

MINISTÉRIO DO INTERIOR
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS
NATURAIS RENOVÁVEIS
DIRETORIA DE INCENTIVO À PESQUISA E DIVULGAÇÃO
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

LPF – SÉRIE TÉCNICA Nº 12

CARBONIZAÇÃO DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA

Parte 1: FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

Brasília, 1989

Ministro do Interior

João Alves Filho

**Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos
Naturais Renováveis**

Fernando César de Moreira Mesquita

Diretor da Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação

Luiz Fernando Soares de Assis

Chefe do Laboratório de Produtos Florestais

Mário Rabelo de Souza

COMITÊ EDITORIAL

Eleazar Volpato, Ph. D.

Marcos Antonio Eduardo Santana, Ph. D.

Sebastião Kengen, Ph. D.

Tereza Cristina Monteiro Pastore, M. Sc.

Vera Teresinha Rauber Coradin, M. Sc.

PUBLICAÇÃO

Ernesto Paz Guimarães

Noemia Regina Santos do Nascimento

Tereza Cristina Monteiro Pastore

Yeda Soares de Lucena Bataus

ISSN 0103 - 5193

CARBONIZAÇÃO DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA

Parte 1: FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

Autores: Tereza Cristina M. Pastore *
Esmeralda Y. A. Okino **
Florianio Pastore Jr.***

* Química, M. Sc. – pesquisadora do LPF/DIRPED/IBAMA, bolsista do CNPq.

** Eng.º Químico – pesquisadora do LPF/DIRPED/IBAMA, bolsista do CNPq.

*** Químico, M. Sc. – end. atual: Latex Pastore Jr., Belterra (PA).

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação. Laboratório de Produtos Florestais. Brasília, D.F.

Carbonização de madeiras da amazônia. Pt. 1: Floresta Nacional do Tapajós, por Tereza Cristina M. Pastore, Esmeralda Y. A. Okino e Floriano Pastore Jr. Brasília, D.F., 1989.

12p. ilustr. (IBAMA. DIRPED. LPF. Série Técnica, 12)

1. Madeira-Carbonização-Brasil-Amazônia. I. Pastore, Tereza Cristina M. II. Okino, Esmeralda Y. A. III. Pastore Jr., Floriano. IV. título. V. série.

ÍNDICE

RESUMO	5
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONCLUSÃO	11
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

RESUMO

Foram carbonizadas em laboratório madeiras de vinte espécies ocorrentes na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém, Pará (Brasil). Além do rendimento gravimétrico, determinaram-se o poder calorífico, a densidade aparente, os teores de carbono fixo, as cinzas e o material volátil dos carvões obtidos, os quais foram correlacionados com a densidade básica e percentagens de lignina e extrativos em álcool-benzeno das madeiras respectivas. Dentre as vinte espécies, treze apresentaram rendimento gravimétrico superior ou igual a 30%, sendo que para a Ucuubarana e a Cuiarana foram de 35% e 37%, respectivamente. Destacou-se também a essência *Quaruba-verdadeira* pelo incomum conteúdo de 86,14% de carbono fixo. Os melhores coeficientes de correlação obtidos foram 0,8530 para a densidade básica da madeira e densidade aparente do carvão e, ainda, de 0,8370 para a densidade básica da madeira e rendimento gravimétrico em carvão.

ABSTRACT

Charcoal were made from wood of twenty species native to the Tapajós National Forest, Santarém, Pará (Brazil). Besides the weight yield, other variables were assessed such as the calorific value, the density and percentage of fixed carbon, ashes and volatile matter of the charcoal produced. These were correlated with the specific gravity and lignin and alcohol-benzene extractives of their respective woods. Thirteen out of twenty species tested presented weight yield greater than 30%. Ucuubarana and Cuiarana showed 35% and 37% respectively. *Quaruba-verdadeira* showed the uncommon value of 86.14% of fixed carbon. The best correlation coefficient among variables were 0.8530 for wood specific gravity and charcoal density, and 0.8370 for wood specific gravity and charcoal weight yield.

1. INTRODUÇÃO

O carvão vegetal representa atualmente, no Brasil, um importante insumo para vários segmentos industriais, principalmente para a siderurgia, onde é utilizado na fabricação de mais de 40% de ferro gusa. Não obstante sua importância na economia, têm sido relativamente pouco estudadas as correlações entre as propriedades do carvão e as características físico-químicas da madeira utilizada. Esta carência é acentuada para as espécies nativas da Amazônia, onde ocorrem grandes desperdícios de matéria-prima florestal. Esses resíduos e toras não aproveitadas, após carbonização, poderiam ser briquetados, gerando um produto de elevado valor comercial. Trabalhos da SUDAM/Centre Technique Forestier Tropical (1972) e de BRITO & BARRICHELO (1981), que tiveram como objetivo analisar, respectivamente, vinte e sessenta e sete espécies daquela região, constituem os poucos artigos publicados nesta área. Ressaltando a importância de estudos energéticos desta natureza, CATINOT (1979) estima que a floresta densa pode produzir madeira entre 200 a 500m³/ha, correspondente a 45 e 100 tEP (toneladas equivalentes de petróleo) ou a uma energia potencial de 150.000 e 350.000 KWh.

Devido à heterogeneidade e complexidade da floresta amazônica, a utilização racional dos seus recursos demanda estudos que visem ao uso múltiplo dos produtos da floresta, para melhor aproveitá-la e tornar mais econômica sua exploração. Neste sentido, é importante adotar sistemas de classificação para o uso de biomassa florestal.

Em vários países vêm-se pesquisando, com crescente intensidade (DOAT & PETROFF, 1975), os processos de carbonização e seus produtos. No Brasil, esta pesquisa é de vital interesse, em decorrência do amplo uso do carvão vegetal como redutor de minérios e da elevada potencialidade do país. A presente situação de ocupação da Amazônia requer estudos desta natureza, tendo em vista a exploração da província mineral de Carajás, onde várias siderúrgicas estão sendo instaladas.

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a carbonização de vinte espécies folhosas da Amazônia, correlacionando as seguintes características do produto obtido: rendimento gravimétrico, densidade aparente, teores de carbono fixo, de material volátil e poder calorífico, com as seguintes características da matéria-prima: densidade básica, conteúdo de extrativos e lignina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Seleção de espécies

Foram selecionadas vinte espécies (Tabela 1) dentre as estudadas pelo Laboratório de Produtos Florestais (IBDF, 1981). Levaram-se em consideração os seguintes fatores: teores de extrativos em álcool-benzeno e de lignina de cada madeira e também algumas espécies indicadas pela SUDAM (1981) para carvoejamento. Além dessas, foram incluídas a Castanheira, protegida por lei, visando a dar subsídios para o aproveitamento de sua madeira proveniente de desmatamento

Tabela 1 — Espécies estudadas para carbonização

Código	Nome Comum	Nome Científico	Família
01	Amapá-amargoso; Pau-rainha	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
02	Amapá-doce; Amapá-da-terra-firme	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	Moraceae
03	Breu-sucuruba; Breu-preto	<i>Trattinickia burseraefolia</i> (Mart.) Willd.	Burseraceae
04	Cajuaçu; Cajup	<i>Anacardium spruceanum</i> Benth ex Engl.	Anacardiaceae
05	Castanha-de-arara; Munguba-grande	<i>Joannesia heveoides</i> Ducke	Euphorbiaceae
06	Castanheira; Castanheiro-do-pará	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	Lecythidaceae
07	Cuiarana	<i>Terminalia amazonia</i> (Gmel.) Excell.	Combretaceae
08	Envira-preta	<i>Onychopetalum amazonicum</i> R. E. Fries	Anonaceae
09	Faveira-folha-fina	<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	Leguminosae
10	Itaúba; Itaúba-abacate	<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schw. & Mez	Lauraceae
11	Itaúba-amarela; Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez	Lauraceae
12	Louro-vermelho; Louro-gamela	<i>Nectandra rubra</i> (Mez) C. K. Allen (sin. <i>Ocotea rubra</i> Mez)	Lauraceae
13	Melancieira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Leguminosae
14	Quaruba-verdadeira; Quaruba	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	Vochysiaceae
15	Tacacazeiro; Achichá	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	Sterculiaceae
16	Tachi-preto-folha-grande; Tachi-pitomba	<i>Tachigalia myrmecophila</i> Ducke	Leguminosae
17	Tatapirica; Maria-preta	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae
18	Tauari	<i>Couratari guianensis</i> Aubl. (sin. <i>Couratari pulchra</i> Sandw.)	Lecythidaceae
19	Ucuuba-da-terra-firme	<i>Viola michellii</i> Heckel (sin. <i>V. melinonii</i> (Ben) A. C. Smith)	Myristicaceae
20	Ucubarana	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Myristicaceae
	Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Myristicaceae

obrigatório e outras espécies nobres, como o Louro, Quaruba e Tauari, para possibilitar um melhor aproveitamento de seus resíduos ou de suas toras não utilizadas na industrialização.

O procedimento de amostragem adotado (IBDF, 1981) consistiu, basicamente, de um sistema aleatório de coleta ao longo de determinado trecho da Rodovia Cuiabá-Santarém, dentro da Floresta Nacional do Tapajós. Para escolher as árvores, foi considerado o DAP (diâmetro à altura do peito) ou DAS (diâmetro à altura da sapopema) entre 40cm e 80cm, de onde foram retirados os discos utilizados nos experimentos.

2.2. Carbonização das madeiras

Os discos foram previamente secos ao ar, descascados e utilizados no mínimo dois deles por espécie, provenientes de árvores distintas.

A carbonização foi efetuada em um sistema, conforme o diagrama da Figura 1. Cerca de 330g de cavacos de madeira (aproximadamente 6x2x2cm) foram colocados em um cilindro de aço inoxidável com capacidade de 1,8 litro (A). Após vedação com tampa metálica e junta de amianto, este cilindro foi introduzido em um forno elétrico com controle automático de temperatura (B). Os produtos gasosos provenientes da carbonização percorreram um trocador metálico de calor, de sistema contracorrente, tipo duplo tubo vertical, de 1m de comprimento e 2,45cm de diâmetro (C). O líquido pirolenhoso e o alcatrão foram coletados em um recipiente metálico, circundado por um banho de gelo para acelerar o processo de condensação do vapor (D). A mistura de gases não condensáveis passou por um condensador de vidro (E) e, a seguir, por dois frascos lavadores de gás, dispostos em série (F), sendo finalmente queimada em bico de Bunsen (G).

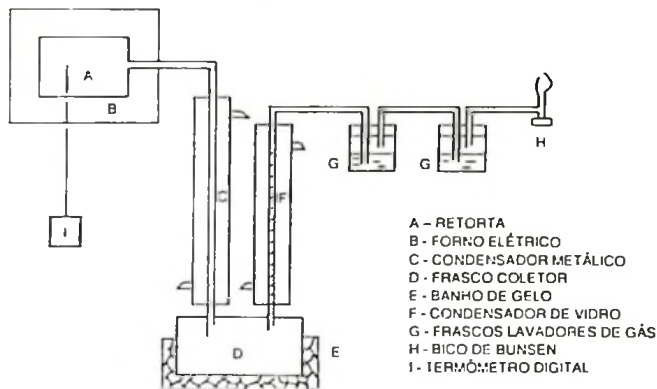


Figura 1 – Diagrama simplificado do sistema de carbonização.

A carbonização foi conduzida à temperatura de 450-470°C, atingida em um período de 3 horas. Portanto, com uma taxa de elevação de temperatura de 2,4°C/min. Ao alcançar a temperatura máxima, medida internamente na retorta através de termopar conectado a um termômetro digital, o sistema de aquecimento foi desligado. Somente após resfriamento até a temperatura ambiente, retirou-se a retorta da mufla. Para cada espécie, realizaram-se no mínimo duas carbonizações.

O carvão foi pesado para a determinação do seu rendimento gravimétrico em relação ao peso seco da madeira enforada.

Foram feitas as seguintes determinações para a madeira e carvão, de acordo com as normas especificadas:

- Teor de extrativos em álcool-benzeno – Norma ASTM D 1107-56, reprovada em 1972.
- Teor de lignina – conforme o procedimento adotado pela TAPPI – T 222 om-83. O teor de lignina foi expresso em percentagem do peso da madeira extraída e livre de extrativos.
- Densidade básica da madeira – Norma COPANT, expressa em peso seco/volume saturado.
- Análise imediata do carvão vegetal – Norma ASTM 1762/64.
- Poder calorífico superior – Norma ASTM 3286/77.
- Densidade aparente de carvão – devido à quantidade de material disponível optou-se pelo método de deslocamento de mercúrio, utilizando-se o aparelho de Brinell (Amsler, Alemanha). A medida expressa é a média de seis ensaios.

Como referência, foram carbonizados cavacos de madeira de *Eucalyptus grandis* (7 anos, disco tirado no DAP).

A partir dos resultados dos testes de caracterização da madeira e carvão foram feitas análises de regressão linear simples, similares às encontradas na literatura (BRITO & BARRICHELO, 1977).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do carvão variou de 0,21g/cm³ a 0,59g/cm³; os teores de carbono fixo de 77,58% a 86,14%; material volátil de 12,89% a 20,22%; cinzas de 0,36% a 3,80% e, finalmente, o poder calorífico superior de 7.219,45 cal/g a 8284,42 cal/g (Tabela 2). Com estes dados e os valores de densidade básica da madeira e seus teores de lignina e extrativos (Tabela 3) foram feitas as análises de regressão linear (Tabela 4). As figuras 2, 3, 4, 5 e 6 ilustram os maiores valores absolutos dos coeficientes de correlação.

Para o grupo de espécies selecionado para este trabalho, confirmou-se que, quanto maior a densidade básica da madeira, maior a densidade do carvão vegetal resultante. Isto fica demonstrado pelo coeficiente de correlação ($r=0,8530$) altamente significativo. Portanto, as madeiras a serem carbonizadas poderão, em primeira instância, ser classificadas de acordo com sua densidade básica.

Neste sentido, DOAT & PETROFF (1975) sugerem que carvões de madeiras pesadas poderão ser aproveitados para uso siderúrgico, desde que possuam alto teor de carbono fixo, baixos teores de material volátil e não sejam friáveis, e na indústria de cal e cimento (caracterizado por possuir teores de

Tabela 2 – Características físico-químicas do carvão e rendimento gravimétrico

Espécie	Rend. Gravim. (% base seca)	Carb. Fixo (% base seca)	Mat. Volat. (% base seca)	Cinzas (% base seca)	Densidade (g/cm ³)	Poder Calorífico (cal/g)
01. Amapá-amargoso	32	79,23	19,03	1,74	0,58	7878,83
02. Amapá-doce	27	82,88	15,62	1,50	0,41	7876,66
03. Breu-sucuruba	28	81,57	15,95	2,48	0,21	7578,03
04. Cajuaçu	27	80,15	18,20	1,65	0,24	7682,78
05. Castanha-de-arara	28	77,58	18,62	3,80	0,25	7275,06
06. Castanheiro-do-pará	32	81,76	17,88	0,36	0,45	8056,59
07. Cuiarana	37	77,89	20,09	2,02	0,61	7745,43
08. Envira-preta	30	79,77	18,98	1,25	0,59	7682,52
09. Faveira-folha-fina	32	79,60	18,99	1,41	0,45	7878,83
10. Itaúba	33	82,72	16,24	1,04	0,40	7962,99
11. Itaúba-amarela	33	82,81	15,74	1,45	0,44	8102,06
12. Louro-vermelho	30	81,86	17,44	0,70	0,40	8041,90
13. Melancieira	30	80,27	18,05	1,68	0,40	8089,70
14. Quaruba-verdadeira	30	86,14	12,89	0,97	0,40	8284,42
15. Tacacazeiro	30	77,40	20,22	2,39	0,33	7219,46
16. Tachi-preto	30	81,18	18,14	0,68	0,34	7699,75
17. Tatapirica	28	79,82	18,35	1,83	0,28	7542,96
18. Tauari	30	79,85	18,03	2,12	0,36	7564,10
19. Ucuuba-da-terra-firme	27	80,76	17,01	2,23	0,34	7639,00
20. Ucuubarana	35	79,71	19,34	0,95	0,45	7993,49
Eucalipto	30	80,34	19,08	0,58	0,22	7732,93

cinzas e umidade menores que 4% e de material volátil em torno de 20%). Em contrapartida, os carvões das madeiras mais leves seriam destinados para outros usos energéticos.

As madeiras da Amazônia apresentaram rendimento gravimétrico entre 27% e 37%, enquanto a de **Eucalyptus grandis**, tomada como padrão, apresentou rendimento de 30%, compatível com os dados de BRITO & BARRICHELO (1977).

O rendimento gravimétrico em carvão está relacionado com a densidade da madeira através do coeficiente de correlação 0,8370 altamente significativo (Figura 3). Este resultado é discordante da sugestão feita por BRITO & BARRICHELO (1977) de que a densidade da madeira pode ter correlação positiva com o rendimento quando este for expresso em termos volumétricos. Ressalta-se que as madeiras utilizadas no caso precedente eram provenientes de reforestamento, com idades definidas e que não podem ser comparadas com as essências

Tabela 3 – Características físico-químicas da madeira

Espécie	Densidade Básica (g/cm ³)	Lignina + Extrativos (% base seca)
01. Amapá-amargoso	0,73	42,55
02. Amapá-doce	0,53	33,67
03. Breu-sucuruba	0,44	30,81
04. Cajuaçu	0,42	26,21
05. Castanha-de-arara	0,39	28,60
06. Castanheiro-do-pará	0,63	39,80
07. Cuiarana	0,80	32,63
08. Envira-preta	0,64	35,14
09. Faveira-folha-fina	0,72	43,33
10. Itaúba	0,68	46,66
11. Itaúba-amarela	0,70	42,78
12. Louro-vermelho	0,55	43,11
13. Melancieira	0,60	38,42
14. Quaruba-verdadeira	0,46	42,83
15. Tacacazeiro	0,53	27,51
16. Tachi-preto	0,56	39,14
17. Tatapirica	0,50	27,80
18. Tauari	0,52	35,25
19. Ucuuba-da-terra-firme	0,50	27,10
20. Ucuubarana	0,63	37,26
Eucalipto	0,54	32,58

Tabela 4 – Correlações lineares simples

Correlação	Equação	Coefficiente de Correlação
D _{cv} = f(Db)	y = -0,0866 + (0,8380)x	r = 0,8530
R _g = f(Lig + E _{ab})	y = 22,5725 + (0,2186)x	r = 0,5248
R _g = f(Cf)	y = 43,817 + (-0,1658)x	r = -0,1270
R _g = f(Mv)	y = 22,2776 + (0,4606)x	r = 0,300
R _g = f(Cz)	y = 32,313 + (-1,1553)x	r = -0,3350
R _g = f(Db)	y = 18,8953 + (20,0427)x	r = 0,8370
P _{cs} = f(Cf)	y = 73,723 + (95,6583)x	r = 0,7150
P _{cs} = f(Mv + Cz)	y = 9640,94 + (-95,6939)x	r = -0,7150
P _{cs} = f(Lig + E _{ab})	y = 6598,92 + (33,0226)x	r = 0,7710

Onde:

Db = Densidade básica da madeira (g/cm³)

E_{ab} = Percentagem de extrativos em álcool-benzeno da madeira

Lig = Percentagem de lignina da madeira

D_{cv} = Densidade aparente do carvão vegetal (g/cm³)

Cf = Percentagem de carbono fixo do carvão

R_g = Rendimento gravimétrico percentual em carvão

Mv = Percentagem do material volátil do carvão

Cz = Percentagem de cinzas do carvão

P_{cs} = Poder calorífico superior do carvão (cal/g)

tropicais estudadas nesse trabalho, quando essa característica é impossível de ser conhecida. Pressupõe-se somente que estas essências possuam idade superior a dez anos, haja vista que os DAP das árvores colhidas eram superiores a 70cm.

Também foi correlacionado com o rendimento gravimétrico a percentagem da soma dos teores de lignina e extrativos (Figura 4), baseando-se na sugestão de PETROFF & DOAT (1978) de que os extrativos, assim como a lignina, favorecem a produção de carvão, por possuírem composição química rica em carbono.

O valor de $r=0,5248$, encontrado na Tabela 4, traduz uma ligação de intensidade média entre as duas variáveis estudadas, não se podendo tirar uma afirmação conclusiva sobre esse fato.

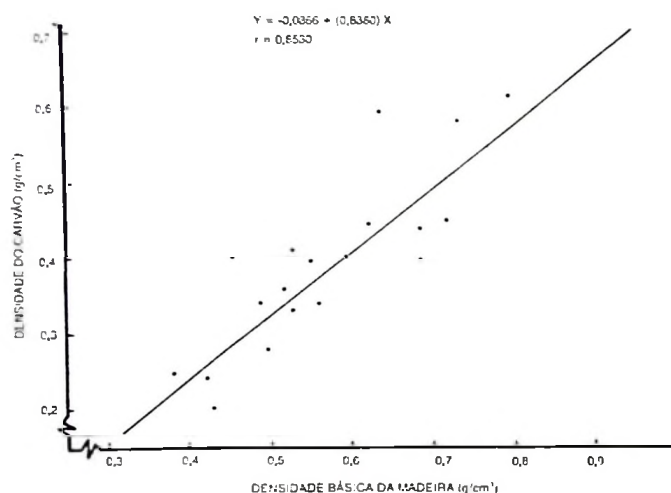


Figura 2 – Densidade do carvão versus densidade básica da madeira.

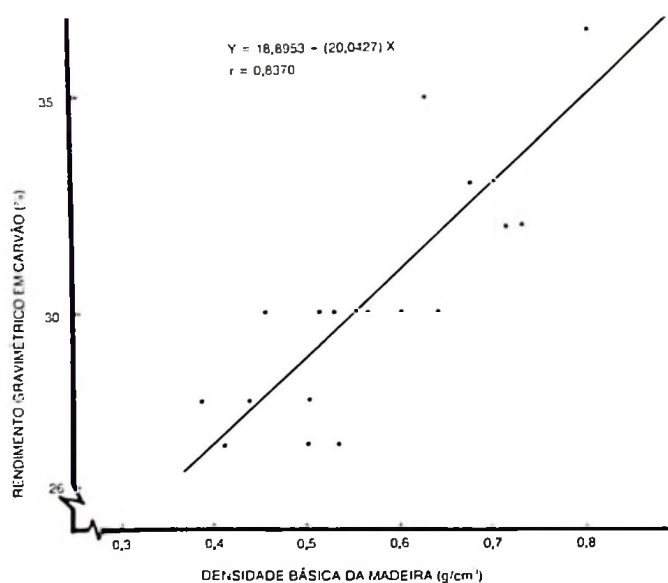


Figura 3 – Rendimento gravimétrico em carvão versus densidade básica da madeira.

Foram calculados os coeficientes de correlação entre o rendimento gravimétrico com os teores de material volátil, cinzas e carbono fixo, que apresentaram valores comparativamente baixos em relação às correlações do rendimento gravimétrico e as características químicas da madeira.

Já o coeficiente de correlação $r=0,7150$ entre o poder calorífico superior e o teor de carbono fixo indica que o comportamento do poder calorífico varia com a constituição química do carvão. A curva da Figura 6 ou as equações matemáticas das correlações mostradas na Tabela 4 podem ser utilizadas para estimar o valor do poder calorífico superior através da análise química imediata.

Os teores de lignina e extrativos da madeira também podem afetar a qualidade do carvão vegetal, como se observa através do poder calorífico. A correlação entre as variáveis $r=0,7710$ sugere que quanto mais alta a quantidade destes compostos na madeira, maior poderá ser o seu poder energético.

O carvão originado das espécies tropicais estudadas neste experimento foi de boa qualidade (baixos teores de cinzas e voláteis e alto índice de carbono fixo) e adequado ao uso industrial. A Ucuubarana e a Cuirana se destacaram pelo alto valor de rendimento gravimétrico de 35% e 37%. Já a Quaruá-verdadeira apresentou o maior valor de carbono fixo.

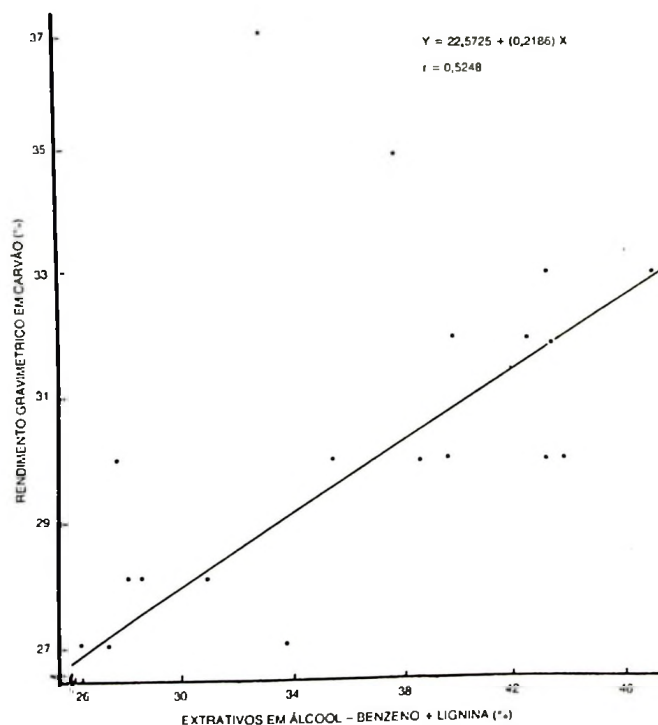


Figura 4 – Rendimento gravimétrico em carvão versus extrativos em álcool-benzeno + lignina da madeira.

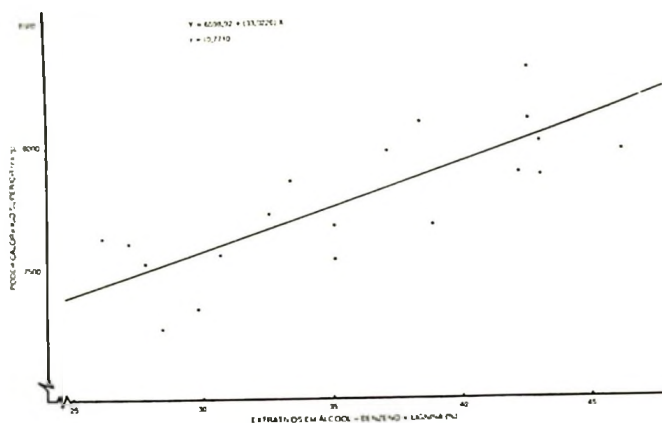


Figura 5 – Poder calorífico superior do carvão versus percentagens de extrativos + lignina da madeira.

4. CONCLUSÃO

Os ensaios realizados permitiram confirmar o fato de que as madeiras tropicais de densidades básicas mais elevadas produzem carvão com maior densidade aparente, além de proporcionarem um aumento no rendimento gravimétrico.

Pelo valor do coeficiente de correlação encontrado, a

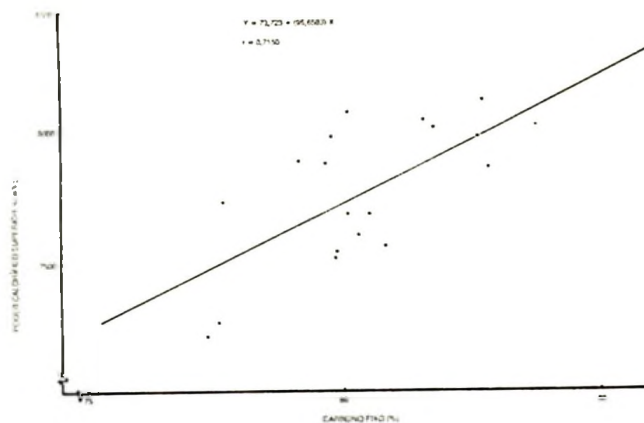


Figura 6 – Poder calorífico superior versus carbono fixo do carvão.

presença de maiores teores de compostos químicos ricos em carbono, como a lignina e extrativos da madeira, pode ou não afetar o rendimento gravimétrico. Porém, tais compostos mostraram claramente influenciar a qualidade do carvão vegetal, quando se verificou uma relação diretamente proporcional com o poder calorífico.

As espécies estudadas são adequadas ao uso industrial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard method for chemical analysis of wood charcoal.** D 1972. Part 16. Philadelphia, ASTM, 1973.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard method for gross calorific value of solid fuel by the isothermal-jacket bomb calorimeter.** D 3296-77. Philadelphia, ASTM, 1977.
- BRASIL. SUDAM. **Résultats des analyses de carbonization de bois d'Amazonie.** Relatório técnico. Paris, SUDAM/CTFT, 1972.
- BRASIL. SUDAM. **Grupamento de espécies tropicais da Amazônia por similaridade de características básicas e por utilização.** Belém, SUDAM/IPT, 1981.
- BRITO, J. O. & BARRICHELO, L. E. G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e produção de carvão vegetal: I – Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, (14):9-20, 1977.
- BRITO, J. O. & BARRICHELO, L. E. G. Comportamento de madeiras nativas do Maranhão frente ao processo de destilação seca. **IPEF**, Piracicaba, (5):1-25, 1981.
- CATINOT, R. Comment utiliser les forêts tropicales comme source d'énergie. **Bois et Forêts des Tropiques**, Paris, (184): 3-30, 1979.
- COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. **Maderas: métodos de determinación del peso específico aparente.** (30):1-004. COPANT, 1971.
- DOAT, J. & PETROFF, G. La carbonization des bois tropicaux. Essais de laboratoire et perspectives industrielles. **Bois et Forêts des Tropiques**, Paris, (159):55-72, 1975.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia: características e utilização.** Floresta Nacional do Tapajós. Brasília IBDF/CNPq, 1981, v. 1, 113p.
- PETROFF, G. & DOAT, J. Pyrolyse des bois tropicaux – Influence de la composition chimique des bois sur les produits de distillation. **Bois et Forêts des Tropiques**, Paris, (177):51-64, 1978.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **Acid insoluble lignin in wood and pulp.** T 222 om-83. Atlanta, TAPPI, 1987. v. 1.

ENDEREÇO DO EDITOR

**Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação
Departamento de Divulgação Científica
Divisão de Divulgação Técnico-Científica
W/3 Norte – Q. 510
Edifício Cidade de Cabo Frio – 3º andar
70750 – Brasília-DF**

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS – IBAMA

Endereço: SAIN – Av. L4 Norte – Lote 04 – CEP 70770

Fones: (061) 224-4789/224-5337/223-5664

Telex: (061) 2120/1711 – Fax: 224-5206

Caixa Postal 152874 – CEP 70919

BRASÍLIA-DF