclusões:

1 – A madeira do nim indiano apresentou um poder calorífico de 4.088,5 (kcal/kg), rendimento em carvão de 38,20%, teor de cinzas de 2,11% e porcentagem de carbono fixo de 81,82%, o que revela a qualidade desta espécie como material energético;

2 – A densidade básica encontrada para a madeira pode estar relacionada à idade do povoamento florestal utilizado. Assim, povoamentos mais maduros produzirão madeiras mais densas e com melhores características para fins energéticos;

3 – Com base nos valores encontrados para a porcentagem de lignina, porcentagem de materiais voláteis e teores de cinzas, caracterizam a madeira de nim como produtora de carvão de boa qualidade para fins siderúrgicos;

4 – A porcentagem de gás não condensados e de materiais voláteis pode indicar outras utilizações para a madeira como a gaseificação para uso em motores estacionários e os voláteis que poderão ser condensados e utilizados como energéticos ou como produtos para tratamento de madeiras para o meio rural.

## AUTORES

LÚCIO VALÉRIO COUTINHO DE ARAÚJO é Professor do Departamento de Engenharia Florestal da UFPB / CSTR – Caixa Postal 64 – 58700-970 – Patos, PB – Brasil. E-mail: lcaraujo@cstr.ufpb.br

LUIZ CARLOS ESTRAVIZ RODRIGUEZ é Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP – Caixa Pos-

tal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP - Brasil. E-mail; lcer@carpa.ciagri.usp.br

JUAREZ BENIGNO PAES é Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal da UFPB/CSTR – Caixa Postal 64 – 58700-970 – Patos, PB – Brasil. E-mail: jbp@openline.com.br

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JUNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura.** São Paulo: EMOPI, 1998. 111p.

ANDRADE, I.V. Contribuição da SUDENE para utilização do potencial florestal do semi-árido. In: SEMINÁRIO SOBRE POTENCIALIDADE FLORESTAL DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1, João Pessoa, 1984. **Anais.** João Pessoa, 1984. p.9-17

BARBOSA, J.A. **Avaliação qualitativa e quantitativa do carvão e dos condensados produzidos na carbonização da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* DC.).** Viçosa, 1986. 52p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

BAUMER, M. **Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions.** Rome: FAO, 1983. 280p.

- BISWAS, S. et al. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss): a versatile multipurpose tree. **The Indian forester**, v.12, n.11, p-1057-1062, 1995.
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. **Química da madeira**. Piracicaba: ESALQ/DS, 1983. 136p.
- CARVALHO, S.M.; FERREIRA, D.T. Santa Bárbara contra vaquinha. **Ciência hoje**, v.11, n.65, p.65-67, 1990.
- DRUMOND, M.A.; PIRES, I.L.; BRITO, J.O. Algarobeira: uma alternativa para preservar as espécies nativas do nordeste semi-árido. In: SEMINÁRIO SOBRE POTENCIALIDADE FLORESTAL DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1, João Pessoa, 1984. **Anais**. João Pessoa: 1984. p.51-52.
- GUERRA, M.S. **Receituário caseiro: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e de seus produtos**. Brasília: Embrater, 1985. 166p.
- HEGDE, N.G. Neem and small farmers: constraints at grass root level. **The Indian forester**, v.121,n.11, p.1040-1048, nov.1995.
- KOUL, O.; ISMAN, M.B.; KETKAR, C.M. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian journal of botany**, v.68, n.1, p.1-11, 1990.
- LIMA, P.C.F. Algaroba: uma das alternativas para o nordeste. **Brasil florestal**, n.58, p.47-54, jun. 1984.
- LIMA, P.C.F. Comportamento silvicultural de *Azadirachta indica* A. Juss. (Neem) no semi-árido brasileiro. **Boletim de pesquisa. EMBRAPA/CPATSA**, n. 89, p.1-4, 1998.
- LIMA, J.L.S. et al. Características físico-mecânicas e energéticas de madeiras do trópico semi-árido do Nordeste do Brasil. **Boletim de pesquisa. EMBRAPA/CPATSA**, n. 63, p.1-12, 1996.
- NEVES, B.P.; NOGUEIRA, J.C.M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.)**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAP, 1996. 32p.
- RADWANSKI, S.A.; WICKENS, G.E. Vegetative fallows and potential value of the Neem tree (*Azadirachta indica*) in the tropics. **Economic botany**, v.35, n.4, p.398-414, 1981.
- ZAKIA, M.J.B.; PAREYN, F.G.; RIEGELHAUPT, E. Equações de peso e volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó, RN. **Circular técnica. PNUD/FAO/BRA**, p.1-5, 1990.

