

Potencial energético dos resíduos gerados pelas indústrias de serraria do Acre¹

Henrique José Borges de Araujo²

¹ Trabalho apresentado no 1º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Porto Alegre-RS – março/2007

² Eng.-ftal, M.Sc., pesquisador da Embrapa Acre – BR 364, km 14, Caixa Postal 321, CEP 69908-970, Rio Branco-AC, Brasil – henrique@cpafac.embrapa.br

SÚMULA: O estado do Acre é, ao mesmo tempo, deficitário em energia elétrica e grande “produtor” de resíduos lenhosos, gerados por suas indústrias de serraria. O volume anual de resíduos lenhosos que são queimados e descartados é da ordem de 21.300 m³. O potencial energético destes resíduos é de 53,0 GWh. Essa quantidade de energia é suficiente para cobrir cerca de 17% do consumo total de energia elétrica do Acre e 14,7 vezes o consumo das próprias indústrias geradoras dos resíduos.

Palavras-chave: resíduos de madeira, indústrias de serraria, sistema de energia elétrica do Acre.

ABSTRACT: The state of Acre, located in the Amazonian region, is deficient in electric power and, at the same time, great "producer" of wood residues, generated by sawmill industries. The annual volume of wood residues that are burned and discarded is about 21.300 m³. The energy potential of these residues without use is 53,0 GWh. This amount of energy is enough to cover about 17% of the total consumption of electric power of state of Acre and 14,7 times the consumption of the own generating industries of the residues.

Keywords: wood residues, sawmill industries, system of electric power of Acre.

OBJETIVOS: a) caracterizar o consumo de energia elétrica do Acre e a geração de resíduos lenhosos de suas indústrias de serraria; b) Avaliar o potencial energético dos resíduos lenhosos das indústrias de serraria do Acre.

INTRODUÇÃO

No estado do Acre a questão energética, devido à importância estratégica para seu desenvolvimento, sempre esteve na pauta das discussões. Programas de expansão das atividades econômicas, com destaque às indústrias, esbarram na limitada oferta energética, que se deve, principalmente, à modesta potencialidade de gerar energia elétrica a partir dos recursos hídricos. O potencial hidrelétrico do Acre é estimado em 1.096 MW, considerado bastante reduzido, representando apenas 0,4% do brasileiro (Eletronorte, 2002).

O estado possui particularidades que conferem vigorosos vínculos com a floresta: a) cerca de 90% do território é coberto por florestas tropicais primárias; b) os solos têm restrições para a agricultura e pecuária; c) o extrativismo florestal é forte componente socioeconômico; e d) a indústria de base florestal, à medida que passe a explorar a floresta de modo sustentável, tende a ocupar lugar de destaque na economia.

As indústrias de serraria do Acre tipificam-se pelo baixo nível tecnológico, onde a ineficiência do processo produtivo resulta em grande volume de resíduos de madeira. O aproveitamento desses resíduos é parcial, sendo que cerca de um terço é desperdiçado. A utilização destes resíduos para fins energéticos traz inúmeras vantagens, citando-se: a) redução dos impactos ambientais provocados pela queima e descarte dos resíduos; b) geração de postos de trabalho (manuseio, transformação e uso dos resíduos); c) inovações tecnológicas; d) redução dos custos de produção das empresas geradoras (a energia consumida teria o custo reduzido); e e) possibilidade de expansão da capacidade produtiva industrial pelo aumento da oferta de energia.

Este trabalho enfoca a questão energética do Acre e, ao mesmo tempo, indica a alternativa, diagnosticada viável, de melhorar a oferta de energia por meio do aproveitamento dos rejeitos das suas indústrias de base florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Considerações gerais

Segundo Souza (1997), na conjuntura brasileira de carência de energia elétrica, com ênfase as regiões Norte e Nordeste, e que, num país em desenvolvimento é crescente o processo de demanda de energia, é indiscutível a importância que assume o aproveitamento de resíduos e da biomassa em geral. Mendes et al. (1997), observam que a atual situação da matriz energética brasileira mostra uma grande dependência de combustíveis derivados do petróleo (32,3%), o que representa um risco, pôr se tratar de um recurso não renovável.

A biomassa florestal reúne todas as condições favoráveis para substituir o óleo combustível (São Paulo, 1982). Fontes (1989), comenta que a biomassa florestal pode substituir o óleo diesel na obtenção de energia térmica, mecânica e elétrica, utilizando motores a vapor como acionamento e processos de gaseificação da lenha ou carvão vegetal. Em relação aos custos médios de combustíveis e de produção de energia verifica-se que os do tipo biomassa (lenha em tora, bagaço de cana-de-açúcar e cavaco de madeira) são os que apresentam os mais baixos valores para a mesma unidade de energia (calor) produzida, em contraste o custo da energia a partir do combustível óleo diesel se mostra o mais elevado entre todos (Tabela 1).

Tabela 1. Custos médios de diferentes tipos de combustíveis e de produção de energia no Brasil.

Tipo de combustível	Matéria-prima * (un\$/t)	Unidade de calor (un\$/Gcal)
Lenha em tora	1	0,4
Bagaço de cana-de-açúcar	0,9	0,5
Cavaco de madeira	1,4	0,6
Carvão mineral energético	4,4	1,0
Carvão vegetal	6,4	1,2
Gás natural	0,021**	2,0
Óleo diesel	53,6	5,0
Energia elétrica	-	1,3

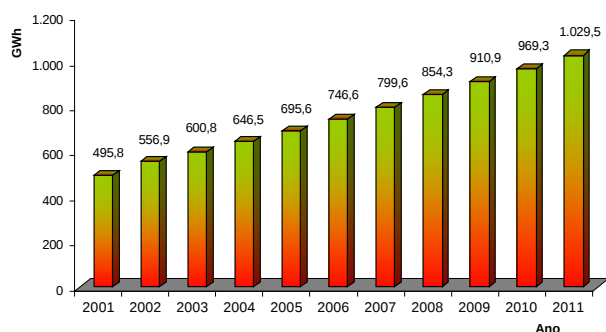
Fonte: Fontes (1989)

Em que: un\$ = unidade monetária (considerou-se un\$ = 1 o preço da tonelada de lenha em tora, sendo que os demais valores são proporções a essa unidade); t = tonelada; Gcal = gigacaloria; * = refere-se ao preço posto-fábrica; ** = custo médio do metro cúbico

Projeções do consumo energético e interligação elétrica do Acre

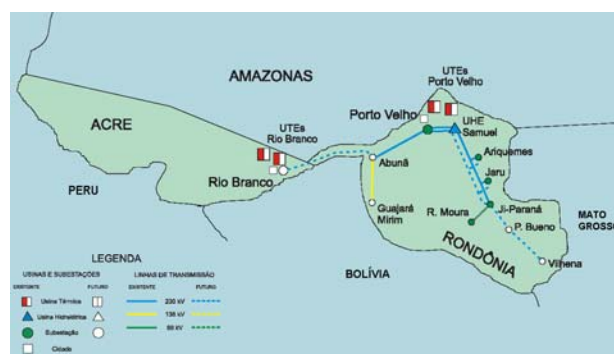
O atual governo estadual vem implementando o chamado projeto de desenvolvimento sustentável, que visa, sobretudo, o aproveitamento racional dos recursos florestais, o que tem aquecido a economia, em consequência, aumento da demanda energética. Segundo Eletronorte (2002), o sistema gerador de energia elétrica no Acre beneficia cerca de 439.000 pessoas (75,2% da população do estado) com um consumo energético de 495,8 GWh. Para 2011, projeta-se o atendimento de 623.000 pessoas, com um consumo de 1.029,5 GWh (Fig. 1).

Até 2006 o sistema de geração de energia elétrica do Acre era composto na íntegra por usinas termelétricas, movidas à óleo diesel. A partir de então, efetivou-se a interligação elétrica entre o sistema Acre e o de Rondônia, por meio de uma linha de transmissão de 540 km em 230 kV (quilovolt) (Fig. 2). A linha foi planejada considerando a utilização do gás natural, proveniente da região de Urucu, no estado do Amazonas.



Fonte: Eletronorte (2002)

Fig. 1. Projeção do consumo de energia elétrica do Acre para o período 2001 - 2011.



Fonte: Eletronorte (2002)

Fig. 2. Interligação dos sistemas de geração de energia elétrica dos estados do Acre e de Rondônia.

As indústrias de serraria do Acre e a geração de resíduos

Nas décadas de 70 e 80 a indústria de serraria ocupou importante espaço na economia do Acre, após esse período, entrou em declínio e atualmente tem pouca expressão. Todavia, à medida que as indústrias passarem a explorar a floresta de modo sustentável tendem a ocupar novamente uma posição de destaque (Araujo & Silva,

2000). As informações sobre as serrarias apresentadas neste trabalho baseiam-se em um estudo realizado pelo governo do Acre em 1999.

Em outro estudo, Araujo (1991) constatou que 74,2% das empresas utilizavam a energia elétrica da rede pública, 14,5% possuíam geradores a diesel de energia elétrica e 11,3% das empresas eram equipadas com serras de quadro horizontal movidas por motores a combustão.

O volume total de resíduos gerado pelas serrarias em 1999 foi estimado em 70.930 m³, calculado a partir do volume total de madeira em toras consumido que, segundo Acre (1999), foi de 147.343 m³. A Tabela 2 apresenta os tipos de resíduos gerados e o destino que recebem. Para os tipos pontas/aparas/peças defeituosas e costaneiras/cascas o aproveitamento é satisfatório, chegando a 77,3% e 84,6%, respectivamente, no entanto, para os tipos serragem (pó fino) e maravalhas (lascas) é baixo, atingindo 34,9% e 39,3%.

Tabela 2. Tipos e percentuais de destino dos resíduos gerados.

Destino	Tipo/% de aproveitamento			
	Serragem (pó fino)	Maravalhas (lascas)	Pontas/ aparas/peças defeituosas	Costaneiras/ cascas
Armazenamento	2,3	2,4	-	-
Carvoejarias	-	-	2,3	-
Cerâmica	19,3	22,6	54,5	61,5
Composto	-	2,4	-	-
Descarte	31,8	31,0	9,1	7,7
Fabricação cabo de vassoura	-	-	2,3	-
Fonte de energia própria	2,3	-	9,1	23,1
Granja	4,5	7,1	-	-
Queima	35,3	29,7	13,6	7,7
Padaria	-	4,8	-	-
Outros	4,5	-	9,1	-
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Acre (1999)

De acordo com Araujo (1991), o percentual que cada tipo de resíduo representa no total do volume é: costaneiras/cascas - 40%; pontas/aparas/peças defeituosas - 35%; e, serragem/maravalhas - 25%. Assim, do volume total de resíduos gerados (70.930 m³), aproximadamente 28.372 m³ são costaneiras/cascas; 24.826 m³ pontas/aparas/peças defeituosas; e 17.733 m³ são serragem/maravalhas. Esses percentuais, combinados com os percentuais de descarte e queima, permitem estimar que a quantidade total de resíduos não aproveitados chega a 21.335,5 m³ (30,1%), sendo que o maior desperdício está nos resíduos finos (serragem e maravalhas) que atinge 11.330,7 m³ (63,9%) (Tabela 3).

Tabela 3. Volumes de resíduos não aproveitados pelas serrarias do Acre em 1999 de acordo com o tipo.

Tipo de resíduo	% do total	Volume total do resíduo (m ³)	% não aproveitado (descarte + queima)	Volume não aproveitado (m ³)
Costaneiras/cascas	40	28.372	15,4	4.369,3
Pontas/aparas/peças defeituosas	35	24.826	22,7	5.635,5
Serragem/maravalhas	25	17.732	63,9	11.330,7
Total	100	70.930	30,1	21.335,5

Fonte: Araujo (1991), Acre (1999) e dados calculados pelo autor

RESULTADOS

Potencial energético dos resíduos não aproveitados

Conhecendo-se a densidade básica, a umidade e a quantidade (volume) pode-se estimar a quantidade de energia da madeira e, por conversão, a quantidade de energia elétrica possível de se obter. A estimativa obedece às fórmulas (1) (Krogh, 1979) e (2) (Brito et al., 1979), a saber:

$$(1) PC_i = 4.590 - (51,9 U) \quad e \quad (2) E = V D_b (4.590 - (51,9 U))$$

Em que: PC_i = poder calorífico inferior da madeira (em kcal.kg⁻¹)
 4.590 e 51,9 = constantes
 U = teor de umidade (em %)
 E = quantidade de energia (em kcal)
 V = volume dos resíduos não aproveitados (em m³)
 D_b = densidade básica média (em kg.m⁻³)

NOTA: para o cálculo da energia consideraram-se: o volume de resíduos não aproveitados de 21.335,5 m³; a densidade básica média de 850 kg.m⁻³; e o teor médio de umidade de 40%.

Portanto, o total de energia contida nos resíduos não aproveitados gerados pelas serrarias do Acre será de:

$$E = 21.335,5 * 850 * (4.590 - (51,9 * 40)) = 4,56 * 10^{10} \text{ kcal}$$

Convertendo a energia E de kcal para kWh (divide-se pelo fator 859,845), chega-se a um total aproximado de 53.000.000 kWh ou 53,0 GWh. A energia elétrica potencial estimada de cada tipo de resíduo é a seguinte:

Costaneiras/cascas $\Rightarrow E = 4.369,3 * 850 * (4.590 - (51,9 * 40)) = 9,34 * 10^9 \text{ kcal ou } 10,8 \text{ GWh}$

Pontas/aparas/pçs def. $\Rightarrow E = 5.635,5 * 850 * (4.590 - (51,9 * 40)) = 1,20 * 10^{10} \text{ kcal ou } 14,0 \text{ GWh}$

Serragem/maravalhas $\Rightarrow E = 11.330,7 * 850 * (4.590 - (51,9 * 40)) = 2,42 * 10^{10} \text{ kcal ou } 28,2 \text{ GWh}$

CONCLUSÃO

A energia elétrica potencial contida nos resíduos sem aproveitamento gerados pelas serrarias do Acre em 1999, ou seja, 53,0 GWh, seria suficiente para cobrir cerca de 16,9% do consumo total de energia elétrica do estado no ano de 1998, que foi de 314 GWh, e de 14,7 vezes o consumo das próprias empresas geradoras em 1990, quando existiam em atividade 137 serrarias contra 35 em 1999. Esses números indicam viabilidade para implantação de programas de produção de energia elétrica em larga escala com os resíduos lenhosos no Acre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, H.J.B.; SILVA, I. G. Lista de espécies florestais do Acre (ocorrência com base em inventários florestais). Rio Branco: Embrapa -CPAF/AC, 2000. (Embrapa - CPAF/AC. Documentos, 48). 78p.
- ARAUJO, H.J.B. Diagnóstico das indústrias de serraria do Estado do Acre. Rio Branco: FUNTAC, 1991. 238p.
- BRITO, J.O.; MIGLIORINI, J.A.; BARRICHELO, L.E.G. Estimativas energéticas para povoamentos florestais. Circular Técnica. IPEF. n.º. 79. 1979. 10p.
- CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A. Plano indicativo de atendimento de energia elétrica: Estado do Acre 2002 - 2011. ELETRONORTE. 2002. 36p.
- FONTES, P.J.P. Aproveitamento energético da madeira derivada dos desmatamentos em Rondônia. LPF/IBAMA. Brasília, DF. 1989. 19p.
- GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. Diagnóstico do setor florestal madeireiro do Estado do Acre. Rio Branco: Secretaria Executiva de Floresta e Extrativismo – SEFE. 1999.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Biomassa florestal como fonte de energia alternativa na substituição do óleo combustível: uma diagnose para o Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia/ Coordenadoria da Indústria e Comércio. Documento Síntese. IPEF. 1982.
- KROGH, G.N.E. Tecnologia para queimar madeira. O Papel. v. 40, n.11. nov. 1979. p.105-108.
- MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M.; TRUGILHO, P.F. Gaseificação de resíduos da indústria madeireira para geração de energia elétrica em pequenas propriedades rurais. In: Workshop Sul-Americano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana. Anais. Curitiba. 1997. p. 145-149.
- SOUZA, M.R. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do Laboratório de Produtos Florestais - IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. In: Workshop Sul-Americano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana. Anais. Curitiba. 1997. p. 49-70.