

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 Barros¹, Nabor da Silveira Pio², Claudete Catanhede do Nascimento³ e Suely de Souza Costa⁴

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 dentre 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/cm³) superou a *O. paraensis* (0,55 g/cm³). 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 Coodenação 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 Tuckey tests, at 5% probability, were performed. *A. auriculiformis* (23,61 cm -15,90 m) was larger than *O. paraensis* (7,26 cm-7,06m) in diameter and height, respectively. Both species presented medium density, but *A. auriculiformis* (0,63 g/cm³) had greater values than *O. paraensis* (0,55 g/cm³). 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 conseqüências 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 2.354km².

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 quaternários 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 duplicatas.

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 conseqüente 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

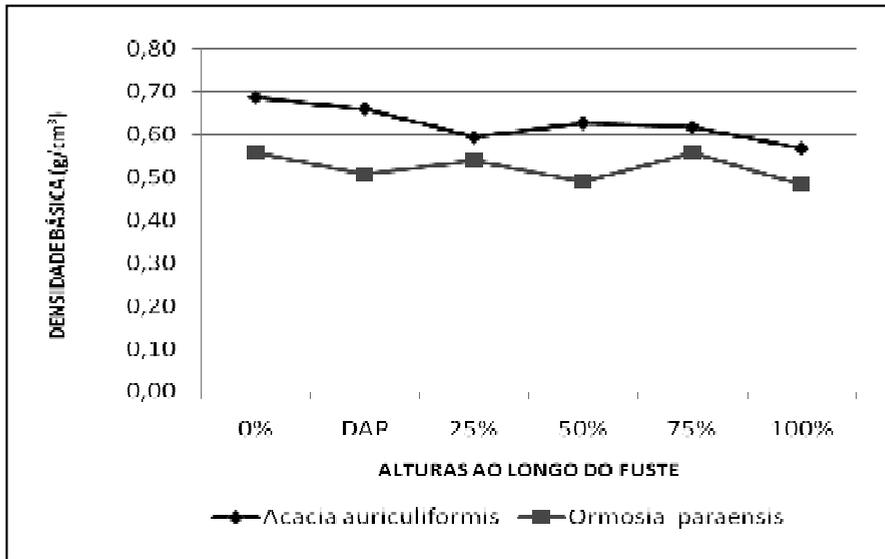


Figura 1. Variação dos valores médios ao longo do fuste das espécies.

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/cm³), 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/cm³ 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 ³)
<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/cm²) quando comparada a *O. paraensis* (0,55 g/cm²). 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/cm²) 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/cm²), Pequi (0,62 g/cm²) e Jacarandá-do-cerrado (0,77 g/cm²).

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.

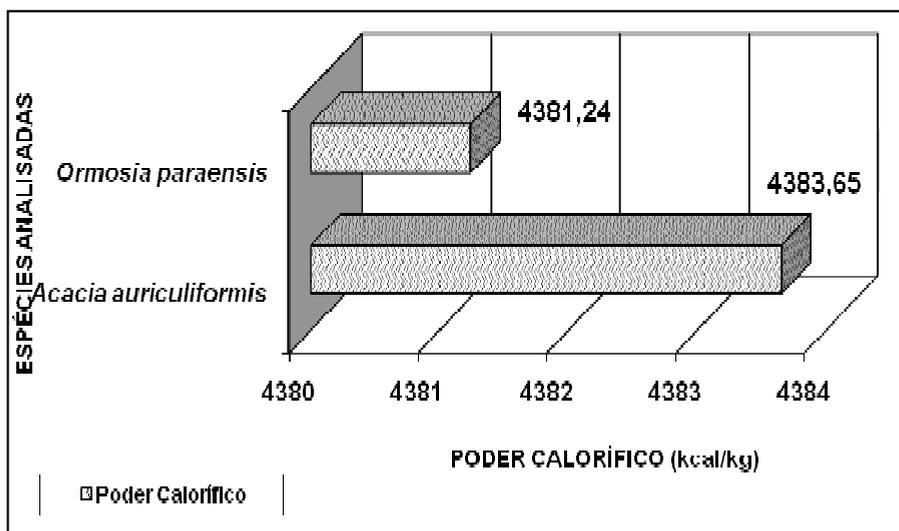


Figura 2. Valores médios do poder calorífico para as espécies.

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 kcal/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%), *Anacardi* (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 madeiras 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 bracinga (*Mimosa scrabella*, Benth) e aspectos gerais de combustão. Curitiba: FUEF, 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 vinteiocho 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 *Eucalyptos*. 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

Acceptedo 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.