

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS DE CAMPO DA CULTURA DA MANDIOCA

Emilio Gruneberg Boog⁽¹⁾, **Waldir Antonio Bizzo**⁽²⁾, **Teresa Losada Valle**⁽³⁾

1. Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica, Professor da Universidade São Francisco e da Facamp – Faculdades de Campinas, doutorando pela FEM/Unicamp, Rua Pedro Leardini n. 200, CEP 13271-651, Valinhos, SP; 2. Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, Rua Mendeleiev s/n., Cidade Universitária, Campinas, SP; 3. Pesquisadora Científica da APTA/Instituto Agrônomico (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. Endereço eletrônico: teresalv@iac.sp.gov.br

Palavras chave: bioenergia, energia, rama de mandioca

INTRODUÇÃO

A mandioca é uma das culturas mais importantes das regiões tropicais. Tem papel sócio-econômico em vários países, principalmente na África e na América. No mundo são produzidos cerca de 200 milhões de toneladas de raízes anualmente. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, respondendo com 10% da produção, após a Nigéria (FAO, 2006). Historicamente a produção de raízes no Brasil oscila entre 20 a 25 milhões, sendo o quarto produto em volume de produção entre as culturas temporárias, após a cana-de-açúcar, soja e milho (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantidade e valor da produção de algumas culturas temporárias selecionadas nos últimos três anos

Cultura	produção (t)			Valor da produção (mil R\$)		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Cana-de-açúcar	396.012.158	415.205.835	422.956.646	12.288.334	12.149.902	13.148.658
Soja (em grão)	51.919.440	49.549.941	51.182.074	28.584.866	32.627.677	21.750.332
Milho (em grão)	48.327.323	41.787.558	35.113.312	13.522.976	11.595.513	9.459.161
<u>Mandioca</u>	<u>21.961.082</u>	<u>23.926.553</u>	<u>25.872.015</u>	<u>4.372.646</u>	<u>4.954.660</u>	<u>4.081.973</u>
Arroz (em casca)	10.334.603	13.277.008	13.192.863	5.894.739	7.750.355	5.014.251
Trigo (em grão)	6.153.500	5.818.846	4.658.790	2.459.688	2.102.426	1.413.409
Batata	3.089.016	3.047.083	3.130.174	1.594.161	1.719.657	1.879.496
Feijão (em grão)	3.302.038	2.967.007	3.021.641	4.008.884	3.082.348	3.475.946

Fonte: IBGE, 2007

A cultura da mandioca é cultivada no mundo fundamentalmente como cultura de subsistência ou destinada ao comércio local e regional. No Brasil há cultivos de mandioca de todos os tipos, desde as pequenas roças de subsistência até áreas de produção em grande escala altamente tecnificadas com altas produtividades. Em todos os tipos de cultivo o objetivo é a produção de raízes sendo o restante da planta, parte aérea + cepa, doravante referido apenas como parte aérea, resíduo abandonado no campo. Neste resíduo pode-se estimar que haja entre 30 a 50% da matéria seca produzida.

O objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação do potencial energético da parte aérea da cultura da mandioca e avaliar uma possível forma de seu aproveitamento. Justifica-se este trabalho frente aos esforços globais para redução da dependência com combustíveis fósseis, apontados como os grandes promotores do efeito estufa, além da necessidade contínua de aumento de oferta de energia elétrica, mas de maneira sustentável, para promover desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para estimar o potencial energético da produção da parte aérea de mandioca utilizaram-se informações dos arquivos do programa mandioca pertencentes ao Instituto Agrônomo (IAC). Foram selecionadas as informações a respeito dos percentuais de massa seca e partição da produção de matéria seca nos diversos órgãos de plantas de mandioca. Os valores são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Para o presente estudo, será considerada a produtividade de matéria seca da mandioca obtida conforme indicado na Tabela 3, para um período de 299 dias após o plantio. Considerou-se que 20% da rama grossa serão necessários como sementes para novos plantios, o que resulta em um total de massa seca de 2,86 t/ha aproveitáveis como insumo energético. Foi admitido, também, que quando de sua utilização energética, esta biomassa terá umidade da ordem de 40%. Assim, a biomassa total aproveitável será de 4,76 t/ha. A análise elementar da biomassa dos resíduos da mandioca apresenta uma composição que segue um padrão de demais biomassas, ou seja, 42% de C, 6% de H, 42% de O, 0,5% de N e 9,5% de cinzas.

CERQUEIRA LEITE (2005) informa que o Poder Calorífico dos resíduos da mandioca é igual a 15,76 MJ/kg. SILVA, *et al* (2007) utilizaram os valores de 15,76 MJ/kg para as ramas secas e de 12,55 MJ/kg para outros resíduos da mandioca. Este valor é bastante próximo do de outras biomassas, como, por exemplo, a palhada da cana, que tem Poder Calorífico Superior (PCS) igual a 15,1 MJ/kg (BOOG, 2005).

Como o presente estudo prevê a utilização dos resíduos da mandioca com umidade de 40%, os cálculos foram conduzidos tomando-se como base o PCS de 15,1 MJ/kg e, em seguida, considerando a umidade de 40%, foi calculado o valor do Poder Calorífico Inferior (PCI) de 7,65 MJ/kg.

Tabela 2 - Teor percentual de massa seca em diversos órgãos de plantas de mandioca, seis datas de colheita, média de quatro repetições, variedade IAC 576-70, Assis – SP. 2001/2002.

data de colheita	dias após o plantio	1	2	3	4	5
		raízes	cepa	parte aérea grossa (%)	parte aérea fina + pecíolos	lâmina foliar
dez/2001	164	31,57	31,53	-	18,52	31,51
fev/2002	236	37,49	34,87	27,13	20,87	31,00
abr/2002	299	39,78	41,99	30,83	29,65	36,96
jun/2002	382	38,69	40,45	30,08	28,42	-
set/2002	437	37,29	39,30	27,34	29,75	26,96
nov/2002	505	30,07	35,10	31,33	25,48	33,78

1 – Raízes – parte nobre, totalmente aproveitável

Fonte: IAC (2007)

2 – Cepa – totalmente descartada, abandonada no campo

3 – Parte aérea grossa – utilizada apenas 1/5 para novos plantios

4 e 5 – Totalmente abandonada no campo

Tabela 3 - Partição da produção de matéria seca em diversos órgãos de plantas de mandioca, seis datas de colheita, média de quatro repetições, variedade IAC 576-70, Assis – SP. 2001/2002.

data de colheita	dias após o plantio	raízes	cepa	parte aérea grossa	parte aérea fina + pecíolos	lâmina foliar	total	IC ¹
dez/2001	164	3,112	0,693	0,000	1,061	0,923	5,789	53,84
fev/2002	236	6,708	1,132	1,096	0,651	0,677	10,263	65,34
abr/2002	299	6,832	1,023	1,094	0,756	0,195	9,900	68,85
jun/2002	382	8,586	1,106	1,288	0,801	0,000	11,782	73,14
set/2002	437	6,875	1,040	1,220	0,840	0,124	10,100	68,08
nov/2002	505	7,681	0,985	1,423	1,145	0,460	11,694	65,37

¹ IC (índice de colheita): proporção massa raízes/massa total da planta

fonte: IAC (2007)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando dados da área plantada de 2005, que é de 1.930.000 ha (IBGE, 2007), multiplicado pela produtividade dos resíduos com umidade de 40%, que é de 4,76 t/ha, obtém-se 9.186.800 t (base úmida). Aplicando o PCI acima, é obtido um potencial energético de $70,28 \times 10^9$ MJ.

Analisando alguns processos possíveis para o aproveitamento energético desses resíduos, forno de combustão associado a ciclo vapor de Rankine, pirólise, gaseificação, biodigestão e hidrólise, aquele que mostrou, no presente momento, resultados mais promissores foi o processo de combustão, forno associado a ciclo vapor de Rankine, que apresenta eficiência da ordem de 30%, o que leva o potencial energético efetivo a $21,08 \times 10^9$ MJ, equivalente a 5.850 GWh. Isto representa 1,56% do consumo brasileiro de energia

elétrica (BEN, 2006). Este valor é igual, também, a 668,57 MW, pouco mais que a Usina Hidrelétrica de Capivara (Rio Paranapanema), com potência instalada de 619 MW.

CONCLUSÕES

Resíduos de biomassa atualmente inaproveitáveis podem ser utilizados para a geração de energia, como é o caso do presente estudo da parte aérea da mandioca. Estudos referentes à cobertura do solo, à logística necessária à coleta dos resíduos e à sua cominuição para otimizar a combustão devem ser aprofundados. Os resultados obtidos, porém, indicam que é possível descentralizar a geração de energia elétrica com o aproveitamento de resíduos de biomassa abandonados no campo. E, também, que há necessidade de ampliação do foco da agricultura, que além da produção de alimentos, deverá considerar a produção de energia.

BBLIOGRAFIA

- BEN - Balanço Energético Nacional, 2005. Disponível no site www.mme.gov.br, acesso em 14 de julho de 2007.
- BOOG, E.G. *et al* **Energetic potencial of sugarcane residue**. 3^o. Forum Internacional Brasil – Japão. Campinas: CORI – Unicamp, 2005.
- CERQUEIRA LEITE, R.C. **Report for the IUPAP working group on energy – Energy from biomass**. Campinas: NIPE / Unicamp, 2005.
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=408&lang=es> acessado em 15 de junho de 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de recuperação automática de dados (SIDRA) <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=&i=P> acessado em 14 de junho de 2007
- SILVA, I. T., SILVA, I. M. O., ROCHA, B. R. P. **Geração de energia a partir de resíduos de mandioca para agricultura familiar no Estado do Pará**. Disponível no site <http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/AGRENER2002/pdf/0037.pdf> , acesso em 14 de julho de 2007.