

---

**PIRÓLISE DO ESTIPE DE *Euterpe edulis* MARTIUS  
(PALMITEIRO)**

---

**WILSON HIGA NUNES**  
**Mestre, Eng. Florestal Autônomo**  
**AZARIAS MACHADO DE ANDRADE**  
**Dr., Prof. Adjunto IV, DPF - IF - UFRRJ**

**R E S U M O**

A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar as potencialidades do estipe de *Euterpe edulis* Martius, material vegetal desprezado por ocasião da colheita do palmito, para a produção de carvão vegetal e de subprodutos da carbonização. Foram avaliados, dentre outros fatores, os efeitos das temperaturas finais de 300 e de 500 °C, durante a pirólise do estipe de *Euterpe edulis*. A pirólise do estipe de *Euterpe edulis* mostrou-se viável, considerando-se que os rendimentos médios em carvão vegetal (28,50 %), em gases condensáveis (43,70 %) e em carbono fixo (19,30 %) foram satisfatórios, embora o teor de cinza do carvão apresentou-se elevado (5,50 %).

*Palavras-chaves:* Estipe de *Euterpe edulis*, carvão vegetal, pirólise.

**A B S T R A C T**

**PYROLYSIS OF *Euterpe edulis* Martius STEM  
(PALMITEIRO)**

The present research was developed with the purpose of evaluating the potentialities of *Euterpe edulis* Martius stem, discarded vegetable material by occasion of palm cabbage crop, for subproducts of carbonization and charcoal production. Effects of pyrolysis final temperatures of 300 and 500 centigrades, were analysed, among other factors. The pyrolysis of *Euterpe edulis* stem was viable, considering that medium revenues in charcoal (28,50 %), condensed gas (43,70 %) and fixed carbon (19,30 %) were satisfactory, although charcoal ash text was high (5,50 %).

**Key words:** *Euterpe edulis* stem, charcoal, pyrolysis.

**I N T R O D U Ç Ã O**

A escassez de estudos técnico-científicos e a inexistência de trabalhos contínuos de conscientização da população, induziram o Brasil a cometer verdadeiros crimes ecológicos. A Mata Atlântica, por exemplo,

pertencente ao domínio da Floresta Perenifolia Latifoliada Higrófila Costeira, estendia-se, originalmente, desde as proximidades de Natal (RN) até o município de Torres (RS), com uma interrupção entre Guarapari (ES) e Campos (RJ), onde aparece a "Mata de Restinga"

(FLOR, 1985). No entanto, atualmente encontra-se em adiantado processo de fragmentação, restando cerca de 8% da superfície original coberta por florestas, sendo computadas nesse levantamento tanto as formações primitivas quanto as secundárias. O Estado do Rio de Janeiro conta com cerca de 20% da sua área territorial coberta com florestas naturais (UFRRJ/IEF/PRÓ-NATURA, 1993), grande parte representada por fragmentos descontínuos de florestas secundárias e algumas áreas com a vegetação primária, como os parques nacionais de Itatiaia e da Serra dos Órgãos. Muitos desses fragmentos se encontram abandonados e em rápido processo de degradação, sendo necessário, para garantir a perpetuação dos mesmos, não somente a proteção, mas também trabalhos adequados de manejo.

A *Euterpe edulis* Martius (Palmitreiro), por exemplo, espécie de elevada importância ecológica e econômica da Mata Atlântica, ainda foi pouco estudada. Esta espécie é uma planta que pode ser submetida ao manejo em regime de rendimento sustentado, tornando-se uma nova fonte de renda das áreas florestadas e desempenhando um papel ecológico fundamental no ecossistema, uma vez que mantêm níveis distintos de interação com a fauna (REIS et al., 1993).

Ao serem desrespeitadas as pressuposições básicas como, por exemplo, o diâmetro mínimo de utilização para a extração do palmito, o corte do estipe da *Euterpe edulis* é considerado um crime. Todavia, mesmo que sejam seguidas as normas legais de colheita, continua evidente o desperdício das demais partes dessa palmeira, que são deixadas no campo, onde permanecem por um longo período de tempo até serem novamente incorporadas ao sistema.

Em função da sua importância ecológica e econômica, bem como devido à carência de informações básicas sobre a utilização do estipe de *Euterpe edulis*, foi proposto o presente estudo, objetivando a avaliação quali-quantitativa desse "resíduo florestal" para a produção de carvão e de subprodutos da carbonização.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 25 estipes de *Euterpe edulis*, com diâmetros à altura do peito entre 9 e 12 cm, provenientes de uma floresta natural do município de Miguel Pereira, RJ, e, cinco árvores de *Eucalyptus urophylla* (testemunha), com diâmetros à altura do peito entre 17 e 23 cm, provenientes de uma floresta plantada, com 7 anos de idade, estabelecida no município de Seropédica, RJ.

De cada estipe e de cada fuste foram retirados seis discos, com aproximadamente 4 cm de espessura, nas seguintes posições: um na base (a 20 cm do solo), um a 1,30 m do solo (à altura do peito) e os outros quatro a 25, a 50, a 75 e a 100% da altura comercial. As amostras na forma de discos, juntamente com as porções restantes, devidamente identificadas, foram encaminhadas ao Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para análises em laboratório.

Utilizando-se facões, 2/4 de cada disco foi transformado em cavacos e, após o quarteamento sucessivo desses cavacos, foram retiradas 28 amostras de 300 g de material vegetal a.s. (absolutamente seco), destinadas às destilações secas. O restante de cada disco foi utilizado para a determinação da densidade básica média ponderada do estipe do palmitreiro e do fuste do eucalipto, a partir do método hidrostático (VITAL, 1984). Utilizou-se como fator de ponderamento o volume das cinco seções resultantes de cada estipe ou fuste amostrado.

Para os estudos termogravimétricos, as amostras das matérias-primas vegetais foram secas em estufa à temperatura de  $105 \pm 3$  °C, até 0% de umidade. Para proceder as pirólises, às temperaturas finais de 300 e de 500 °C, as amostras dos cavacos foram acondicionadas num cadinho metálico (Figura 1), adaptado para liberar os gases durante a pirólise. O cadinho metálico, por sua vez, foi colocado no interior de

uma mufla elétrica, devidamente preparada para a efetivação das pirólises GONÇALVES et al. (1999). Foram determinados os rendimentos gravimétrico em carvão e em carbono fixo, além dos rendimentos em gases condensáveis e não condensáveis, relacionando-se a massa do respectivo produto com a massa de material lenhoso a.s. pirolisada. O rendimento em gases incondensáveis foi obtido subtraindo-se de 100% o somatório dos rendimentos gravimétricos em carvão e em gases condensáveis.

A análise química imediata do carvão foi efetuada com base na norma ASTM D-1762 – 64, adaptada por OLIVEIRA et al. (1982), determinando-se os teores de materiais voláteis, de cinza e de carbono fixo.

Para a análise dos dados relacionados às destilações secas foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 7 repetições, dentro do esquema fatorial 2 x 2, sendo duas espécies e duas temperaturas máximas de destilação seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos rendimentos gravimétrico em carvão (%), com base na massa de material vegetal a.s. pirolisada, são apresentados na Tabela 1.

O rendimento gravimétrico em carvão apresentado pelo eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) foi, em média, maior do que aquele exibido pelo palmeiteiro (*Euterpe edulis*). Isto pode ter ocorrido devido à grande diferença observada entre as densidades básicas ponderadas destas espécies, com a madeira do *Eucalyptus urophylla* apresentando uma densidade ponderada média cerca de 100% maior do que aquela apresentada pelo estipe de *Euterpe edulis* (0,49 g/cm<sup>3</sup> e 0,23 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente). Em função desta

significativa diferença, pode ter havido uma alteração no comportamento das respectivas matérias-primas lenhosas perante à pirólise, sobretudo em relação ao tempo necessário para a entrada na fase exotérmica do processo. No caso do estipe de *Euterpe edulis*, esta entrada pode ter ocorrido antes, devido à maior facilidade de translocação dos gases aquecidos no interior do material vegetal, submetido à ação da energia térmica. Assim, observou-se uma pirólise mais rápida e formou-se a camada de carvão num menor espaço de tempo, quando comparado à pirólise do lenho de *Eucalyptus urophylla*. Isso pode ter resultado em maiores ritmos médios de ascensão da temperatura, durante a pirólise do estipe de *Euterpe edulis*, o que também contribuiu para a redução do rendimento gravimétrico em carvão desse material vegetal, à temperatura final de 300 °C.

Para as duas espécies florestais analisadas, rendimentos gravimétricos em carvão em média maiores, foram obtidos quando foi adotada a temperatura final de 300 °C. Isto ocorreu devido à existência de compostos volatilizáveis no interior do carvão que, no intervalo de 300 °C a 500 °C, ainda seriam expelidos. ANDRADE e CARVALHO (1998) ressaltam que, com o aumento da temperatura final de pirólise, intensifica-se o processo de extração dos compostos volatilizáveis presentes na madeira, quando a mesma é submetida à ação da energia térmica.

À temperatura final de 500 °C não houve diferença significativa entre os rendimentos gravimétricos em carvão das espécies florestais estudadas. Isto denota que, neste patamar de temperatura final de pirólise, as diferenças existentes entre as matérias-primas não foram tão marcantes ao ponto de se observarem alterações significativas, o que é um indicativo do elevado potencial de utilização do estipe de *Euterpe edulis* para fins energéticos.

A Tabela 2 apresenta os valores médios dos rendimentos em gases condensáveis (%), obtidos a partir das pirólises do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C.

Sob as condições estabelecidas para a pirólise dos materiais vegetais, foi observado um rendimento em gases condensáveis, em média, maior para o estipe de *Euterpe edulis*, quando comparado com o lenho de *Eucalyptus urophylla*. Isto pode estar relacionado à ocorrência de altos teores de holocelulose no estipe de *Euterpe edulis*, o que favoreceu a liberação de grandes volumes de compostos hidroxigenados, durante a decomposição térmica do material vegetal. Como a emissão destes condensados pirolenhosos, ricos em hidrogênio e oxigênio, ocorre principalmente nas temperaturas abaixo de 500 °C, não foi detectada diferença significativa entre os rendimentos em gases condensáveis das matérias-primas analisadas no segundo patamar de temperatura, ou seja, à 500 °C.

Massas de líquido pirolenhoso, em média maiores, foram obtidas à temperatura final de 500 °C, para ambas as espécies florestais analisadas. Isto ocorreu devido ao maior período de exposição dos materiais lenhosos à ação da energia térmica, o que favoreceu a emissão de gases condensáveis, no intervalo de 300 °C a 500 °C.

A Tabela 3 apresenta os valores médios dos rendimentos em gases incondensáveis (%), obtidos a partir da pirólise do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C.

Quando os materiais lenhosos ou as temperaturas finais de pirólise foram comparados isoladamente, diferenças significativas entre os rendimentos em gases incondensáveis foram observadas. Porém, comportamentos distintos e irregulares foram detectados ao se interagir as variáveis independentes “espécie florestal” e “temperatura final de pirólise”. Isto ocorreu devido ao fato de que o rendimento em gases incondensáveis é uma variável altamente dependente, obtida subtraindo-se de 100% o somatório dos rendimentos gravimétricos em carvão e em gases condensáveis. Assim, os maiores valores médios dos referidos rendimentos, abordados durante as discussões

das tabelas 1 e 2, respectivamente, provocaram a diminuição do rendimento em gases incondensáveis. Consequentemente, os rendimentos apresentados na Tabela 3, por resultarem da conjunção das variáveis independentes com as variáveis dependentes “rendimento gravimétrico em carvão” e “rendimento em gases condensáveis”, comportaram-se de uma maneira irregular.

A Tabela 4 apresenta os valores médios dos teores de matérias voláteis (%) no carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*.

Foi verificada diferença significativa entre os teores de matérias voláteis no carvão das espécies florestais analisadas. Tudo indica que o carvão menos denso e mais poroso do estipe de *Euterpe edulis*, no decorrer da análise química imediata, liberou maiores volumes de compostos volatilizáveis do que o carvão do lenho de *Eucalyptus urophylla*. Isto ocorreu devido à composição química do estipe de *Euterpe edulis* e às características físico-estruturais do carvão derivado do mesmo, que permitiram a produção e a retenção de maiores volumes de gases.

O aumento da temperatura de 300 °C para 500 °C, durante a pirólise das matérias-primas vegetais, tornou mais intensa a extração dos seus componentes volatilizáveis. Assim, o carvão vegetal produzido à temperatura final de 500 °C liberou, durante a análise química imediata, para ambos os materiais vegetais analisados, menores massas de materiais voláteis, fato comprovado estatisticamente.

O Tabela 5 apresenta os valores médios dos teores de cinza (%) do carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, com pirólises efetuadas às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C.

O carvão derivado do estipe de *Euterpe edulis* apresentou, em média, teor de cinza maior do que aquele apresentado pelo carvão do lenho de *Eucalyptus urophylla*. Diferenças significativas entre os teores de cinza não foram

observadas durante as comparações entre as temperaturas finais de pirólise, para a mesma espécie ou entre as espécies florestais. Isto ocorreu porque a composição inorgânica, representada pela cinza, é uma característica intrínseca do material vegetal ou do carvão derivado do mesmo, correspondendo ao resíduo da queima completa ou calcinação desses insumos energéticos, confirmando os resultados encontrados por ANDRADE e CARVALHO (1998).

O Tabela 6 apresenta os valores médios dos teores de carbono fixo (%) do carvão derivado do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, com pirólises efetuadas às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C.

Foi detectada diferença estatisticamente significativa entre os teores de carbono fixo no carvão das matérias-primas vegetais analisadas. A menor concentração de carbono no carvão do estipe de *Euterpe edulis* derivou dos maiores teores de matérias voláteis e de cinza observados no mesmo, abordados durante a discussão dos valores apresentados nos Tabelas 4 e 5, respectivamente. ANDRADE et al. (1994b) lembram que o teor de carbono fixo no carvão é obtido subtraindo-se de 100% o somatório dos teores de matérias voláteis e de cinza e que, da associação dos menores teores de materiais voláteis e de cinza, resultam os maiores teores de carbono fixo.

Foram observadas diferenças significativas entre os teores de carbono fixo, em função das temperaturas finais de pirólise. Os maiores teores de carbono fixo, apresentados pelo carvão produzido à temperatura de 500 °C, podem ser atribuídos à liberação de maiores massas de compostos volatilizáveis, ricos em hidrogênio e oxigênio, durante a pirólise das matérias-primas vegetais.

A análise estatística permitiu comprovar a existência de uma forte interação entre as variáveis independentes, quando da análise da variável dependente "teor de carbono fixo". Entretanto, durante a pirólise, à temperatura final de 300 °C, a entrada antecipada na fase

exotérmica, pelos motivos já expostos na discussão do Tabela 1, permitiu a rápida liberação de compostos volatilizáveis pelo carvão do estipe de *Euterpe edulis*, aumentando a sua concentração de carbono. Assim, nesta temperatura, não foram verificadas diferenças significativas entre os teores de carbono do carvão das espécies florestais.

O Tabela 7 apresenta os valores médios dos rendimentos em carbono fixo (%) do carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, com pirólises efetuadas às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C.

O carvão vegetal derivado do lenho de *Eucalyptus urophylla* apresentou rendimento em carbono fixo, em média, maior do que aquele apresentado pelo estipe de *Euterpe edulis*. Isto ocorreu devido ao fato de que o rendimento em carbono fixo é o produto do rendimento gravimétrico em carvão com o teor de carbono fixo. Como, no caso do carvão proveniente do lenho de *Eucalyptus urophylla*, tanto o rendimento gravimétrico em carvão (Tabela 1) como o teor de carbono fixo (Tabela 6) foram, em média, maiores, aguardava-se o presente comportamento.

Vale lembrar que o rendimento em carbono fixo, por associar um parâmetro quantitativo com um qualitativo, possibilita uma melhor e mais precisa avaliação das características do carvão. Desta forma, a partir da análise dos valores apresentados no Tabela 7, pode-se afirmar que o carvão do estipe de *Euterpe edulis* é inferior ao carvão do lenho de *Eucalyptus urophylla*.

Não foram observadas diferenças significativas entre os rendimentos em carbono fixo ao serem consideradas as temperaturas finais de pirólise das matérias-primas analisadas. Também não foram detectadas respostas significativas da variável dependente em virtude de possíveis interações entre as variáveis independentes. Ao comparar o potencial energético de espécies florestais das margens da Represa de Furnas, no sul do Estado de Minas Gerais, com o potencial energético do *Eucalyptus grandis*, ANDRADE et al. (1994a) não encontraram

diferenças estatísticas significativas entre o rendimento em carbono fixo apresentado pela maioria das espécies florestais estudadas e o rendimento em carbono fixo apresentado pela espécie florestal adotada como testemunha. Entretanto, deve-se ressaltar que há uma compensação quando são analisadas distintas temperaturas finais de pirólise, em relação ao rendimento em carbono fixo. À medida que decresce o rendimento gravimétrico em carvão, ocorre o aumento do teor de carbono fixo, em função do aumento da temperatura final de pirólise. Por isso, é comum não encontrar-se diferenças significativas entre os rendimentos em carbono fixo, para diferentes temperaturas finais de pirólise.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados a partir da análise dos dados, concluiu-se que:

1. O carvão vegetal derivado do estipe de *Euterpe edulis* apresenta boas características físico-químicas, embora o seu teor médio de cinza seja bastante elevado (5,50 %);
2. Para o estipe de *Euterpe edulis*, pirolisado às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C, os rendimentos gravimétricos médios em carvão vegetal, em gases condensáveis e em carbono fixo foram tecnicamente satisfatórios (28,50 %, 43,70 % e 19,30 %, respectivamente); e,
3. O carvão vegetal do lenho de *Eucalyptus urophylla* mostrou-se superior ao carvão vegetal do estipe de *Euterpe edulis*, uma vez que os seus rendimentos gravimétrico e em carbono fixo, bem como o teor de carbono fixo foram significativamente maiores, quando as duas matérias-primas vegetais foram comparadas entre si.

Tabela 1. Valores médios dos rendimentos gravimétricos em carvão (RGR), obtidos a partir da pirólise do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C\*

Variável		Intera <sup>a</sup> o	RGR
Espécie**	Temperatura		(%)
A			28,50b
B			30,30a
	300 °C		32,80a
	500 °C		25,90b
		A / 300 °C	30,40b
		A / 500 °C	26,50c
		B / 300 °C	35,30a
		B / 500 °C	25,20c

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.

Tabela 2. Valores médios dos rendimentos em gases condensáveis (RGC), obtidos a partir da pirólise do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C\*

Variável		Intera <sup>ção</sup>	RGC (%)
Espécie**	Temperatura		
A			43,70a
B			40,50b
	300 °C		37,90b
	500 °C		46,30a
		A / 300 °C	42,00b
		A / 500 °C	45,40a
		B / 300 °C	33,90c
		B / 500 °C	47,20a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.

Tabela 3. Valores médios dos rendimentos em gases incondensáveis (RGI), obtidos a partir da pirólise do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C\*

Variável		Intera <sup>ção</sup>	RGI (%)
Espécie**	Temperatura		
A			27,80b
B			29,30a
	300 °C		29,30a
	500 °C		27,80b
		A / 300 °C	27,60b
		A / 500 °C	28,10b
		B / 300 °C	30,90a
		B / 500 °C	27,60b

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.

Tabela 4. Valores médios dos teores de materiais voláteis (TMV) no carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*\*

Espécie**	Variável		TMV (%)
	Temperatura	Interação	
A			26,20a
B			22,20b
	300 °C		33,70a
	500 °C		14,70b
		A / 300 °C	32,70a
		A / 500 °C	19,80b
		B / 300 °C	34,80a
		B / 500 °C	9,60c

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.

Tabela 5. Valores médios dos teores de cinza (TCZ) no carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*\*

Espécie**	Variável		TCZ (%)
	Temperatura	Interação	
A			5,50a
B			1,50b
	300 °C		3,40ns
	500 °C		3,60ns
		A / 300 °C	5,60ns
		A / 500 °C	5,50ns
		B / 300 °C	1,20ns
		B / 500 °C	1,80ns

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns = não significativo; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.



Tabela 6. Valores médios dos teores de carbono fixo (TCF) do carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*\*

Variável		Intera <sup>a</sup> o	TCF (%)
Espécie**	Temperatura		
A			68,20b
B			76,00 <sup>a</sup>
	300 °C		62,50b
	500 °C		81,70 <sup>a</sup>
		A / 300 °C	61,60c
		A / 500 °C	74,70b
		B / 300 °C	63,30c
		B / 500 °C	88,60a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.

Tabela 7. Valores médios dos rendimentos em carbono fixo (RCF) do carvão do estipe de *Euterpe edulis* e do lenho de *Eucalyptus urophylla*, às temperaturas finais de 300 °C e de 500 °C\*

Variável		Intera <sup>a</sup> o	RCF (%)
Espécie**	Temperatura		
A			19,30b
B			22,30a
	300 °C		20,50ns
	500 °C		21,10ns
		A / 300 °C	18,70ns
		A / 500 °C	19,80ns
		B / 300 °C	22,30ns
		B / 500 °C	22,40ns

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns = não significativo; \*\*A = *Euterpe edulis* e B = *Eucalyptus urophylla*.

**L I T E R A T U R A      C I T A D A**

- ANDRADE, A. M. de & CARVALHO, L. M. Potencialidades energéticas de oito espécies florestais do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, *Floresta e Ambiente*, v.5, n.1, p.24-42, jan./dez., 1998.
- ANDRADE, A. M., RAGOZZINI, P. E. A., FERNANDES NETO, F. P. Avaliação do carvão das cinco espécies florestais de maior ocorrência natural às margens da Represa de Furnas. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, *Floresta e Ambiente*, v.1, n.1, p.41-48, jan./dez., 1994a.
- ANDRADE, A. M., VITAL, B. R.; BARROS, N. F., DELLA LUCIA, R. M., CAMPOS, J. C. C., VALENTE, O. F. Efeitos da fertilização mineral e da correção do solo na produção e na qualidade do carvão vegetal. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, *Revista Árvore*, v.18, n.1, p.:63-68, jan./abr., 1994b.
- FLOR, H. M. *Florestas Tropicais: Como intervir sem devastar*. São Paulo: Ícone, 1985. 180p.
- OLIVEIRA, J. B., GOMES, P. A.; ALMEIDA, M. R. Propriedades do carvão vegetal. In: PENEDO, W. R. *Carvão vegetal*. Belo Horizonte: Centro Tecnológico de Minas Gerais, p.9-61, 1982. (Separata 6)
- REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C. *Manejo de rendimento sustentado de Euterpe edulis*. São Paulo: USP, 1993. 59p. (mimeografado)
- UFRRJ/IEF/PRÓ-NATURA. *Plano Diretor do Parque Estadual da Ilha Grande*. Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1993. 247p.
- VITAL, B. R. *Métodos de determinação da densidade da madeira* Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21p. (Boletim técnico 1).