

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

# Avaliação do potencial energético das espécies florestais *Acacia auriculiformis* e *Ormosia paraensis* cultivadas no município de Iranduba/Amazonas, Brasil

## Energetic potential evaluation of the forest species *Acacia Auriculiformis* and *Ormosia Paraensis* cultivated at Iranduba/ Amazonas, Brazil

Sâmia Valéria dos Santos Barros<sup>1</sup>, Nabor da Silveira Pio<sup>2</sup>,  
Claudete Catanhede do Nascimento<sup>3</sup> e Suely de Souza Costa<sup>4</sup>

### RESUMO

No município de Iranduba, Estado do Amazonas – Brasil há grande consumo de madeira pelas comunidades locais para fabricação de carvão, e pelas olarias na queima para produção de tijolos. Diante deste panorama, a EMBRAPA vem desenvolvendo um projeto visando implementar plantios nas comunidades deste município. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as espécies *Acacia auriculiformis* (exótica) e *Ormosia paraensis* (nativa) a partir das variáveis dendrométricas, determinação da densidade básica, poder calorífico e análise imediata. O experimento foi implantado na Estação Experimental da EMBRAPA no município de Iranduba. O delineamento foi em blocos ao acaso com três repetições perfazendo um total de 6 parcelas compostas de 25 plantas cada. Foram retiradas cinco árvores dentro as nove centrais da área útil. Destas foram retirados os discos com 5cm espessura e desdobrados em corpos de prova para determinar a densidade básica e demais testes. Foi efetuada a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para todos os testes realizados. A *A. auriculiformis* (23,61cm-15,90m) superou a *O. paraensis* (7,26 cm-7,06 m) em diâmetro a altura, respectivamente. As espécies mostraram densidade média, onde *A. auriculiformis* (0,63 g/cm<sup>3</sup>) superou a *O. paraensis* (0,55 g/cm<sup>3</sup>). O potencial calorífico encontrado para *A. auriculiformis* (4383,65 kcal/kg) foi superior estatisticamente ao encontrado na *O. paraensis* (4381,24 kcal/kg). Na análise imediata a *A. auriculiformis* superou a *O. paraensis*, mas foi inferior em carbono fixo. Os resultados conduzem ao emprego das duas espécies para plantio por apresentarem-se promissoras para o cultivo e uso final como fonte energética proposto no trabalho.

### PALAVRAS-CHAVE:

Análise imediata, biomassa, densidade básica, plantio, poder calorífico.

### ABSTRACT

At the municipality of Iranduba, in the state of Amazonas, there is a high consumption of wood by the local communities, for both charcoal production and to burn for producing bricks. As a result, EMBRAPA has developed a project to grow trees at Iranduba's communities. So, the goal of this study

1 Bolsista/UFAM/INPA samia\_vsb@yahoo.com.br

2 Professor do Departamento de Ciências Florestais/Agrárias da Universidade Federal do Amazonas/UFAM; nspio@ufam.edu.br

3 Pesquisadora da Coordenção de Pesquisas em Produtos Florestais/CPPF/INPA; catanhed@inpa.gov.br

4 Professora/Pesquisadora Estatística do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA.

was to evaluate the species *Acacia auriculiformis* (exotic) and *Ormosia paraensis* (native) by dendrometric variables, basic density, heating power and immediate analysis, through an experiment at Estação Experimental da EMBRAPA, in Iranduba. The experimental design was by random blocks with three repetitions, in a total of six parcels with 25 plants each. Five trees were taken out of the nine middle trees of the useful area. Discs 5 cm thick were taken from those trees and turned into proof bodies in order to determine the basic density and other tests. Analysis of variance and Tukey tests, at 5% probability, were performed. *A. auriculiformis* (23,61 cm<sup>2</sup>-15,90 m) was larger than *O. paraensis* (7,26 cm<sup>2</sup>-7,06m) in diameter and height, respectively. Both species presented medium density, but *A. auriculiformis* (0,63 g/cm<sup>3</sup>) had greater values than *O. paraensis* (0,55 g/cm<sup>3</sup>). The heating potential of *A. auriculiformis* (4383,65 kcal/kg) was statistically higher than that of *O. paraensis* (4381,24 kcal/kg). For the immediate analysis *A. auriculiformis* showed greater values than *O. paraensis*, but presented lower values for fixed carbon. The results of this study showed that both species can be grown and used as proposed.

**KEY-WORDS:**

Immediate analysis, Biomass, Basic density, Planting, Heating power.

## INTRODUÇÃO

A madeira oriunda de florestas plantadas, por suas características próprias e pelas condições ecológicas altamente favoráveis, tem sido apontada como uma opção lógica a ser utilizada devido a sua potencialidade como fonte energética. Porém, de toda lenha consumida, a grande maioria é proveniente de florestas nativas, estimando um corte anual dessas florestas de 500 mil hectares, sendo necessário reflorestarem grandes áreas para garantir o abastecimento futuro de madeira como energético.

De acordo com Shumacher (2003), no Brasil a implantação de maciços florestais na grande maioria formada por

espécies exóticas, são consequências da evolução de toda uma estrutura industrial. Esta tem como objetivo atender a demanda das regiões mais desenvolvidas do país com matéria-prima necessária para produção de papel, celulose, chapas, aglomerados, carvão vegetal, móveis e outros.

Para Salomão (1993), o conceito de planta exótica sob a limitação geopolítica está sendo cada vez mais substituído pelo de adaptabilidade da planta à região onde se pretende cultivá-la, sendo o clima e o solo os aspectos mais determinantes.

A madeira destinada para fins energéticos deve basear-se, entre outros, no conhecimento do seu poder calorífico e no seu potencial para produção de biomassa, portanto, é necessário haver uma avaliação de seus constituintes químicos e uma análise de seu potencial energético (Vale et al., 2000). Um dos parâmetros para avaliação da qualidade da madeira é representado pela sua densidade básica, que está ligada diretamente com as propriedades físicas, mecânicas e anatômicas, podendo assim caracterizar o uso final da madeira (Rezende et al., 1998).

O poder calorífico é um parâmetro que mede a eficiência energética e serve como importante indicador para conhecer a capacidade calorífica de uma determinada espécie (Oliveira, 1982). O teor de umidade é um fator que influencia o valor do poder calorífico, quanto menor, maior será a produção de calor por unidade de massa. Farinhaque (1981) indica que, para queima a madeira não pode apresentar teor de umidade superior a 25%.

A análise imediata é um teste que fornece a percentagem de umidade, material volátil, carbono fixo e cinzas. Em outras palavras, ela fornece a percen-

tagem do material que se queima no estado gasoso (material volátil) e no estado sólido (carbono fixo), bem como dá uma indicação do material residual (cinzas). Arola (1976) afirma que quando a lenha é queimada, geralmente 75 a 80% são materiais voláteis, 20 a 24% é carbono fixo e 1 a 3% cinzas.

Nas zonas rurais a floresta é fundamental como produtora de lenha para o consumo diário. Mais de 80% da madeira aproveitada é queimada para cozinhar alimentos, aquecer casas e abastecer as indústrias rurais.

No município de Iranduba no Estado do Amazonas há um grande consumo de lenha por duas partes distintas. A primeira refere-se às pequenas comunidades dessa região. Estas famílias sobrevivem desta matéria-prima para fabricação de carvão vegetal que é vendido nas localidades próximas e para a cidade de Manaus. Porém, estas comunidades enfrentam problemas, como a busca da matéria-prima que se torna cada vez mais escassa, devido à extração predatória e falta da reposição da cobertura florestal, pois à medida que vai se esgotando, mais longe vão ficando as florestas para coleta da madeira para fabricação de carvão. A segunda parte é composta pelas olarias. A existência destas se deve a grande concentração de argila ocorrente no solo da região, favorecendo a produção de tijolos e telhas.

Visando amenizar os impactos causados, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA vem desenvolvendo por meio do experimento “Seleção de espécies florestais nativas e exóticas com potencial para produção de energia na região de Iranduba/AM” que objetiva a implementação de plantios que possam atender a necessidade do consumo de lenha de pequenas comunidades no município de Iranduba podendo

ser usufruído por um período de médio em curto prazo. Nesse experimento foram avaliados os aspectos econômicos e técnicos utilizando a biomassa de plantações de madeiras em áreas degradadas trabalhando-se com espécies exóticas e nativas de crescimento inicial rápido, sendo este um fator importante, uma vez que para produção de lenha o diâmetro é parâmetro de avaliação para qualificação do produto, pois para este fim pode-se considerar o diâmetro mínimo de 5 cm.

Das espécies escolhidas para o experimento citam-se a *A. auriculiformis* A. Cunn. Ex Benth, da família Mimosaceae. É uma espécie arbórea de crescimento inicial rápido, originária do sul de Papua, Nova Guiné e norte da Austrália. É encontrada em diversos tipos de solo, tolerando ampla faixa de pH, além de possuir capacidade de sobrevivência em solos pobres e em regiões onde a estação seca é curta.

A espécie *Ormosia paraensis* Ducke, pertencente à família Fabaceae, conhecida vulgarmente como tento-açaí, que segundo Loureiro *et al.*, (1997), habita regiões de terra firme e ocorre na Amazônia Legal, Estado do Mato Grosso e parte da Venezuela (Cordilheira Paracaima).

Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar as espécies lenhosas e mensurar o seu potencial energético a fim de programar plantios com as espécies selecionadas em comunidades do município de Iranduba.

## METODOLOGIA

### Localização e descrição do experimento em campo

Os trabalhos de campo foram conduzidos na “Estação Experimental do Caldeirão” de propriedade da EMBRAPA Amazônia Ocidental, localizada no muni-

cípio de Iranduba, no estado do Amazonas, abrangendo uma área absoluta de 2.354km<sup>2</sup>.

O município está compreendido entre as latitudes 3°00' e 4°00'S e longitude 60°00' e 61°00'W Grw, situando-se no Médio Amazonas. É constituído em grande parte de terrenos quartenários recentes, cujos solos são colmatados anualmente pelas enchentes dos grandes rios (Brasil, 1979).

O clima da área é do tipo Afi, pertencente ao grupo de clima tropical chuvoso de acordo com a classificação climatológica de Köppen. A temperatura para o mês mais frio nunca é inferior a 18°C. A distribuição das chuvas durante o ano indica isotermia, com pluviosidade em torno de 2.000mm, não há propriamente verão e inverno distintos (Ribeiro, 1976).

O experimento foi implantado no mês de janeiro de 1995, onde foram testadas as espécies (tratamentos) com delineamento em blocos ao acaso, com três repetições perfazendo 6 parcelas compostas de 25 plantas cada, no espaçamento de 4m x 4m. Os blocos I e II foram instalados em terrenos degradados, compactados, anteriormente utilizados com culturas de ciclo curto. O bloco III foi instalado imediatamente após o corte de uma área de floresta secundária de aproximadamente 20 anos.

### **Amostragem e coleta de dados**

Durante todo o período do experimento foram realizadas as medições dos elementos dendrométricos, altura e diâmetro (DAP) executados com o auxílio de uma vara métrica e uma fita diamétrica, respectivamente, para acompanhar o desenvolvimento das espécies em todas as árvores das parcelas.

Em 2002 foi realizada a derrubada das árvores para retirada de amostras para os testes experimentais. De cada parcela, eliminou-se a bordadura, e selecionou-se da área útil, aleatoriamente cinco árvores dentre às nove centrais. Após a derrubada, as árvores selecionadas foram marcadas e delas retirados discos com 5 cm de espessura, localizados em diferentes alturas do fuste (base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100%), tendo como parâmetro o diâmetro mínimo de 5cm na ponta mais fina. De cada espécie obtiveram-se trinta discos, totalizando sessenta. Estes foram desdobrados e confeccionados os corpos de prova para o teste da densidade básica. A *Acacia auriculiformis* obteve 715 amostras confeccionadas e a *Ormosia Paraensis* 420. Essa desigualdade em número de amostras deu-se devido ao diâmetro diferenciado do fuste de cada uma.

### **Descrição dos experimentos em laboratório**

#### *a) Determinação da Densidade básica*

A densidade básica das amostras foi determinada pelo método de imersão. Neste, 1,135 corpos de provas foram mantidos submersos em água por 8 dias aproximadamente, até estarem acima do ponto de saturação das fibras para determinação do volume verde. Para este, utilizou-se uma balança analítica, onde as amostras foram submersas em um bêquer com água, posteriormente foi medido o seu volume verde em função do peso do líquido deslocado pela sua imersão. As amostras foram mensuradas no sentido base-topo e medula-casca. O peso seco foi obtido após o condicionamento das amostras na estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 103°C, até atingirem peso constante.

*b) Determinação do Poder Calorífico em Bomba Calorimétrica*

Os corpos de prova foram transformados em cavacos, picados e moídos em um moinho, posteriormente classificados em peneiras. As frações classificadas abaixo de 60 *mesch* foram utilizadas para determinação do poder calorífico superiores, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT-NBR 8633/84.

Inicialmente pesou-se 1 g da amostra seca em balança analítica. Posteriormente, essa amostra foi enviada para a bomba calorimétrica que continha 5 ml de água. Esta foi fechada e carregada lentamente com oxigênio a uma pressão de 3,0 Mpa, sem deslocar o ar inicial. A bomba foi ativada a uma temperatura inicial de 27,32°C, sendo acompanhada constantemente por meio de um termômetro acoplado a bomba, onde se obteve a temperatura final de 28,96°C. Esse procedimento foi realizado em três repetições para cada espécie, visto que se tratava da mistura de corpos de prova oriundos de árvores diferentes.

*c) Análise imediata*

Para determinação da análise imediata utilizaram-se amostras moídas que foram classificadas em peneiras de 40 e 60 *mesch*. A fração intermediária foi utilizada para realização destes testes. Esse procedimento obedeceu as normas da ABNT NBR 8112/86 que determina o método de ensaio do teor de umidade, cinzas, materiais voláteis e carbono fixo.

Com exceção do carbono fixo, os demais testes foram realizados em duplícates.

**Teor de umidade**

Foram separadas em cápsulas de aço previamente taradas, 500 g das amostras moídas e pesadas em balança analítica

para obtenção da massa inicial. Posteriormente foram colocadas em estufa previamente aquecida, onde permaneceram por um período de 48 horas a uma temperatura de 105 °C. Após esse período, as amostras foram retiradas e novamente pesadas para obtenção da massa final.

**Teor de cinzas**

Em cadinhos de porcelana previamente tarados em balança analítica, depositou-se um grama de cada amostra seca. Posteriormente, as amostras contidas nos cadinhos sem tampa foram colocadas na mufla pré-aquecida, por um período de 1h a temperatura de 700 °C. Após este tempo foram retirados e depositados em dessecador para esfriar, e novamente pesados para obtenção da massa final.

**Materiais voláteis**

Em uma balança analítica, pesou-se um grama da amostra no cadinho previamente tarado. Após a pesagem, os cadinhos foram tampados e colocados por 3 minutos sobre a porta da mufla previamente aquecida. Em seguida colocados dentro da mufla por 7 minutos a uma temperatura de 900 °C. Também retirados e colocados em dessecador para obtenção da massa final.

**Carbono fixo**

O teor de carbono fixo, por se tratar de uma medida indireta foi calculado de acordo com a equação abaixo:

$$CF = 100 - (CZ + MV)$$

Onde: CF = teor de carbono fixo, em

CZ = teor de cinza, em %.

MV = teor de matérias voláteis, em %

## Análise dos Dados

A partir dos dados obtidos utilizaram-se os recursos do programa estatístico SAS, para realizar as análises de variância (ANOVA). Os resultados das médias foram contrastados pelo teste de Tukey (t), considerando a significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Variáveis dendrométricas

O primeiro fator nos resultados que coopera para implementação dessas espécies é o rápido crescimento. Esse comportamento foi observado durante os sete anos nas parcelas. Nesse período houve acompanhamento do incremento da altura e diâmetro. Os dados coletados foram organizados em planilha e calculados para obtenção de sua média, como verificado na tabela 1.

Observa-se na tabela 1 que há diferença significativa nas características dendrométricas das duas espécies estudadas. Nota-se que a espécie exótica *A. auriculiformis* destacou-se em diâmetro e altura, enquanto que a espécie nativa *O. paraensis* apresentou dados estatísticos inferiores. Ressalta-se ainda a importância da adaptabilidade e desenvolvimento da espécie exótica no plantio.

Depreende-se que mesmo com diferença significativas de DAP e a altura,

ambas as espécies são promissoras para o uso da lenha e/ou fabricação do carvão vegetal. Uma vez que o diâmetro mínimo aceito para queima é de 5 cm, nesse sentido a *O. paraensis* enquadra-se nos requisitos para tal finalidade.

Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento das espécies utilizadas neste estudo, foi o espaçamento. Com a dimensão 4x4 adotada não ocorreria maior competição entre as árvores das parcelas, também observado por Brasil & Ferreira (1971), quando afirmam que o espaçamento tem influência marcante na produção e qualidade da madeira, principalmente no manejo de povoamentos cujo objetivo é a produção de madeira industrial de rápido crescimento e densidade adequada. Rensi Coelho *et al.* (1970), em estudo de diferentes espaçamentos para *Eucalyptus propinqua* e *Eucalyptus grandis*, concluíram que a menor competição entre as árvores resulta em menor porcentagem de dominadas e consequente maior uniformidade do povoamento, com reflexos favoráveis ao volume aproveitável final.

### Densidade básica

Os dados obtidos da densidade básica ao longo do fuste, nas alturas propostas, apresentaram diferenças pouco significativas, conforme variação observada na figura 1, pois o comportamento das espécies foi aproximadamente homogêneo.

Tabela 1. Valores médios dendrométricos das espécies estudadas aos sete anos.

ESPÉCIE	DAP (CM)	ALTURA (M)
<i>Acacia auriculiformis</i>	23,61	15,90
<i>Ormosia paraensis</i>	7,26	7,06

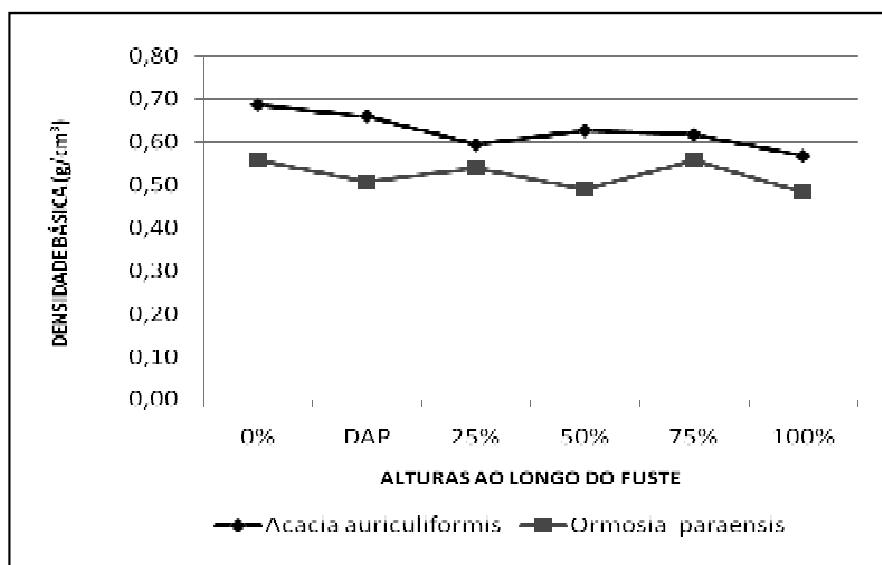


Figura 1. Variação dos valores médios ao longo do fuste das espécies.

Observa-se que em ambas as espécies a densidade decai da base para o DAP, e a partir da posição de 25% ela sofre oscilações até 100%, sendo que a *A. auriculiformis* segue uma linha constante, ao contrário da *O. paraensis* que apresenta variações mais evidentes. Contudo, essa diferença de comportamento entre as espécies é comprovada em uma variação de 0,48 a 0,69 (g/cm<sup>3</sup>), classificando estas espécies como madeiras de densidade média. Nesse sentido, o resultado infere o uso da totalidade do fuste da árvore para queima, uma vez que o menor valor obtido foi de

0,48g/cm<sup>3</sup> na altura de 100%. Ressalta-se que não haverá necessidade de selecionar partes do fuste da árvore para consumo na hora da queima, evitando assim o desperdício de resíduos florestais, como encontrado muitas vezes em trilhas ou beiras de estradas, restos de fuste e galhos por apresentarem diâmetro pequeno.

Observa-se na tabela 2 que ocorreu uma variação significativa na média entre as duas espécies. Em comparação com o gráfico apresentado, essa diferença não se apresentava tão discrepante, como

Tabela 2. Valores médios da densidade básica das espécies.

ESPÉCIE	DENSIDADE BÁSICA (g/cm <sup>3</sup> )
<i>Acacia auriculiformis</i>	0,63
<i>Ormosia paraensis</i>	0,55

constatado no quadro de média geral. Contudo, essa variação não é nociva, pois as médias encontradas enquadram-se nos valores de densidade média para madeira, inferindo a qualidade destas para utilização final.

A espécie *A. auriculiformis* mostrou-se com maior densidade (0,63 g/cm<sup>2</sup>) quando comparada a *O. paraensis* (0,55 g/cm<sup>2</sup>?). Resultado semelhante quanto à média da densidade básica de espécies exóticas na região brasileira foi encontrado por Araújo (2000), quando estudou a introdução da espécie exótica *Nim indiano* (0,57 g/cm<sup>2</sup>) na região semi-árida do Nordeste. Vale (2001) encontrou médias similares estudando a densidade básica de algumas espécies do cerrado para correlação entre a densidade e a qualidade do carvão, citam-se a Murta (0,52 g/cm<sup>2</sup>), Pequi (0,62 g/cm<sup>2</sup>) e Jacarandá-do-cerrado (0,77 g/cm<sup>2</sup>).

Com base nos valores encontrados pode-se afirmar que a *A. auriculiformis* e *O. paraensis* são espécies com densi-

dade equivalente para a geração de energia na forma de calor, ainda que de origens diferentes, responderam bem com a adaptação ao solo e crescimento.

### Poder calorífico

Na figura 2 observa-se a média da variação do poder calorífico superior disponibilizado para as espécies analisadas, sendo possível caracterizar uma pequena diferença entre elas.

Os dados médios encontrados para *A. auriculiformis* (4383,65 kcal/kg) e *O. paraensis* (4381,24 kcal/kg) tornam-se satisfatório, devido ao período de cultivo e condições locais. Mesmo sendo espécies de origem diferentes alcançaram um valor médio de eficiência energética que satisfaz duas faixas de estudos, uma realizada por Howard (1973) afirmando que o poder calorífico superior para folhosas varia na faixa de 4.600 a 4.800 kcal/kg, enquanto que, para Brito (1993), este valor para folhosas tropicais está entre 3.500 a 5.000 kcal/kg.

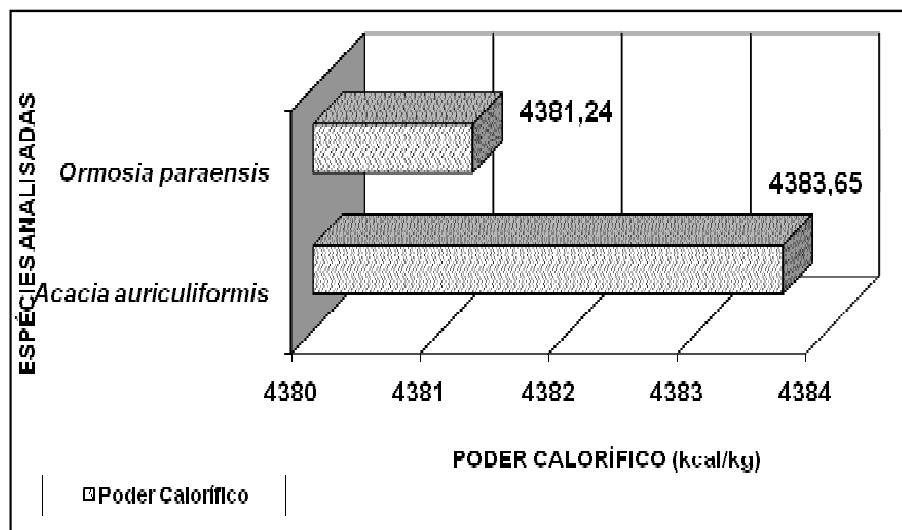


Figura 2. Valores médios do poder calorífico para as espécies.

Em estudos realizados, Araújo (2000) encontrou um potencial de 4088,50 kcal/kg para espécie exótica *Nim indiano*. Jara (1989) encontrou 4.550 kcal/kg para *Acacia decurrens* (Acacia negra) aos cinco anos de idade e 4.790 kgcal/kg para o *Eucalyptus grandis* aos dez anos de idade.

Observa-se que os valores médios encontrados aos sete anos são distintos aos das espécies com cinco e dez anos. Nesse contexto pode-se afirmar que mesmo como experimento para implantação as espécies corresponderam bem ao potencial energético, e poderão ser aprimoradas com mais técnicas e tratamentos silviculturais.

### Análise Imediata

Observa-se na tabela 3 que os testes realizados na análise imediata apontaram uma diferença significativa entre as duas espécies analisadas.

A espécie *A. auriculiformis* apresentou baixa porcentagem de teor de umidade, cinzas e carbono fixo, e indicou alto valor para materiais voláteis em comparação a *O. paraensis*. A perda de umidade para igual período exposto em temperatura utilizada foi maior para, *A. auriculiformis*. Essa característica é importante, uma vez que a quantidade de

água na madeira influencia no calor liberado, o que em processo industrial ocasiona redução na produtividade, por isso a escolha da madeira que possua perda de umidade rápida é essencial no processo produtivo. Essa característica é encontrada nas espécies estudadas. Apesar da *O. paraensis* ter obtido um valor estatístico um pouco elevado ao da *A. auriculiformis*, ela também corresponde bem ao resultado, já que seu valor no teor de umidade foi 8,98%, este se encontra na faixa para liberação de calor, proposto em estudos realizados por Farinhaque (1981), quando afirma que o teor de umidade para queima não pode ultrapassar 25%.

Quanto ao Teor de Cinzas *A. auriculiformis* apresentou uma porcentagem de 0,59% correspondendo a bom aproveitamento da matéria-prima, enquanto que para *Ormosia paraensis* foi 1,35%. Os dados encontrados neste estudo estão condizentes com os realizados sobre a porcentagem de cinzas, como por exemplo, Araújo (2000) que trabalhando a espécie *Nim indiano* detectou 2,11% de cinzas. Marabotto *et al.*, (1991) também encontraram resultados similares em um estudo com 28 espécies da Amazônia Peruana-Brasileira que sofreram variações como a *Moena amarilla* (0,11%), *Osteophloeum plastyspermum* (0,28%), *Loro shungo* (0,58%), *Caucho masha*

Tabela 3. Valores médios da análise imediata para as espécies estudadas.

ESPÉCIES	VARIÁVEIS			
	TEOR DE UMIDADE (%)	CINZAS (%)	MATERIAL VOLÁTIL (%)	CARBONO FIXO (%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	7,59	0,59	84,00	15,41
<i>Ormosia paraensis</i>	8,98	1,35	79,17	19,48

(0,76%), *Virola albidiflora* (1,04%), *Anacaspis* (1,14%), *Bombax munguba* (2,32%) e *Maquira coreacea* (4,91%). Para o mesmo autor, o baixo teor de cinzas representa o mínimo de impurezas que pode ser encontrado em madeiras para combustíveis.

Para o Teor de Materiais Voláteis, a *A. auriculiformis* (84,00%) apresentou média superior a *O. paraensis* (79,17%) possuindo assim maior facilidade de se queimar ou liberar calor (gases). Correlacionado com a quantidade de carbono fixo, a *A. auriculiformis* (15,41) obteve maior porcentagem que a *O. paraensis* (19,48). Neste sentido pode-se afirmar que *A. auriculiformis* libera maior quantidade de material gasoso, deixando um bom percentual de material sólido (carbono fixo) para queima.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

Os valores da densidade básica encontrados nas duas espécies correspondem à classificação de espécies madeireiras de densidade média;

O potencial energético da *Acacia auriculiformis* (4383,65 Kcal/kg) foi superior a *Ormosia paraensis* (4381,24 Kcal/kg) com pequena diferença estatística;

Os valores da análise imediata da *Ormosia paraensis* na variável teor de umidade, cinzas e carbono fixo foram superiores ao da *Acacia auriculiformis*;

O teor de material volátil da *Acacia auriculiformis* foi superior a *Ormosia paraensis*;

Para um programa de plantio comercial e/ou agroflorestal com o objetivo de produzir biomassa para a geração de energia, as duas espécies apresentaram-se bastante promissoras e grande potencial para cultivo.

As espécies *A. auriculiformis* e *O. paraensis*, de acordo com este estudo podem ser usadas em plantios de regeneração de áreas degradadas e fins madeireiros, como construção e móveis.

## REFERENCIAS

- Araújo, L.V.C., L.C.E. Rodriguez y J.B. Paes. 2000. Características físico-químicas e energéticas da madeira de *Nim indiano*. *Scientia Forestalis* 57: 153-159.
- Arola, R.A. Wood fuels-How do they stack up? 1976. *Forest Products Research Society*, November 15-17. Atlanta, Georgia. 12 pp.
- Brasil, M.A.M. y M. Ferreira. 1971. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF Vol.2. No. 3:129-49.
- Brito, J.O. 1993. Expressão da produção florestal em unidades energéticas. In: VI Congresso Florestal Brasileiro, 6., Pan Americano, 1, Curitiba, Anais. Curitiba: SBS. p. 280-282.
- Farinhaque, R. 1981. Influência da umidade no poder calorífico da madeira de bracatinga (*Mimosa scrabella*, Benth) e aspectos gerais de combustão. Curitiba: FUPEF, Série Técnica. 14 pp.

- Howard, A.M. 1973. Heat of combustion of various southern pine materials. *Wood Science* Vol. 5:194-197.
- Jara, E.R.P. 1989. O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil. São Paulo: IPI. 6p. (Comunicação Técnica, 1797).
- Loureiro, A.A., M.F. Freitas, J.C. Alencar. 1997. Essências madeireiras da Amazônia. Vol. II. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/ CNPq. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA. Manaus-AM.
- Marabotto, M.T., A.C. Moena. Cunha, M.P.S.C. 1991. Alternativas energéticas de veintiocho especies forestales de la Amazonia Peruano-Brasileña. Série Técnica, n. 02. Lima Perú. 46 pp.
- Ministério da Agricultura Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. 1979. Aptidão agrícola das terras do Amazonas. Estudos básicos para o planejamento agrícola, aptidão agrícola das terras. 121. Brasília. Brasil. 142 pp.
- Oliveira, B. 1982. Produção de carvão vegetal: aspectos técnicos. In Produção e utilização de carvão vegetal. CETEC, MG. p: 61-73.
- Rensi Coelho, A.S., H. A. Mello e J. W. Simões. 1970. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. IPEF, Vol. 1:29-55.
- Rezende, M.A., J.R.C. Saglietti, R. Chaves. 1998. Variação da massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 8 anos de idade em função de diferentes níveis de produtividade. *Scientia Forestalis* 53: 71-78.
- Ribeiro, M.N.G. 1976. Os aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazônica* 6(2): 229-233.
- Salomão, C.C. 1993. Eucalipto – vilão ou herói? Planta exótica. *Revista Silvicultura*. Ano XIII. No. 50. p. 23.
- Shumacher, M.V. 2003. Aspectos ambientais das plantações de *Pinus* e *Eucaliptos*. *Revista da Madeira*, Ano 13 No. 77: 92-94.
- Vale, A.T., N.C. Fiedler e G. F. Silva. 2001. Avaliação energética da biomassa do cerrado em função do diâmetro das árvores. *Ciência Florestal*, Santa Maria. Vol. 12. No. 2: 115-126.
- Vale, A.T., M.A.M. Brasil, A.L. Leão. 2000. Caracterização da madeira e da casca de *Sclerolobium paniculata*, *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens* para uso energético. UNESP/Botucatu-SP.

Manuscrito recibido el 19 de junio de 2007  
Aceptado el 7 de octubre de 2008

Este documento se debe citar como: dos Santos Barros, S. V., C. Catanhede do Nascimento, C. P. de Azevedo, N. da Silveira Pio y S. de Souza Costa. 2009. Avaliação do potencial energético das espécies florestais *Acacia auriculiformis* e *Ormosia paraensis* cultivadas no município de Iranduba/Amazonas. *Madera y Bosques* 15(2): 59-69.