

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

PODAS URBANAS UMA POTENCIAL FONTE ENERGÉTICA

Dilcemara Cristina Zenatti¹ (dil.zenatti@ufpr.br), Catarina Silva Monteiro¹ (caterina.smont@gmail.com), Aline Bavaresco dos Santos¹ (alinebavaresco@ufpr.br), Adriana Ferla de Oliveira¹ (adrianaferla@ufpr.br)

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor Palotina

RESUMO

A biomassa é uma fonte energética com grande potencial de expansão para os próximos anos. Sendo a madeira uma fonte de biomassa, ela participa hoje, com maior ou menor intensidade na matriz energética mundial, dependendo da região considerada. O objetivo deste trabalho foi levantar informações a respeito da quantidade e do destino do resíduo de poda urbana do município de Palotina – PR e caracterizá-lo por análise físico-química e energética. As amostras foram coletadas na unidade de produção de cavacos da empresa terceirizada que realiza a poda e coleta deste resíduo no município. Foram coletadas no total 10 amostras de cavacos e determinados os teores de umidade, cinzas, voláteis, carbono fixo e poder calorífico superior (PCS). No município são produzidas 20 toneladas de resíduo de podas na forma de cavaco por mês, comercializado para fins energéticos. Os resultados obtidos indicaram um teor de cinzas 2,79 %, umidade entre 12,71 a 45,52 %, possivelmente influenciado por mudanças climáticas e pelo tempo de secagem e PCS médio determinado em bomba calorimétrica de 18,37 MJ g⁻¹.

Palavras-chave: Biomassa; Cavaco; Energia.

URBAN PRUNING A POTENTIAL ENERGY SOURCE

ABSTRACT

Biomass is an energy source with great potential for expansion in the coming years. As wood is a source of biomass, it now participates, to a greater or lesser extent, in the world energy matrix, depending on the region considered. The objective of this work was to gather information about the quantity and the destination of the urban pruning residue of the municipality of Palotina - PR and characterize it by physicochemical and energy analysis. The samples were collected at the chip production unit of the outsourced company that performs the pruning and collection of this residue in the municipality. A total of 10 samples of chips were collected and the moisture, ash, volatile, fixed carbon and higher calorific (PCS) contents were determined. In the municipality, 20 tons of pruning residue is produced in chip form per month, marketed for energy purposes. The results indicated an ash content 2.79 %, humidity between 12.71 and 45.52 %, possibly influenced by changes climatic and drying time and the mean PCS determined in a calorimeter bomb of 18.37 MJ g⁻¹.

Keywords: Biomass; Woodchip; Energy.

1. INTRODUÇÃO

Dada a preocupação com a necessidade de redução do consumo e da dependência a nível mundial de combustíveis fósseis, algumas fontes alternativas de cunho renovável têm sido pesquisadas e aceitas em diversas aplicações, a exemplo da geração de energia eólica, energia solar e energia térmica obtida, inclusive, da biomassa.

Especificamente ao que se refere à biomassa, utilizada desde a pré-história como fonte de energia térmica, sua participação na matriz energética brasileira já corresponde a 8,2 %, segundo maior recurso de um total de 80,4 % das fontes renováveis, que ainda possui o recurso hídrico como principal fonte (BEN, 2018).

Os resíduos predominantes dessa classe podem ser de origem agrícola, florestal ou mesmo urbana. Para este exemplo, o processo de poda de árvores, visando à manutenção das áreas urbanizadas,

tem como resultado paralelo a geração de resíduos sólidos que, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) são classificados como não inertes – Classe II A, apresentando importante potencial energético.

Embora a maioria destes rejeitos de podas seja destinada para a produção de móveis, artesanatos, incineradas (processo térmico) ou descartada em lixões, parte dela é também direcionada para compostagem (processo biológico) ou prensada por extrusão, briquetagem e peletização (processos físicos) (NOGUEIRA e LORA, 2003; BOYLE, 2004; SOUZA et al., 2016). A produção de briquetes e peletes visam à compactação do material sob alta pressão e temperatura, concentrando sua energia sem alterar seu poder calorífico, diminuindo sua umidade até 6% a 10% em base úmida e gerando um material de elevado peso específico, de fácil transporte e manuseio, destinado para a queima em caldeiras, aquecedores, fornos domésticos, comerciais e similares (FARAGE, 2009; RODRIGUES et al., 2002; CORTEZ, 2011).

Considerando, portanto, que a prática da poda de árvores é constante na maioria das cidades, acredita-se que seja uma interessante fonte de biomassa com potencial energético atrativo para ser considerada como energia alternativa renovável.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi levantar informações a respeito da quantidade e do destino do resíduo de poda urbana do município de Palotina – PR e caracterizá-lo por análise físico-química e energética.

3. METODOLOGIA

3.1 Local de coleta e amostragem

Foram realizadas 5 coletas com duas amostragens em cada uma, (totalizando 10 amostras) na unidade de produção de cavacos da empresa terceirizada que presta serviços de poda e coleta de galhos para o município de Palotina-PR.

As amostras foram reduzidas à serragem em moinho de facas tipo Willey e, em seguida, foram selecionadas em peneirador para a obtenção da fração 40/60 mesh. O teor de umidade das amostras coletadas foi determinado pelo método ABNT - NBR 14929 (ABNT, 2003).

A análise imediata foi realizada pelo método descrito para carvões e madeiras de alta densidade – método ASTM (D-3. 172 ATÉ D-3. 175) (ASTM, 2007). Nestas etapas, as amostras também foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, teor de voláteis, carbono fixo e teor de cinzas, utilizando-se forno mufla.

O poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) foram calculados em MJ kg⁻¹, conforme equações 1 e 2 (DIAS et al., 2016) que leva em consideração os teores de cinzas e de umidade das amostras, conforme Equações 1 e 2, respectivamente:

$$\text{Poder Calorífico Superior: } PCS = 20,0 (1 - Z - U) \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Poder Calorífico Inferior: } PCI = 18,7 (1 - Z) - 21,2 U \quad \text{Equação 2}$$

Em que Z e U são os valores experimentais do teor de cinzas e do teor de umidade do combustível. Posteriormente, o poder calorífico superior (PCS) também foi determinado pela norma ABNT- NBR 8633 (ABNT, 1986) em bomba calorimétrica (IKA, modelo C200).

Os resultados foram submetidos a análise estatística de variância (ANOVA), utilizando o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está representada a média percentual de umidade das amostras coletadas. Verifica-se grande variação entre si, possivelmente em função das diferentes formas de amostragem realizadas pelos próprios funcionários da empresa e a origem dos materiais componentes da amostra.

Tabela 1. Umidade (U) das amostras

Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U (%)	45,52	12,71	34,64	15,37	40,34	17,35	18,76	27,12	18,91	18,61

Observa-se, que as amostras apresentaram teor de umidade variando de 12,71 a 45,52 %. O percentual de umidade da madeira varia devido às mudanças climáticas da região tornando o material, em sua totalidade, úmido ou seco (BRAND, 2010). As podas de Sibipiruna, Ipê Roxo e Tipuanã, do município de Maringá - PR apresentaram teores de umidade de 20,99 %, 20,11 % e 16,3 %, respectivamente (MARTINS, 2013). Já as podas do município de Piracicaba – PR apresentaram 36,62 % \pm 0,89 (SOUZA et al., 2016). As amostras poderiam ser utilizadas para geração de energia, uma vez que, biomassa para fins energéticos deve apresentar, no máximo, 50% de umidade (CORTEZ et al., 2008),

Na Tabela 2, são apresentados os resultados obtidos na análise imediata das amostras coletadas. Verificou-se que o valor médio para o teor de carbono fixo foi de 21,62 %, sendo que o menor valor foi obtido na amostra 10 e o maior valor na amostra 7, que não diferiu estatisticamente das amostras 3, 5 e 8. Para materiais voláteis o valor médio foi de 73,85 %, sendo o maior valor na amostra 4 e o menor na amostra 7, que não diferiu das amostras 3 e 8. Durante o aquecimento do material, em temperaturas elevadas, os materiais voláteis se desprendem em forma de gases. “Quanto maior for o teor de voláteis, mais rápido será a queima.” (PEREIRA et al., 2000). Espécies de eucalipto com idade entre quatro e cinco anos, apresentaram teor de carbono fixo entre 9,6 a 16,7 %, enquanto que o teor de voláteis exibiu teores de 77,5 a 89,9 % (BRITO; BARRICHELO, 1978). As podas de árvores do município de Piracicaba – SP exibiram teor de carbonos de 16,44% \pm 0,36 e teor de voláteis de 75,36 % \pm 0,53 e teor de cinzas de 8,19 % \pm 0,44 (SOUZA et al., 2016). Neste trabalho o teor de cinzas teve um valor médio de 1,96 %, sendo a amostra 1 com o maior valor e a amostra 4 com o menor valor, não diferindo das amostras 2 e 5. Baixos teores de cinzas, em torno de 0,50%, são considerados um bom indicativo para aplicação desta madeira como combustível, uma vez que sendo atribuídos à presença de minerais não participam do processo de combustão da madeira (NEVES et al., 2011).

Tabela 2. Análise Imediata

Amostra	Carbono Fixo (%)	Materiais Voláteis (%)	Cinzas (%)
1	21,18 bc	76,03 de	2,79 a
2	21,24 bc	77,25 bcd	1,51 fg
3	22,86 a	75,48 ef	1,65 ef
4	20,33 c	78,31 b	1,36 g
5	22,24 ab	76,24 de	1,51 fg
6	21,15 bc	76,85 cd	1,99 cd
7	23,03 a	74,54 f	2,43 b
8	22,42 ab	75,30 ef	2,28 b
9	21,50 bc	76,29 de	2,20 bc
10	20,29 c	77,87 bc	1,84 de

Médias seguidas de mesma letra, para cada característica avaliada, não diferem significativamente entre si (Tukey; $p > 0,05$).

Na tabela 3 são apresentados os valores obtidos para poder calorífico superior e inferior (PCS e PCI) de cada amostra.

Tabela 3. Poder Calorífico Superior (PCS) e Poder Calorífico Inferior (PCI) e Poder calorífico na bomba calorimétrica

Amostra	PCS MJ/g	PCI MJ/g	PCS (Bomba) MJ/g
1	18,29	16,96	18,33
2	18,39	17,04	19,01
3	18,59	17,24	19,02
4	18,72	17,38	18,80
5	18,80	17,46	19,33
6	18,86	17,54	18,59
7	18,32	16,98	18,63
8	16,41	17,08	18,55
9	18,22	16,87	18,53
10	18,46	17,11	18,52
Média	18,30	17,16	18,73

O poder calorífico superior (PCS) é dado pela soma da energia liberada na forma de calor e a energia gasta na vaporização da água que se forma numa reação de oxidação. Temos que “[...] o que difere o poder calorífico inferior do poder calorífico superior é a quantidade de energia disponível, quando não se considera o calor latente de condensação da umidade presente nos produtos de combustão.” (BRAND, 2007). Na Tabela 3 verifica-se que o PCS calculado e o determinado em bomba calorimétrica apresentam diferença entre eles de apenas 1%. As podas de do município de Piracicaba – SP exibiram PCS de $16,35 \pm 0,14 \text{ MJ g}^{-1}$ (SOUZA et al., 2016) inferiores ao determinado neste trabalho. A variação de PCS entre as espécies de eucalipto está entre 18,02 a $21,26 \text{ MJ g}^{-1}$ (COUTO et al., 2008 citado por SILVA, 2016), assim os cavacos oriundos das podas urbanas do município de Palotina – PR possuem PCS compatível a principal espécie utilizada no Brasil como fonte energética.

5. CONCLUSÃO

O material analisado possui características físico-químicas e energéticas semelhantes àquelas de madeira de Eucalipto e Pinus, normalmente utilizadas como fonte de energia térmica. Comparando este fato com o cenário atual do país, fontes de energias renováveis são essenciais para uma diversificação da matriz energética. Neste caso, a empresa retira um passivo ambiental e revende como fonte de energia.

No entanto, ainda há a necessidade de uma análise das podas em longo prazo, devido à variedade de espécies podadas, a fim de se verificar suas características físicas e químicas e ainda, se sua exposição às condições climáticas propiciam o crescimento fúngico, e de que forma isto pode afetar o potencial do material.

Embora o material analisado tenha sua origem desconhecida, pode-se sugerir que apresentou valores satisfatórios de poder calorífico, indicando ser um combustível adequado.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14929 - Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro. 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8112 - Carvão vegetal Análise imediata. Rio de Janeiro. 1986.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-3172: Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke, Withdrawn, 2007.

DIAS, J. M. C. DE S.; SANTOS, D. T. DOS; BRAGA, M.; ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P. F. D.; ROCHA, J. D. Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/952626/1/doc13.pdf>>. acesso em: 20 maio 2017.

BOYLE, G. Renewable energy: power for a sustainable future. 2ºed. Oxford: Oxford University Press, 2004.

BRAND, M. A. Energia da biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 114 p.

BRAND, M. A. Qualidade da Biomassa florestal para uso na geração de energia em função da estocagem. Curitiba, 2007.

BRITO, J. O., BARRICHELO, L. E. G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. IPEF, n. 16, p. 63 - 70, 1978.

CARASCHI, ROSA, R. R. SANTIAGO, L. F. F., VENTORIM, G. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/icep03/02_Caraschi_Rosa_Santiago_Ventorim.pdf>. Acesso em: 23/10/17.

CORTEZ, C.L. Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia: Estudo de caso: AES Eletropaulo. 2011. 246 f.. Tese (Doutorado em ciências) Programa de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CORTEZ, L. A. B; LORA, E. D. S; GÓMEZ, E. O. Biomassa para energia. Editora UNICAMP Universidade Estadual de Campinas. Campinas 2008

NEVES, T. A.; PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P. F.; SILVA, V. O.; VIEIRA, C. M. M. Avaliação de clones de Eucalyptus em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 31, p. 319330, 2011.

NOGUEIRA, L.A.; LORA, H. Dendroenergia: fundamentos e aplicações. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

PEREIRA, D. J. C.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. 114 f. Embrapa florestas, Documento 38, Colombo, Paraná, 2000.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). Sobre os biocombustíveis. In:_____. Biocombustíveis: 50 perguntas e respostas sobre este novo mercado. [Rio de Janeiro], 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/repositorio/matprima1_000g7pcetcc02wx5ok0wtedt32e6jis7.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.

ROSA, C. A. B. Influência do teor de lignina da madeira de *eucalyptus globulus* na produção e na qualidade da celulose Kraft. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2003.

SILVA, D. P. da. Avaliação do processo de adensamento de resíduos de poda de árvore visando ao aproveitamento energético: o caso do campus da USP na capital. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2016.

SOUZA, N. R. D.; ALENCAR, L. S. MAZZONETTO, A. W. Potencial energético do resíduo das podas de árvores no município de Piracicaba – SP Energ. Agric., Botucatu, vol. 31, n.3, p.237-245, julho-setembro, 2016.