

ASPECTOS QUÍMICO, BOTÂNICO E ETNOBOTÂNICO DA ESPÉCIE *Calophyllum brasiliensis* Cambess

Ederson Carli¹
Edilene Silva Ribeiro²
Bruna Maria Faria Batista²
Maria Corette Pasa³
Roberto Antônio Ticle Melo de Sousa³

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo avaliar a variação radial das propriedades energéticas da madeira e do carvão de guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess). A espécie em estudo foi serrada em um torete de 60 cm, com altura 1,30m, sendo transformadas em cavacos e em serragem. As análises foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia Química de Produtos Florestais pertencente a Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso. A metodologia adotada seguiu as normas padrões de análises, regulamentadas pela Associação Brasileira Técnicas de Celulose e Papel (ABTCP). Para a obtenção dos resultados referentes às análises químicas imediatas do carvão, foram adotadas as normas da ASTM (1974) “*Chemical Analysis of Wood Charcoal*”. Ocorre uma pequena variação na lignina no sentido radial; sendo que a mesma decrescente no sentido medula - casca e tende a ser menor na casca. Os valores de holocelulose possuem tendência inversamente proporcional ao teor de lignina. O rendimento de carvão foi o que melhor se relacionou com o teor de lignina. Há uma pequena relação entre o teor de lignina com a quantidade de carbono fixo no carvão no sentido medula - casca. O poder calorífico superior do carvão apresenta uma pequena relação de variação com o teor de lignina sentido radial (medula - casca).

Palavras - chave: Teor de Lignina, Carvão da madeira, Densidade, Poder calorífico de Guanandi.

ASPECTS CHEMICAL, BOTANY AND ETHNOBOTANY OF SPECIE *Calophyllum brasiliensis* Cambess

ABSTRACT -The present study aimed to evaluate the radial variation of the energetic properties of wood and charcoal guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess). The species studied were sawn in a bolt 60 cm, height 1.30 m, being transformed into chips and sawdust. The analyzes were conducted at the Laboratory of Chemical Technology, Forest Products belonging to the Faculty of Forestry, Federal University of Mato Grosso, Brazil. The methodology followed the rules of analysis patterns, regulated by the Brazilian Technical Association of Pulp and Paper (ABTCP). As for obtaining the results for immediate chemical analysis of charcoal, we adopted the standards of ASTM (1974) Chemical Analysis of Wood Charcoal. There is a slight variation in the lignin in the radial direction, and the same decrease in the pith - bark and tends to be lower in the bark. Holocellulose values have a tendency inversely proportional to the lignin content. The yield of charcoal that was the best relationship with lignin content. There is little relationship between the lignin content with the amount of fixed carbon in coal in the pith - bark. The gross calorific value of coal presents a small variation with respect to the lignin content the radial (pith - bark).

Key - Words: Lignin content, charcoal wood, density, calorific value of Guanandi.

¹Graduação em Engenharia Florestal - FENF/UFMT.

ederson_carli@hotmail.com

²PPG Ciências Florestais e Ambientais - PPGCFA/UFMT. Email: eng.edilene@gmail.com, batistaengflorestal@gmail.com

³Professor Graduação e Pós-Graduação - PPGCFA/FENF/UFMT. Email: pasamc@brturbo.com.br, ratms@terra.com.br

INTRODUÇÃO

Característica botânica da espécie

A espécie (*Calophyllum brasiliensis*), pertence à família Clusiaceae (Guttiferae), (SOUZA e LORENZI, 2005).

Sua distribuição é pantropical, onde ocorre cerca de 30 gêneros e 1000 espécies; no Brasil ocorrem 18 gêneros e cerca de 150 espécies (SOUZA e LORENZI, 2005).

Ferreira (1975) cita que, segundo a etimologia; o gênero *Calophyllum* remete a “folha bonita” e espécie *brasiliensis* é referente à “do Brasil” (localidade).

A espécie *C. brasiliensis* pode chegar à altura de 20-30 metros, com tronco de 40-60 cm de diâmetro. Em regiões como da Amazônia pode atingir 40 m de altura e 150 cm de DAP. É uma espécie de folhas perenes, com copa larga e arredondada, densa e de coloração verde-escuro. Folhas glabras, opostas, simples, oliváceas quando jovens, pardas quando secas, coriáceas, brilhantes em ambas as faces, sub-orbiculares, oval-oblongas ou elíptica, às vezes obovadas, arredondadas ou agudas no ápice, atenuadas na base com numerosas nervuras paralelas muito próximas, visíveis em ambas as faces, de 10 - 13 cm de comprimento por 5 - 6 cm de largura (LORENZI, 2008; GUIMARÃES *et al.*, 1993).

A casca interna possui coloração rósea, é aromática, amargosa e ácida, na qual exsuda um látex visível de aspecto pegajoso e de cor amarelada (LORENZI, 2008; GUIMARÃES *et al.* 1993).

GUIMARÃES *et al.* (1993) afirma que, a casca externa, possui uma coloração marrom-escuro ou pardacenta, fissurada no segmento do tronco do ápice a base; sendo que a mesma se descama em placas retangulares quando cortada.

Segundo LORENZI (2008), a espécie *C. brasiliensis* possui flores masculinas e hermafroditas na mesma planta, de coloração brancas, reunidas em racemos axilares ou panículas variando de 2,5 a 6 cm.

CARVALHO (1994) afirma que, os frutos são do tipo drupa globosa, indeiscentes, carnosos com pericarpo verde lactescente quando maduros, apresentando dimensões de 19 a 30 mm de diâmetro; apresenta ainda polpa oleaginosa, envolvida por uma semente globosa de coloração castanha.

LORENZI (2008), cita que sua floração ocorre durante os meses de setembro-novembro e a maturação dos frutos ocorre durante os meses de abril-junho.

Ocorrência e distribuição

Conforme SOUZA (2006), a espécie *C. brasiliensis* possui uma ampla plasticidade ecológica, podendo ser encontrada em ambientes ciliares, ocorrendo desde a latitude de 18° N (Porto Rico) a 28°10'S (Brasil, em Santa Catarina).

No território brasileiro a espécie abrange quase todas as regiões fitoecológicas; podendo esta, ser encontrada na Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), nas formações Aluviais das Terras Baixas e Baixo-Montana (GUIMARÃES *et al.* 1988; citado por SOUZA 2006).

CARVALHO *et al.* (1996); VELOZO *et al.*, (1991), afirmam que é possível ocorrer ainda em Floresta Ombrófila Densa (Floresta Amazônica), freqüente nas Terras baixas, sobretudo nos igapós; na Floresta Estacional Semidecidual, nas formações Aluviais e Montana.

DURIGAN *et al.* (1997) afirma que a espécie em estudo também é encontrada no Cerradão e em São Paulo.

Já para SILVA JUNIOR *et al.* (1998), a espécie *C. brasiliensis* pode ser encontrada em matas de galeria do Brasil Central.

Nos campos rupestres ou de altitude; no Pantanal Mato-grossense (PASA *et al* 2000; POTT e POTT, 1994) e na Restinga (DE GRANDE 1981; HENRIQUES *et al* 1986).

LORENZI (2008) cita que a espécie em questão ocorre desde a região Amazônica até o norte de Santa Catarina, principalmente na floresta pluvial atlântica.

Logo devido a sua vasta área de territorialidade a espécie *C. brasiliensis* apresenta diversos nomes populares; sendo os mais comuns: guanandi, olandi, galandim, jacareúba (AM), gulande-carvalho, guanandi-carvalho, guanandi-cedro, landim e mangue (LORENZI, 2008).

Segundo FERREIRA (1975), o seu nome comum, guanandi, é proveniente da língua tupi "gwanã'di", e significa "o que é grudento".

Características e uso da madeira

JANKOWSKY *et al* (1990), afirma que a madeira de guanandi possui massa específica aparente entre 0,62 e 0,79 g / cm³, a 15% de umidade e densidade básica entre 0,49 a 0,51 g / cm³. Trata-se, portanto, de uma madeira moderadamente densa.

PAULA (1979) cita que as fibras são abundantes, de paredes espessas, variando de curtas a muito curtas entre 0,6 a 0,9 mm de comprimento.

É relativamente fácil de se trabalhar com a madeira de guanandi, ela retém pregos e parafusos com firmeza e não apresenta grandes dificuldades na colagem. Fácil de serrar, ocasionalmente a presença de resina pode causar problemas. É boa para falquear e desenrolar. Pintura e envernizamento podem ser aplicadas sem problemas (BENITEZ-RAMOS *et al* 1988).

Segundo CARVALHO (2003), sua madeira é utilizada para a fabricação de móveis de alta qualidade (como estrutura, peças acessórias, colagem ou revestimento laminado), modulados (móveis e armários) e marcenaria planejada; na construção civil em vigas compostas, ripas ou caibros, pisos (tabuados maciços, tacos ou laminados), decks, forros, batentes, rodapé, portas, molduras, montantes de escadas singelas e extensíveis além de carpintaria em geral (pranchas, vigas, caibro, tábuas, pontaletes, sarrafos e compensados); na construção naval como construção de canoas, vigas e mastros de embarcações.

A casca do Guanandi produz certa quantidade de estopa usada na calafetagem de pequenas embarcações, e a madeira é também utilizada para confecção de dormentes, cabos de ferramentas, parte de implementos agrícolas, postes, cercas, pontes, barris de vinho, instrumentos musicais, esculturas, cabos de talheres, embalagens, estrados, engradados e carrocerias (BENITEZ *et al* 1988).

Segundo LORENZI (2008) a madeira de guanandi é moderadamente pesada, macia, resistente e de boa durabilidade natural; por isso a madeira se apresenta própria para xilografia, construção civil e naval.

PIRES (1965) afirma que pode ainda ser empregada na escultura, marchetaria e na confecção de tamancos e pranchetas.

Outros usos da espécie

ALMEIDA *et al* (1998) cita em seu trabalho que, o óleo obtido da jacareúba pode ser utilizado na iluminação, além de outros usos nas indústrias.

Segundo SUSUNAGA, (1996) a casca do caule é utilizada no preparo de chás e banhos que servem como anti-inflamatórios; o chá serve como tratamento de varizes e hemorróidas (GUARIM NETO, 1987); a casca da espécie *C. brasiliensis* pode ser utilizada como tratamento para adultos, sendo preparadas para enfermidades como a artrite (SILVA, 2003); o óleo-resina, através de aplicações *in natura* ajuda no combate as dores reumáticas e úlceras (MATTA, 2003). A resina também pode ser empregada como anti-séptica (VIEIRA e MARTINS 2000); a espécie possui utilização para emplastos abstergente (FONSECA 1927).

Pode ser feita uma infusão da casca para serem utilizadas contra diarreia; e a casca ainda tem o poder de ser antiherpética (DUKE e VASQUEZ, 1994). O bálsamo de Landim, pode desinfecionar feridas, podendo ser aplicado sobre lesões (SILVA, 2003). A planta fornece o bálsamo de Landim, que é obtido por meio de incisões na casca, que provocam a saída de uma substância líquida amarelada, aromática e de gosto amargo e um tanto acre e picante (CRUZ, 1964).

LOUREIRO *et al* (1977) afirma que o bálsamo serve para sinapismos; o chá obtido das folhas é empregado no tratamento de diabetes; é uma planta utilizada para o fortalecimento dos tendões dos animais (LORENZI e MATOS, 2002). O bálsamo pode ser utilizado contra moléstias em cavalos (FONSECA, 1927). O extrato de *C. brasiliensis* é efetivo contra o vírus HIV-1 (HUERTA-REYES *et al* 2004); estudos demonstram atividade do extrato dessa espécie frente aos microorganismos *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (YASUNAKA *et al.* 2005); o extrato bruto de ramos da espécie impede o crescimento de moluscos (GASPAROTTO-JÚNIOR *et al* 2005); contra o parasita *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico da doença de Chagas (ABE, *et al.*; 2004).

A espécie possui uma aceitação muito grande para plantio em áreas de reflorestamento de Matas de Galeria (ALMEIDA *et al* 1998); utilizada para a recuperação de solos calcários degradados e relativamente secos (GUIMARÃES *et al* 1993).

Logo o presente trabalho tem por objetivo verificar a variação radial das propriedades energéticas da madeira e do carvão de guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no laboratório de Tecnologia Química e Produtos Florestais, pertencente à Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. Para a realização deste trabalho foram utilizadas amostras obtidas de uma árvore de Guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess), coletada na região da baixada cuiabana, em Cuiabá - MT.

MAITELLI, (1994), afirma que, a temperatura média anual em Cuiabá está em torno de 24 °C, sendo o mesmo citado como um clima tropical e úmido; com chuvas concentradas nos meses de setembro a maio. A precipitação média anual na localidade em estudo é por volta de 1.469,4 mm / ano; possuindo intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março. A altitude média da região em questão é de 125 metros; e o clima segundo Koppen é do tipo Aw, isto é: Tropical Semi - Úmido, com quatro a cinco meses secos e de duas estações bem definidas; uma seca (outono-inverno) e outra chuvosa (primavera-verão).

Amostragem

Para o estudo foi retirado um torete de 60 cm, na altura equivalente ao DAP (1,30m). Em seguida foram feitas pranchas, e das mesmas baguetas no sentido medula-casca; sendo uma porcentagem do torete transformada em serragem e o restante do torete transformado em cavacos para obtenção do carvão vegetal da espécie.

Sendo a serragem, produzida na carpintaria da Faculdade de Engenharia Florestal - UFMT, com a ajuda de uma serra do tipo circular, a mesma foi separada para a variação medula-casca enumeradas de 1-6 respectivamente; sendo retirada de 2 em 2 cm.

Posteriormente para a classificação, foi feito o peneiramento com auxílio das peneiras de 40 mesh e 60 mesh; sendo descartadas as frações que ficaram retidas na peneira de 40 mesh, aproveitando aquelas que permaneceram na peneira de 60 mesh.

Os cavacos foram obtidos através da retirada de baguetas com auxílio da serra circular, numeradas de 1-6, referindo-se a posição medula-casca; para facilitar a obtenção de cavacos em tamanhos “normais” e/ou cabíveis aos recipientes, os cavacos foram processados e/ou cortados com auxílio do serrote, com a finalidade de poderem ser dimensionados de forma uniforme.

Ao final do processamento tanto a serragem quanto os cavacos foram embalados em sacos de papel, identificado e acondicionado no Laboratório de Tecnologia Química e Produtos Florestais.

Ensaio químicos e físicos

Utilizou-se a serragem para análise química, pois facilita a penetração e ação dos reagentes químicos, tanto para a medula quanto para as posições seguintes, até a casca.

Os ensaios químicos utilizados neste trabalho foram desenvolvidos no Laboratório de Tecnologia Química e Produtos Florestais da Universidade Federal de Mato Grosso adotando-se a normatização específica apresentada no Quadro 1 e Quadro 2.

QUADRO 1. Normas utilizadas para as análises químicas.

Análise Química	Norma
Determinação do Teor de Lignina	ABCP M - 10 / 71
Teor de cinzas da madeira	ABCP M- 11 / 77

*Fonte: ABTCP, (1974). Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.

QUADRO 2. Normas utilizadas para análise química imediata do carvão vegetal.

Análise Química	Norma
Teor de Umidade	ASTM D-1762/74
Teor de Materiais Voláteis	ASTM D-1762/74
Teor de Cinzas	ASTM D-1762/74
Carbono fixo	ASTM D-1762/74

*Fonte: ASTM, (1974) “*Chemical Analysis of Wood Charcoal*”.

A madeira de guanandi após carbonização em forno elétrico (mufla), com temperatura em torno de 400 °C por um período de 3 horas nos proporcionou um rendimento gravimétrico; sendo este acurado através da expressão:

$$RG (\%) = \frac{M2}{M1} * 100$$

Onde:

RG (%) = rendimento gravimétrico em porcentagem

M2 = massa do carvão em (g)

M1 = massa do cavaco em gramas.

Após a obtenção dos resultados o material (carvão) foi moído e classificado pelas peneiras de frações de 40 e 60 mesh, ou ainda com granulometria média inferior a 1,00 mm e superior a 0,25 mm. Logo para o estudo foram utilizadas frações que ficaram retidas na peneira de 60 mesh.

SANSÍGOLO et al (2007), afirmam que o teor de holocelulose que expressa à composição restante da substância madeira foi determinada por diferença.

O poder calorífico do carvão foi determinado através da fórmula de GOUTAL:

$$PC = 82 * C + A * V$$

Onde:

C= carbono fixo (%);
A= coeficiente (V / V+C);
V= material volátil em %.

MOREIRA (1999) afirma que tal fórmula só pode ser aplicada se a quantidade de materiais voláteis não ultrapassar 40%.

Eventualmente para se determinar a densidade aparente do carvão e da madeira, foi utilizada a norma MB 1269/79. Procedendo-se da seguinte forma:

A primeira etapa no procedimento foi pesar 5 amostra de “cavacos” da madeira e do carvão, para cada posição; seguindo o sentido medula-casca.

Após utilizou-se o método de imersão em mercúrio (Hg), visando à determinação do volume deslocado, por meio de pesagem. O mercúrio é o único metal líquido, na qual sua densidade pode ser obtida através de uma tabela, levando em consideração sua temperatura. Em nosso estudo o mercúrio possuía a temperatura de 28 °C, logo através da relação PE (Hg) = 13,6052 - 0,00245 * T, obteve-se o peso específico do Hg, este ficando em torno de 13,5366 g/cm³.

Em seguida foram colocados os “corpos de prova” do carvão e da madeira em imersão no mercúrio e foram anotando as massas deslocadas para as cinco amostras, sempre seguindo o sentido medula - casca. Em seguida, calculou-se através da expressão o volume do corpo de prova:

$$Vol.c = \frac{Md - 0.4}{DHg}$$

Onde:

Vol.c = volume do carvão e da madeira em, cm³

md= massa deslocada em g

DHg= densidade do mercúrio a temperatura de 28°C

Posteriormente, através da expressão:

$$DC = \frac{M1}{Vol.d}$$

Onde:

DC= densidade do “carvãozinho” e dos cavacos da madeira em g/ cm³

M1= massa primeira pesagem em g

Vol.: d= volume deslocado em cm³

Observação: O cálculo para cada posição sentido medula - casca teve cinco amostras de carvão e cinco de madeira (corpo de prova); logo ocorreu uma adaptação a Norma MB - 1269 / 79 da ABNT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados das características químicas da madeira do guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess).

No Quadro 3, é possível verificar os valores médios do teor de lignina (com extrativos), teor de holocelulose, teor de cinzas da madeira, densidade da madeira e teor da umidade da madeira da espécie *Calophyllum brasiliensis*.

QUADRO 3. Resultados das características químicas da madeira do guanandi.

Características Químicas da Madeira em %	Variação Radial (cm)						Média Total
	2	4	6	8	10	12	
Teor de Lignina, com extrativos	34,80	33,71	33,67	33,13	32,92	20,03	31,38
Teor de Holocelulose	64,08	64,87	65,15	65,50	65,92	78,54	67,34
Teor de Cinzas da Madeira	1,11	1,42	1,19	1,37	1,16	1,43	1,28
Densidade da Madeira (g/cm ³)	0,75	0,76	0,71	0,58	0,67	0,76	0,70
Teor de umidade da madeira %	10,39	10,03	9,96	10,41	10,39	10,53	10,29

No Quadro 3, nota-se que o teor de lignina (com extrativo), apresenta uma variação no sentido medula - casca.

Sendo maior na posição 1 e decrescendo até chegar na posição 6; respectivamente os teores foram de 34,80% e 20,03 %.

Observa-se ainda que o teor de holocelulose na madeira de *Calophyllum brasiliensis*, no sentido medula - casca apresentou um comportamento inverso ao teor de lignina. Sendo o teor de holocelulose menor na posição 1 (medula), com valor de 64,08%; e maior na posição 6 (casca), com exatos (78,54 %); e valor médio de 67,38%.

Comparando com os valores médios encontrados por OLIVEIRA (2011) para a espécie *Azadirachta indica* A. Juss foi possível verificar que a espécie *C. brasiliensis*, apresentou um valor maior de lignina, em torno de 31,38% (figura 1), enquanto a espécie Nim ficou com valores de 30,61 %.

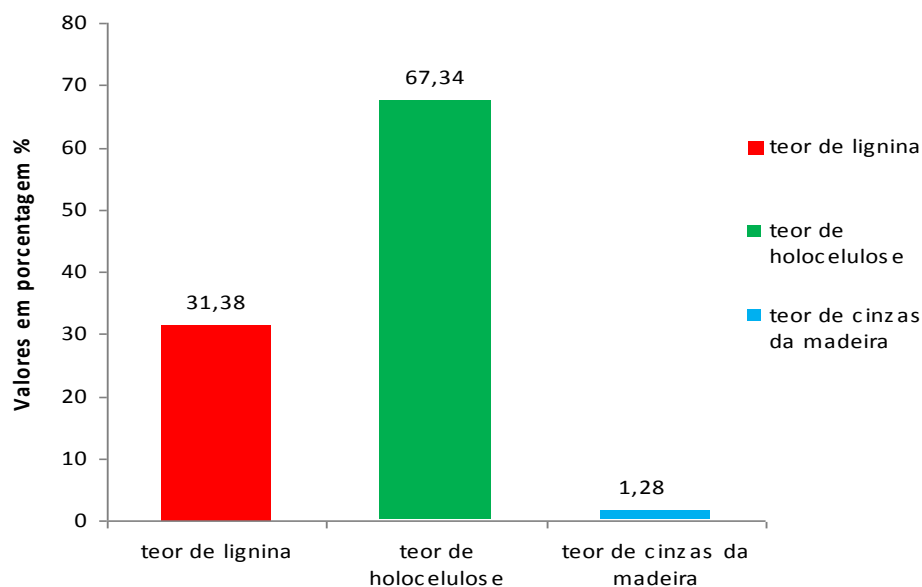
Mas em contra partida a espécie *Azadirachta indica* A. Juss, citada por OLIVEIRA, (2011), apresentou uma média total de percentagem maior para o teor de holocelulose quando comparada com a espécie *Calophyllum brasiliensis* Cambess, sendo os valores respectivamente 69,39 % e 67,34% (figura 1).

Verifica-se ainda que, o teor de cinza da madeira no sentido medula - casca apresentou valores que variam de 1,11 a 1,43 % e sua média foi de aproximadamente 1,28 % (figura 1).

Quando comparada com a espécie Nim, citada por OLIVEIRA (2011), a espécie em estudo apresenta menor valor para teor de cinzas da madeira, sendo exatos 1,28 % para o Guanandi e 7,25 % para o Nim.

A densidade da madeira da espécie em estudo apresenta valores entre 0,58 e 0,76 g/cm³, e sua média esta com valor exato de 0,70 g/cm³.

Observa-se no Quadro 3, que o teor de umidade da madeira apresentou valor máximo de 10,53 % e mínimo de 9,96 %, sendo a média igual á 10,29%.



Propriedades Químicas da Madeira

FIGURA 1. Valores médios das características químicas da madeira de guanandi *Calophyllum brasiliensis*.

Resultados das características químicas e físicas do carvão da madeira do guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess).

No Quadro 4, é possível verificar os valores médios dos teores de umidade do carvão vegetal, rendimento em carvão, teores de materiais voláteis, teor de cinzas do carvão, teores de carbono fixo, densidade do carvão e poder calorífico do carvão da madeira da espécie *Calophyllum brasiliensis*.

No Quadro 4, verificamos ainda que, o teor de umidade do carvão vegetal esta com uma pequena variação com mínimo de 5,10 % e máximo de 6,47%; e que seu valor total é de 5,79 % (figura 2).

QUADRO 4. Resultados das características químicas e físicas do carvão da madeira do guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess).

Características Químicas e Físicas do Carvão em %	Variação Radial (cm)						Média Total
	2	4	6	8	10	12	
Teor de Umidade do Carvão Vegetal	5,96	5,82	5,33	6,05	5,10	6,47	5,79
Rendimento em carvão (%)	19,48	18,19	21,82	19,43	23,54	17,40	19,98
Teor de Materiais Voláteis (%)	12,06	8,36	10,36	9,99	9,53	10,76	10,18
Teor de Cinzas do Carvão	3,73	3,25	4,05	4,49	4,95	4,14	4,10
Teor de Carbono Fixo	84,21	88,39	85,59	85,51	85,52	85,10	85,72
Densidade do carvão (g/cm ³)	0,34	0,32	0,33	0,31	0,26	0,24	0,30
Poder Calorífico Superior do Carvão (kcal/kg)	8253,65	8359,88	8338,63	8311,10	8251,60	8349,10	8352,23

Comparando a espécie em estudo com a citada por OLIVEIRA (2011), notamos que o teor de umidade do carvão esta com valor abaixo do encontrado pelo mesmo autor para a espécie de Nim (7,00%).

O rendimento de carvão possui valores mínimos de 17,40 e máximo de 23,54%, sendo a sua média total igual á 19,98% (figura 2).

OLIVEIRA (2011) cita em seu trabalho o Nim com um rendimento em carvão de aproximadamente 13,08%, sendo este inferior ao encontrado para o guanandi.

Segundo o Quadro 4, observa-se que o teor de materiais voláteis esta variando de 8,36 á 12,06 %; e que sua média total é de 10,18% (figura 2).

Observa-se que o Guanandi apresenta um menor teor de materiais voláteis quando comparado com a espécie Nim, citada por OLIVEIRA (2011); sendo os valores respectivamente 10,18% e 16,50%.

No Quadro 4, é possível verificar ainda que os valores do teor de cinzas do carvão está variando entre 3,25% a 4,95%. Sendo seu valor médio total com exatos 4,10% (figura 2).

O Nim citado por OLIVEIRA (2011) apresentou um teor de cinzas mais baixo (3,26%) em relação à espécie estudada.

Observa-se ainda que o teor de carbono fixo para a espécie vulgarmente conhecida como guanandi esta com valor mínimo de 84,21 % e máximo de 88,39 %, e que sua média total é de 85,72 % (figura 2)

O valor obtido no trabalho é maior que o valor citado por Oliveira para a espécie vulgarmente conhecida como Nim, sendo respectivamente os valores de 85,72% e de 80,24%.

Conforme o Quadro 4, nota-se que a densidade do carvão varia de 0,24 a 0,34 g/cm³, sendo seu valor médio de 0,30 g/cm³(figura 2).

Quando comparamos o valor obtido neste trabalho com o valor obtido por OLIVEIRA (2011), para a densidade do carvão, verificamos que o Guanandi possui um valor inferior ao do Nim (0,36 g/cm³).

No Quadro 4, é possível observar que os valores do poder calorífico superior do carvão varia de 8.251,60 a 8.359,88 kcal/kg. E o seu resultado médio para a espécie *Calophyllum brasiliensis* é de 8.352,23 kcal/kg.

Porem quando comparada com o trabalho feito por Oliveira (2011) é possível verificar que a espécie estudada apresenta um valor pouco a baixo do encontrado por OLIVEIRA (2011), sendo respectivamente 8.352,23 kcal/kg e 8.457,64 kcal/kg para o Nim.

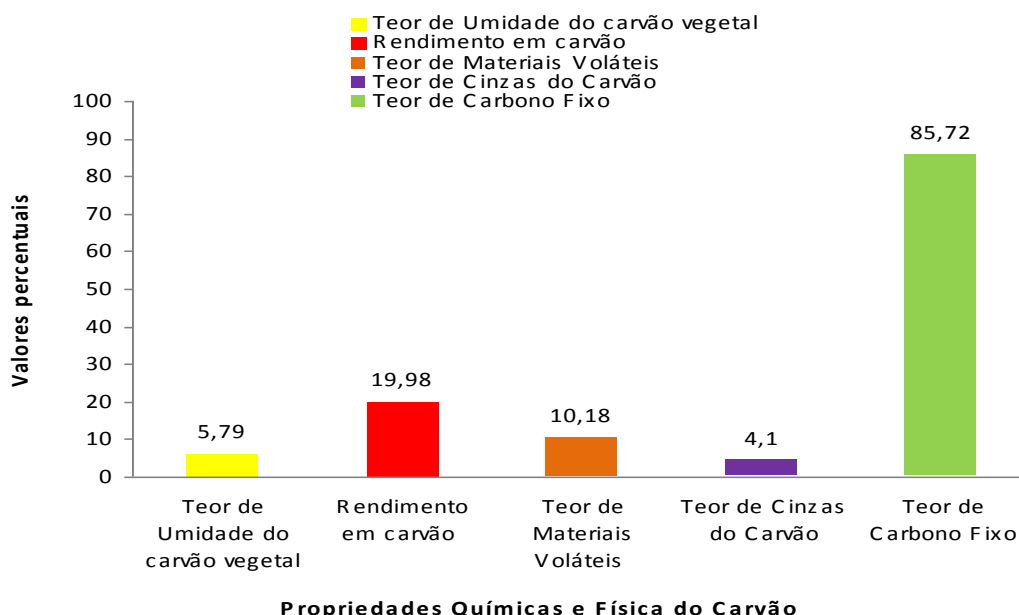


FIGURA 2. Valores médios das características químicas e físicas do carvão da madeira de guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess).

Variação radial das características químicas da madeira e as características físicas e químicas do carvão de guanandi.

Conforme a Figura 3, é possível verificar os comportamentos da lignina, do teor de carbono fixo do rendimento em carvão e dos materiais voláteis da madeira de guanandi.

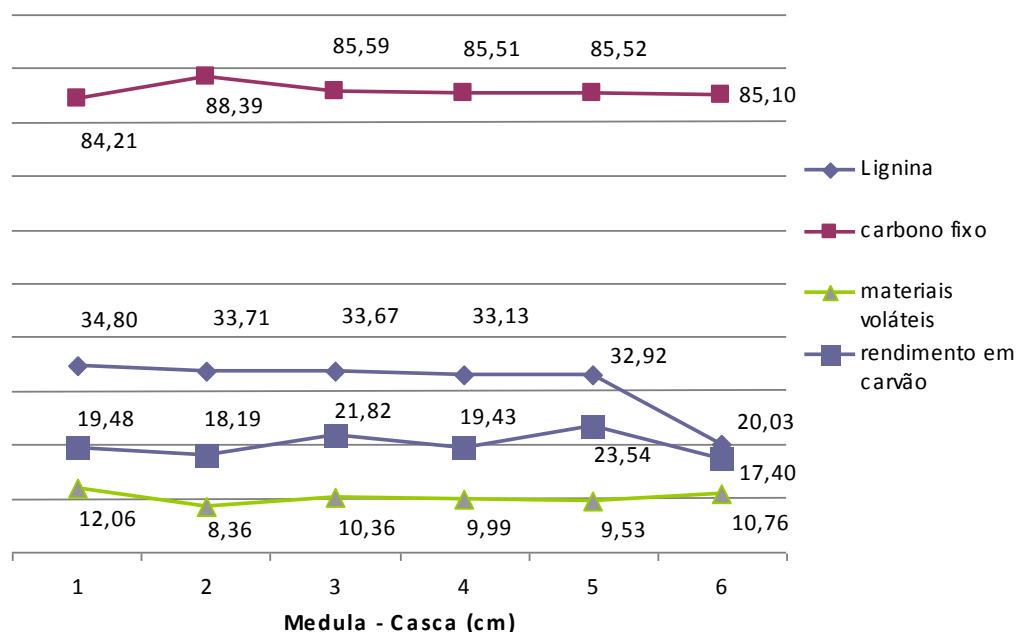


FIGURA 3. Variação radial das características químicas da madeira e as características físicas e químicas do carvão de guanandi.

Conforme o figura 3, podemos observar que o teor de carbono fixo permaneceu com resultado maiores na posição 2 em relação aos outros valores; no sentido radial.

A lignina possui uma pequena variação com o decorrer do sentido de corte, decrescendo na posição da casca.

Os materiais voláteis se comportam de maneira bem variável, pois na posição da medula ela está com valor alto, caindo na posição 2 e após se eleva em 3, recai em 4 novamente, em 5 recai mais um pouco ainda e em 6 se eleva novamente.

O rendimento em carvão se mostra mais variável ao longo do sentido, sendo maior na posição 1(2 cm) e decrescendo na posição 2 (4 cm), aumentando em 3 (6 cm), recai na posição 4 (8 cm) e aumentando levemente em 5 (10 cm) e terminando em decadência em 6 (12 cm - casca).

Nota-se que a variação que se aproximou mais da lignina foi o rendimento em carvão, já para as outras houve uma pequena aproximação nas relações; ou seja, uma variação muito pouco notável.

No gráfico abaixo, nota-se a variação do poder calorífico superior em relação ao sentido radial.

Observa-se na figura 4, que o poder calorífico se mantém muito variável em relação ao sentido medula - casca. Sendo o maior poder calorífico na posição 2, verificando ainda que os valores não ultrapassam o máximo de 9.000 kcl / kg e o mínimo de 8.000 kcal kg.

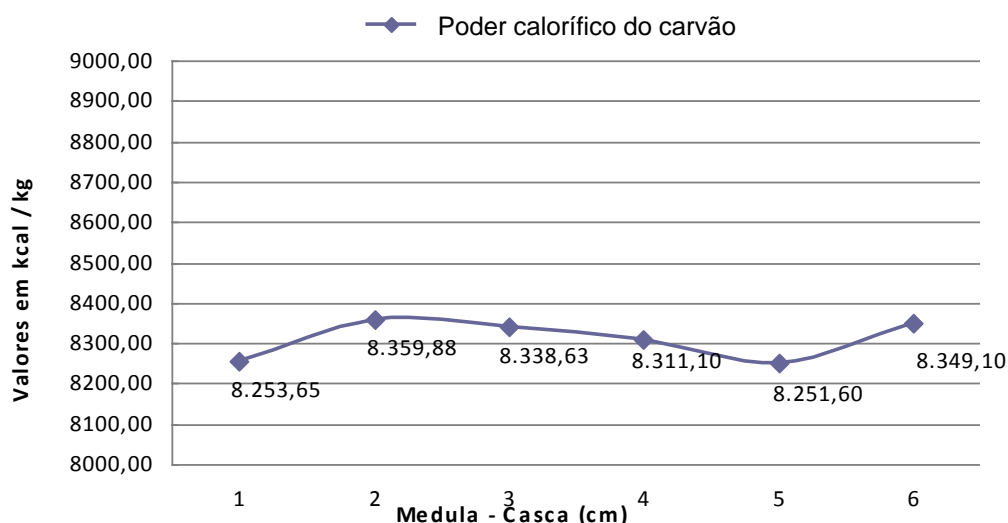


FIGURA 4. variação do poder calorífico superior do carvão.

CONCLUSÃO

Ocorre uma pequena variação na lignina no sentido radial; sendo que a mesma decrescente no sentido medula - casca e tende a ser menor na casca.

Os valores de holocelulose possuem tendência inversamente proporcional ao teor de lignina.

O rendimento de carvão foi o que melhor se relacionou com o teor de lignina.

Há uma pequena relação entre o teor de lignina com a quantidade de carbono fixo no carvão no sentido medula - casca.

O poder calorífico superior do carvão apresenta uma pequena relação de variação com o teor de lignina no sentido radial (medula - casca).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, F.; NAGAFUJI, S.; OKABE, H.; AKAHANE, H.; ESTRADA-MUÑIZ, E.; HUERTA-REYES, M.; REYES-CHILPA, R. **Trypanocidal constituents in plants.3. Leaves of *Garcinia intermedia* and heartwood of *Calophyllum brasiliense***. Biol.Pharm. Bull., Tokyo, v. 27, n. 1, p. 141-143, 2004.

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Chemical Analysis of Wood Charcoal**. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia. v. 410, p. 257 - 63, 1974. (ASTM D - 1762).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - **ABTCP.Normas Técnicas NBR 8633**. Brasília, 1974.

BENITEZ RAMOS, R. F.; MONTESINOS LAGOS, J. L. **"Catálogo de ciem especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos"**. Siguatepeque: Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 200p. 1988.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendações Silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA-CNPQ. Brasília. 1994. 640p

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária; EMBRAPA informação tecnológica, Colombo - PR 1039 p. 2003.

CARVALHO, D. A. de; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; VILELA, E. de A. **Flora arbustivo-arbórea de mata ripária do médio Rio Grande** (Conquista, Estado de Minas Gerais). Cerne, Lavras, v. 2, n. 2, p. 48-68, 1996.

CRUZ, G.L. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. S.A, 1964. 395p.

DE GRANDE, D. A. Plantas da restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo-Brasil). **Hoehnea**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-22, dez. 1981.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. de O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 1997. 65 p.

DUKE, J.A.; VASQUEZ, R. **Amazonian Ethnobotanical Dictionary**. London: Boca Raton/Ann Arbor/CRC, 1994. 215p.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. 1499 p.

FONSECA, E.T. da. **Óleos vegetais brasileiros (inclusive resinas, gomas, breus, ceras)**. 2.ed. Rio de Janeiro: Revistas dos Tribunaes, 1927. 130p.

GUARIM NETO, G. **Plantas utilizadas na medicina popular do estado do Mato Grosso**. Brasília: CNPq, assessoria editorial, 1987. 58p.

GUIMARÃES, E. F.; MAUTONE, L.; MATTOS FILHO, A. de. **Considerações sobre a floresta pluvial baixo-montana: composição florística em área remanescente no Município de Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro**. Boletim da Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, Rio de Janeiro, v. 23, p. 45-53, 1988.

GUIMARÃES, E. F.; RIZZINI, C. T.; MAUTONE, L.; MATTOS FILHO, A. M. **Árvores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 1993. 198p.

HUERTA-REYES, M.; BASUALDO, M.; LOZADA, L.; JIMENEZ-ESTRADA, M.; SOLER, C.; REYES-CHILPA, R. **HIV-1 Inhibition by extracts of Clusiaceae species from Mexico**. Biol. Pharm. Bull., Tokyo, v. 27, n. 6, p. 916-920, 2004.

HENRIQUES, R. P. B.; ARAÚJO, D. S. D. de; HAY, J. D. **Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus**, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 173-189, dez. 1986.

- JANKOWSKY, I. P.; CHIMELO, J. P.; CAVANCANTE, A. A.; GALINA, I. C. M.; NAGAMURA, J. C. S. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 172p. 1990.
- LORENZI, HARRI. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil / Harri Lorenzi**. - Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2008. Vol 1. Ed.: 5, 98 pág.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 512p.
- MAITELLI, G. T. **Uma abordagem Tridimensional do clima urbano em área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá/MT**. Cuiabá, 1994. Tese (Doutorado em Climatologia) - Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://cecaceix.wikispaces.com/file/view/ENCAC05_0092_101.pdf>. Acessado em: 08 nov. 2011.
- MATTA, A.A. **Flora médica** brasileira. 3ª ed. Manaus: Editora Valer e Governo do Estado do Amazonas, 2003. 356p. (Série Poranduba, 3).
- MOREIRA, W. S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. Viçosa - MG, Tese de Doutorado, UFV. 1999. 107 p.
- OLIVEIRA, Kennidy da Silva. **Estudo do Potencial Energético da Madeira do Nim *Azadirachta indica* A. Juss.** 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT.
- PASA, M. C.; GUARIM NETO, G.; GUARIM, V. L. M. S.; SILVA, J. V. B. da. **Repertório entobotânico do guanandi (*Calophyllum brasiliense* Camb.Guttiferae)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. Resumos... Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 200.
- PAULA, J. E. **Estudos comparativos da estrutura anatômica das madeiras de setenta e duas espécies brasileiras pouco conhecidas**. Brasil Florestal, Brasília, v.9, n.40, p. 29-37,1979.
- PENEDO, W. R. **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte. Fundação CETEC, 1980.
- PIRES, C.L. da S. **Área basal do guanandi**. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v. 4 / 5,n. 4, p. 169-153, 1965/1966.
- POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 320 p.
- SANSÍGOLO, C., A., BARREIROS R. M., **Modificações na Produtividade e nas Características Físicas e Químicas da Madeira de *Eucalyptus grandis* Causadas Pela Adubação com Lodo de Esgoto Tratado**: R. Árvore , Viçosa -MG, v. 31 , n . 1 , p . 103 - 111 , 2007.
- SILVA, E.A. **Farmácia verde: remédio à base de plantas nativas e exóticas do Amazonas**. Manaus: Secretaria de Estado da Cultura/Universidade Federal do Amazonas, 2003. 213p. (Série Grandes temas em pequenos formatos).

SOUZA, A. M.; de. **Estrutura genética de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb. na bacia do Alto Rio Grande.**2006. 154 p.(Tese - Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras,Lavras, MG.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática - **Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 607 p.

SOUZA, V.R.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. **Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posição em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*.** IPEF, Piracicaba, v. 3, p. 63-72, 1986.

SUSUNAGA, G.S. **Estudo químico e biológico da resina produzida pela espécie *Protium heptaphyllum* March. (Burseraceae).** 1996. Vol 1º. 163f. Dissertação (Mestrado em química) - Universidade do Amazonas - Química de produtos naturais, Manaus, 1996.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123 p.

VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. **Recursos genéticos de plantas medicinais do cerrado: uma compilação de dados.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v.3, n.1, p.13-36, 2000.

YASUNAKA, K.; ABE, F.; NAGAVAMA, A.; OKABE, H.; LOZADA-PAREZ, L.; LOPEZ-VILLAFRANCO, E.; ESTRADA-MUÑIZ, E.; AQUILAR, A.; REYESCHILPA,R. **Antibacterial activity of crude extracts from Mexican medicinal plants and purified coumarins and xanthenes.** J. Ethnopharmacol., Limerick,v. 97, n. 2, p. 293-299, 2005.