

### **III-002 - ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE PODA E VARRIÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO BRASIL**

**Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (*Campus II - Campina Grande*). Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professora Titular do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.

**Luiz Carlos de Oliveira**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas.

**Karina Ribeiro Salomon**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia de Energia e Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá. Professora Associada do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua dos Coqueiros, 31 – Condomínio Jardim do Horto I – Gruta de Lourdes – Maceió - AL - CEP: 57052-556 - Brasil - Tel: (82) 32141275 - e-mail: ivete.vlopes@outlook.com.

#### **RESUMO**

O escopo deste trabalho foi fazer o estudo do potencial de aproveitamento dos resíduos gerados da prática de poda e varrição da área verde do Centro de Tecnologia – CTEC, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. O CTEC produz quantidades significativas de resíduos, seja por meio de podas, seja pela varrição da área verde, sendo que os resíduos gerados pela poda em menor escala. O objetivo foi quantificar esses resíduos num período de seis meses, de outubro/2016 a janeiro/2017 e de março a abril/2017, e estudar o potencial de aproveitamento em técnicas como compostagem e briquetagem. O objetivo é, a partir dessas técnicas, transformar os resíduos em um produto que gere algum valor econômico ou possa ser utilizado pela própria Universidade, a exemplo de outras universidades. A geração de resíduos de varrição do CTEC foi estimada em 16.147,44 Kg/ano, os quais poderão ser aproveitados após técnica de compostagem ou briquetagem, como condicionador de solos agrícolas e em energia, respectivamente. Os resíduos provenientes da poda, num total de três árvores abatidas, resultaram em um volume calculado de 8,1896 m<sup>3</sup> de resíduos de madeira, ou 7.371 Kg. As folhas e galhos resultantes totalizaram 15,1588 m<sup>3</sup> que corresponde a 2.577 Kg. Para verificar o poder energético dos resíduos verdes foi usada uma amostra de caule e outra de folhas de uma árvore denominada Piriquiti, *Adenantha pavonina*, cujo Poder Calorífico Inferior (PCI) foi 16.491,02 kJ/kg para o caule e 17.440,02 kJ/kg para as folhas. Considerando apenas as folhas de varrição do CTEC, o potencial de energia térmica gerada é de 23.467.640 KJ/mês.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos; resíduos de poda; varrição; recuperação de recursos.

#### **INTRODUÇÃO**

A geração de resíduos sólidos em quantidades cada vez mais elevadas necessita de um gerenciamento bem planejado e eficiente, a fim de minimizar a disposição nos aterros sanitários, o que aumenta a sua vida útil.

Uma das formas de cumprir esta meta é fazer o reaproveitamento ou reciclagem, como também o emprego de técnicas que visem a transformar o resíduo obtido em produtos que tenham alguma utilidade, como é o caso da técnica de compostagem, que transforma resíduo orgânico em um composto, utilizável na agricultura. Nessa categoria de resíduos orgânicos estão incluídos os procedentes da prática de podas de árvores e da varrição de áreas verdes de parques, praças de cidades.

Lixo verde é o material orgânico derivado da poda e cortes de árvores, capinação de terrenos e varrição de folhas verdes ou secas de árvores situadas em áreas verdes de cidades, praças, jardins entre outros – são os resíduos de arborização urbana (CORTEZ, 2011).

Seu destino ainda é o aterro sanitário ou os lixões a céu aberto, o que caracteriza desperdício de grande quantidade de matéria orgânica que poderia ser aproveitada.

Nos aterros sanitários, ocupam grande volume, o que diminui sua vida útil. São compostos por matéria orgânica degradável podendo sofrer compostagem e utilização como composto orgânico nas próprias áreas verdes onde foi gerado, o que permite o retorno de substâncias ao ambiente (LAPERTOSA; BARROS, 2006).

Outra forma de destinação para esses resíduos é a utilização como fonte energética, utilizando-os como matéria prima no processo de briquetagem, transformando-os em um produto de maior valor agregado (SILVA et al., 2013).

Verifica-se que no Centro de Tecnologia – CTEC da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, são geradas diariamente quantidades significativas de lixo verde, sobretudo aquele resultante da varrição da área local. Tais resíduos, atualmente, são destinados em parte (varrição e capinação) à Central de Tratamento de Resíduos de Maceió, por meio da coleta regular do serviço de limpeza urbana da Prefeitura de Maceió.

Entretanto, esses resíduos apresentam um potencial de aproveitamento ainda não explorado na UFAL, como por exemplo, a compostagem e o aproveitamento energético. Como benefícios dessas formas de aproveitamento de resíduos ter-se-ia a produção de composto orgânico a ser utilizado nas áreas verdes, arboreto, etc, assim como a recuperação energética de fonte renovável.

Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o potencial de aproveitamento dos resíduos resultantes de poda e varrição de folhas da área verde do Centro de Tecnologia (CTEC). Foi avaliada a forma como esses resíduos podem ser aproveitados e transformados em material que possa ser utilizado, desde práticas agrícolas ou até mesmo na produção de energia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Delimitação da área de estudo: O presente trabalho teve como área de estudo o Centro de Tecnologia de uma IES brasileira que abriga quatro cursos de graduação (Engenharia Civil, Engenharia Química, Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia de Petróleo) e quatro cursos de Pós-Graduação (Engenharia Civil, Engenharia Química, Recursos Hídricos e Saneamento, Doutorado em Materiais). Para a determinação da área verde do CTEC, foi utilizada a ferramenta do Google Maps.

Quantificação dos resíduos de varrição: No período compreendido entre os meses de outubro/2016 a abril/2017 foram realizadas pesagens dos resíduos resultantes da varrição da área verde do CTEC. Assim, foi possível verificar a variação sazonal, com pelo menos três estações do ano (primavera, verão e outono). Os resíduos gerados eram acondicionados em sacos plásticos para posterior pesagem por meio de uma balança digital manual com capacidade de 50 kg e precisão de 10 gramas, marca WeiHeng (Figura 1). A varrição é realizada três vezes/semana e ocorre nos dias de segunda, quarta e quinta-feira. As pesagens foram realizadas durante uma semana de cada mês, nos três dias distintos. Para a obtenção do peso mensal o valor obtido em uma semana foi multiplicado por 4,5, considerando o número médio de semanas em cada mês, ao longo do ano.



**Figura 1: Sacos contendo as folhas resultantes da varrição, dispostos para a coleta (a); e balança digital utilizada para pesagem (b).**

**Quantificação dos resíduos de poda:** No mês de setembro foi feita a extração de 3 árvores de médio e grande porte no CTEC o que gerou uma considerável quantidade de toros e resíduos de poda compostos por galhos e folhas. Para fazer a quantificação desses toros utilizou-se o seguinte método:

- Foram dispostos em pilhas que se assemelhavam a sólidos geométricos conhecidos e a partir de então foram determinadas suas dimensões com o auxílio de um teodolito (Figura 2a). A partir das dimensões dos sólidos, foram calculados os volumes. Para determinar o seu peso multiplicou-se o volume pelo peso específico da madeira. O peso específico ( $\rho$ ) adotado foi  $0,9 \text{ g/cm}^3$  (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTA, 2017).
- No mesmo período foi realizada a poda de árvores que gerou pilhas de galhos e folhas que, semelhantemente aos toros, foram quantificados de forma indireta por meio do uso da fórmula do volume de um tronco de pirâmide de base quadrada, uma vez que os resíduos foram dispostos de forma a adquirir semelhança com esse sólido geométrico (Figura 2b). O peso específico médio dos resíduos de poda é de  $170 \text{ kg/m}^3$  (CORTEZ, 2011).



**Figura 2: Resíduos de árvore abatida (a); e resíduos de poda de árvores na área de estudo (b).**

**Determinação do poder calorífico dos resíduos de poda e varrição com vista ao aproveitamento energético:** Foram preparadas duas amostras, uma de caule e outra de folhas para determinação do poder calorífico dos resíduos. As amostras recolhidas para o experimento foram extraídas de uma árvore situada no CTEC denominada Piriquiti (*Adenanthera pavonina*). O método utilizado foi o mesmo para ambas. O caule e as folhas foram triturados em máquina forrageira, em seguida o material triturado foi posto para secar ao sol durante cinco dias e passados em uma peneira fina para obtenção de granulação apropriada para o experimento. O experimento foi realizado no Laboratório de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados da IES. As amostras foram colocadas no calorímetro (IKA® C 200), separadamente, e foi determinado o poder calorífico superior (PCS) de cada uma delas. Para o cálculo do poder calorífico inferior (PCI) foi utilizada a Equação 1. Como não foi encontrada na literatura a composição elementar da *Adenanthera pavonina*, árvore da qual foram retiradas as amostras (caule e folhas), utilizou-se o teor de hidrogênio na massa residual do Eucalipto, por ser o que mais se aproxima do valor esperado. Para o cálculo do PCI foi adotado o percentual de hidrogênio existente no resíduo de 5,87%, composição elementar do Eucalipto (NOGUEIRA, 2003).

$$PCI = PCS - 600 \times \left[ \frac{9H}{100} \right] \quad (1)$$

PCS: Poder Calorífico Superior (kJ/kg)

PCI: Poder Calorífico Inferior (kJ/kg)

H: Teor de hidrogênio (%)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Dimensões da área de estudo:** A área verde do CTEC é de aproximadamente  $8.134,23 \text{ m}^2$ . Há uma concentração de árvores de médio e grande porte, o que produz quantidades significativas de resíduos provenientes da varrição e em menor quantidade, da prática de poda. Esse lixo verde se não for varrido e

coletado com uma frequência regular, gera grandes entulhos que, por sua vez, desencadeia uma série de problemas decorrentes de seu acúmulo. Podem-se citar os principais danos como: péssima estética do local, odores desagradáveis, surgimento de criadouros de vetores de doenças (insetos em geral como moscas, mosquitos, baratas entre outros). Esta situação foi vivenciada no CTEC em Janeiro/2017, devido a problemas na coleta regular.

Levantamento do manejo dos resíduos verdes gerados na área de estudo: Segundo levantamento realizado junto ao órgão responsável da IES, as frequências para a realização de poda, capina e varrição de folhas são as seguintes: Poda – anual; Capina – trimestral e Varrição de folhas – semanal. Quanto à destinação desses resíduos vegetais (separadamente), as respostas obtidas foram as seguintes:

- Poda e capina: Quando o serviço é realizado pela Prefeitura, os resíduos são coletados pela mesma e enviados para o aterro sanitário. No aterro, os resíduos verdes são transformados em condicionador de solo por meio da compostagem. No entanto, quando o serviço é executado pela IES os resíduos são acondicionados em uma área nos fundos da instituição. Posteriormente os responsáveis pelo serviço de limpeza urbana da cidade são contatados e é solicitada a remoção dos resíduos.
- Varrição de folhas: Esses resíduos são colocados em sacos e recolhidos pelo serviço de limpeza urbana municipal (coleta regular de lixo comum). No que diz respeito aos custos/despesas gerados para a destinação desses resíduos, não existe, ainda, um estudo para determinar o custo financeiro da destinação desses resíduos, porém sabe-se que há um custo ambiental quando se acumula esse tipo de resíduo nos fundos da Universidade. Tais resíduos, em certos momentos, causam focos de incêndios, devido à vegetação seca. Quanto à existência de algum projeto por parte da Universidade de aproveitamento desses resíduos, segundo levantamento, não existe. Existem iniciativas de estudos que visam colaborar com a destinação adequada desses resíduos. Entretanto, alternativas viáveis para a resolução desse problema esbarram em entraves burocráticos e no custo financeiro elevado para desenvolver essas metas e obter soluções. Está prevista a contratação de uma empresa de jardinagem. Caso isso se concretize, será possível implementar, por exemplo, a compostagem como solução adequadas para a destinação dos resíduos gerados.

Quantificação dos resíduos e possíveis formas de reaproveitamento:

- Resíduo de varrição: A coleta de dados para a realização da pesquisa sobre os resíduos de varrição foi realizada nos meses de outubro/2016 a abril/2017. Como dito anteriormente, foi possível cobrir os períodos de três estações do ano no hemisfério sul: Outono, Primavera e Verão. Os dados coletados estão na Tabela 1.

**Tabela 1: Geração de resíduos de varrição no CTEC.**

Mês / Estação	Data de coleta / Peso (kg)			Média semanal (kg)	Média mensal (kg)
Outubro/2016 Primavera	03/10/2016	06/10/2016	08/10/2016	365,23	1.643,54
	118,16	65,77	181,30		
Novembro/2016 Primavera	22/11/2016	24/11/2016	26/11/2016	296,20	1.332,90
	87,80	73,24	135,16		
Dezembro/2016 Verão	26/12/2016	27/12/2016	28/12/2016	305,91	1.376,60
	25,18	79,59	201,14		
Janeiro/2017 Verão	02/01/2017	03/01/2017	06/01/2017	301,56	1.357,02
	29,05	163,32	109,19		
Março/2017 Outono	20/03/2017	23/03/2017	25/03/2017	258,16	1.161,72
	69,26	108,20	80,70		
Abril/2017 Outono	04/04/2017	05/04/2017	06/04/2017	267,10	1.201,95
	101,85	118,11	47,14		
<b>Média e Desvio Padrão</b>				<b>332,36 ± 31,38</b>	<b>1.345,62 ± 155,17</b>

Os resíduos que foram coletados durante os seis meses representam uma quantidade significativa, sendo a geração anual estimada em torno de 16.147,44 Kg. Estes resíduos poderão ser utilizados para produzir materiais como condicionador de solo agrícola, segundo o Ministério da Agricultura do Brasil, e adubo orgânico (CHALUPPE, 2013), além de elevado poder energético. As principais técnicas a serem utilizadas para seu aproveitamento são a compostagem e a briquetagem.



A compostagem feita apenas com folhas se mostra eficiente para a produção do composto, porém se forem acrescentados outros resíduos de origem orgânica como, por exemplo, restos de alimentos, papéis, entre outros, a qualidade do composto será superior, visto que os resíduos orgânicos acrescentados são de excelente qualidade para produção do composto, que será mais rico em nutrientes. As sobras de alimentos provenientes do Restaurante Universitário e demais lanchonetes e restaurantes situados no *Campus* poderiam ser incorporados e aproveitados para essa finalidade.

Esta prática de utilização de resíduos orgânicos de origem vegetal já vem sendo utilizada por algumas Universidades como forma de diminuir os impactos que esses resíduos geram ao serem descartados em lixões ou mesmo em aterros sanitários, diminuindo, assim, sua vida útil. A Universidade de São Paulo realizou um estudo analítico de implantação de uma Unidade Descentralizada de Compostagem no seu *Campus* II. Como havia uma grande geração e disponibilidade de resíduos de poda e capina, estes foram utilizados juntamente com sobras de alimentos do Restaurante Universitário para a compostagem. Para isso foi criado um pátio de armazenamento que permitiu dar suporte ao projeto (OLIVEIRA, 2013).

Outro estudo foi efetuado utilizando resíduos de poda e sobras de alimentos do Restaurante Acadêmico (RA) do *Campus* da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). O estudo foi justificado pela possibilidade de transformar os resíduos oriundos da poda e restos de alimentos em composto que pode ser usado como fertilizante natural para o solo. Os fertilizantes são melhores que os químicos, pois não poluem o meio ambiente. (MOURA et al., 2008).

Outra forma de aproveitamento de resíduos de varrição das áreas verdes é para fins energéticos, por meio da fabricação de briquetes, biocombustível de elevado poder calorífico. Sua produção é viável como alternativa às tradicionais fontes de energia. O baixo custo de produção da matéria prima, bem como a disponibilidade de obtê-la no *Campus* pode viabilizar a aplicação da técnica. Os briquetes geralmente detêm elevado poder calorífico, o que representa um potencial energético que excede o da madeira (ARAÚJO, et al., 2013).

Para avaliar o potencial térmico dos resíduos de varrição, foi determinado o poder calorífico das folhas, conforme mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2: Poder calorífico (PCS) e (PCI) de folhas de árvore da área de estudo.**

Amostra	Massa da amostra (g)	PCS (kJ/kg)	PCI (kJ/kg)
Folhas	0,5648	17.757	17.440,02

Para a área de estudo (CTEC), considerando apenas as folhas de varrição, o potencial de energia térmica gerada é de 23.467.640 KJ/mês.

De maneira superficial, foi feita uma extrapolação dos resultados sobre resíduos de varrição obtidos no CTEC, para todo o *Campus*, apresentada a seguir. A partir da ferramenta Google Maps foi estimada a área verde do *Campus* em aproximadamente 283.556,33 m<sup>2</sup>, ou seja, 34,8 vezes a área verde do CTEC, 8.134,23 m<sup>2</sup>. A geração média mensal de resíduos oriundos da varrição no CTEC fica em torno de 1.345,62 Kg. Se forem considerados os resíduos produzidos em toda a área verde do *Campus* Universitário, provavelmente a quantidade de resíduos será aumentada em 34,8 vezes, ou 46.827,58 Kg/mês. A geração anual será, portanto, de 561.935,16 Kg/ano, o que mostra uma enorme quantidade de resíduos produzidos anualmente com grande potencial de aproveitamento.

Resíduo de poda: Conforme comentado anteriormente, foram abatidas três árvores no CTEC, durante a execução do trabalho, cujo volume de madeira calculado foi de 8,1896 m<sup>3</sup>. Para o cálculo do peso total utilizou-se o peso específico de  $\rho = 0,9 \text{ g/cm}^3$  (IBF, 2017), ou seja, 900 Kg/m<sup>3</sup>, que resultou em 7.371 Kg de madeira. Esta é considerada a geração anual de madeira proveniente da poda na área de estudo (CTEC), uma vez que só é realizada uma vez por ano.

Quanto às folhas e galhos resultantes da poda, o volume calculado foi de 15,1588 m<sup>3</sup>. Considerando o peso específico médio de 170 kg/m<sup>3</sup> (CORTEZ, 2011), resultou em 2.577 Kg. Conforme exposto anteriormente, esta é a geração anual de folhas e galhos provenientes da poda.

Os resultados da determinação do poder calorífico das folhas e caules de árvore retirados do CTEC (Piriquiti - *Adenanthera pavonina*) estão indicados na Tabela 3.

**Tabela 3: Poder calorífico (PCS) e (PCI) de caules e folhas de árvore da área de estudo.**

Amostras da poda	Massa da amostra (g)	PCS (kJ/kg)	PCI (kJ/kg)
Caules	0,6500	16.808	16.491,02
Folhas	0,5648	17.757	17.440,02

O poder calorífico inferior calculado das folhas, 17.440,02 kJ/kg, foi superior ao da madeira, 16.491,02 kJ/kg, resultado que coincide com trabalho realizado por Oliveira et al. (2013). Ferreira et al. [201-], avaliaram o poder calorífico de resíduos verdes da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e para os resíduos de poda, em amostra previamente seca em estufa, o poder calorífico superior encontrado foi de 4.257,48 kcal/Kg, ou 17.840 kJ/kg, semelhante ao obtido neste trabalho.

A poda é realizada uma vez por ano e os resíduos resultantes são suficientes para serem aproveitados, tanto em compostagem quanto para fins energéticos. Os resíduos oriundos da poda são galhos compostos por madeira de pouca espessura e folhas. A madeira fina poderá ser triturada e utilizada para fabricar briquetes. As folhas poderão ser acrescentadas ao material de varrição para produzir briquetes ou para compostagem.

A fabricação de briquetes com resíduos de poda de árvores já está sendo bastante utilizada. Segundo pesquisa realizada pelo IFRN (Instituto Federal do Rio Grande do Norte), muitas empresas estão utilizando os briquetes para produzir energia. Dentre elas, padarias, pizzarias e cerâmicas adotam o biocombustível por possuir algumas vantagens em relação à lenha como baixo custo, pouca geração de cinza e maior duração, isto é, maior tempo de utilização (ARAÚJO, et al. 2013).

O briquete possui elevado poder calorífico, inclusive superior ao da lenha, podendo substituir combustíveis tradicionais como o carvão vegetal, o GLP (gás liquefeito de petróleo), eletricidade e gás natural. Como é uma tecnologia nova, seu uso ainda não faz parte da cultura brasileira (MORAES; COSTA, 2011).

Pesquisas em diversas Universidades estão sendo realizadas a fim de incentivar o uso desse biocombustível. Segundo Moraes e Costa (2011), seu Poder Calorífico Superior está entre 4000 Kcal/Kg e 4800 Kcal/Kg, os quais ao serem convertidos para kJ/Kg resultam em: 16.747,19 kJ/Kg e 20.096,64 kJ/Kg, respectivamente, valores semelhantes aos obtidos neste trabalho (Tabela 4).

Outra forma de aproveitar esses resíduos seria utilizar o poder energético que eles possuem para o funcionamento de uma termelétrica capaz de gerar eletricidade que poderá ser utilizada no *Campus*, conforme estudo realizado pela UFPE (FERREIRA, et al. [201-]). Segundo os pesquisadores, são geradas 6 t/d de biomassa residual oriundas apenas das atividades de capina e varrição das áreas de parques e jardins do *Campus* Recife, sem contar com podas de jardinagem e de árvores, que podem ser aproveitados.

Na Tabela 4, apresenta-se um resumo dos resultados obtidos para o aproveitamento energético dos resíduos de poda e varrição da área de estudo.

**Tabela 4: Resumo do potencial térmico dos resíduos de poda e varrição do CTEC.**

Resíduo	Volume (m <sup>3</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Massa (Kg/mês)	PCI (KJ/kg)	Potencial Térmico (10 <sup>6</sup> x KJ/mês)
Poda (caule)	8,1896	900	614,25	16.491,02	10,13
Poda (folhas e galhos) *	15,1588	170	214,75	16.491,02*	3,54
Folhas de varrição	-	-	1.345,62	17.440,02	23,50

(\*) Como na quantificação os resíduos não foram diferenciados, será considerado o menor PCI, para ter resultados mais conservadores.

Tanto os resíduos provenientes da poda quanto os da varrição podem ser aproveitados de diversas maneiras. No caso de fabricação de briquetes, o poder calorífico poderá ser utilizado no Restaurante Universitário em substituição ao gás de cozinha GLP. Outra forma seria seguir o exemplo da UFPE que propôs o aproveitamento do potencial energético dos resíduos para movimentar uma turbina geradora de energia elétrica. No caso presente, poderia ser utilizado em qualquer setor do *Campus*, por exemplo, como a energia elétrica utilizada total ou parcialmente em laboratórios, Restaurante Universitário ou qualquer outro setor da

Universidade. Entretanto, é preciso avaliar o custo/benefício, pois exige investimento e a quantidade de resíduo produzida deve ser suficiente para mantê-la funcionando continuamente.

## CONCLUSÕES

Apesar de uma área de estudo relativamente pequena, o material colhido e quantificado foi significativo para o presente estudo, o que demonstra a possibilidade de aproveitamento dos resíduos verdes gerados, sobretudo os provenientes da varrição.

Portanto, se esse estudo for estendido a toda a área do *Campus*, consequentemente, a quantidade de resíduos produzidos será bem maior e haverá a viabilidade de implantação de um projeto de aproveitamento desses resíduos aplicando as tecnologias citadas: a compostagem para a produção de composto orgânico para condicionamento de solo agrícola, e a briquetagem para fins energéticos.

Para a compostagem, seria importante criar um pátio para a produção do composto, com incorporação de resíduos alimentares do Restaurante Universitário e outros existentes no *Campus*. O composto produzido poderia ser utilizado como fertilizante em uma horta produtora de verduras e hortaliças orgânicas a serem consumidas pelo Restaurante Universitário, e o remanescente, se houver, pode ser utilizado nas áreas verdes e canteiros do *Campus*.

Quanto ao aproveitamento energético dos resíduos provenientes da poda e varrição das áreas verdes do CTEC, o potencial de energia térmica gerada é de, aproximadamente, 37,17x10<sup>6</sup> KJ/mês, suficiente para ser utilizado como combustível no Restaurante Universitário em substituição ao GLP, gás de cozinha.

Propõe-se, ainda, que seja implementado um Programa de Gerenciamento de Resíduos para o CTEC e, por extensão, para todo o *Campus*, no qual sejam contemplados os resíduos verdes, com a compostagem ou briquetagem, após estudo de viabilidade técnica e econômica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, V.C.; BEZERRA, E.S.P.; LIMA NETO, J.A.; ILARINO, R.N.S.; VASCONCELOS, Z.N.F.; VALE, M.B. Estudo do aproveitamento de podas de árvores para a produção de briquete em dois municípios do Rio Grande do Norte. In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, Currais Novos, RN, 05 e 06 de julho de 2013.
2. CHALUPPE, M. A. C. Análise da Implantação do Projeto “Valorização dos resíduos sólidos orgânicos no município de Florianópolis através do beneficiamento dos resíduos de podas”. 125f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.
3. CORTEZ, C. L. Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para geração de energia. Estudo de caso: AES Eletropaulo. 2011. 246f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2011.
4. FERREIRA, J. V. C.; FERREIRA, A. S.; FIGUEIREDO, R. A.; MENEZES, R. S. C. Caracterização e quantificação da biomassa residual de parques e jardins no *Campus* Recife da UFPE. [201-]. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/sinfra/images/DGA/caracterizacao%20e%20quantificacao%20da%20biomassa%20residual%20de%20parques%20e%20jardins%20no%20campus%20recife%20da%20ufpe.pdf>>. Acesso em 12/09/2016.
5. Instituto Brasileiro de Floresta – IBF – Disponível em < <http://ibflorestas.org.br/loja/semente-olho-de-pavao.html>> Acesso em 20.02.2017.
6. LAPERTOSA, A. D.; BARROS, R. T. V. Atores no gerenciamento dos resíduos sólidos verdes da UFMG (Brasil). In: XXX CONGRESO DA ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 2006, Punta del Este (Uruguai). *Anais eletrônicos...*
7. MORAES, J. T.; COSTA, G. P. A fabricação de briquetes como alternativa para destinação dos resíduos de madeira na indústria moveleira no ES. In: VI Simpósio de Engenharia Ambiental, 2011.
8. MOURA, J. S.; BARROS, R. M.; CALHEIROS, H. C.; FILHO, G. L. T.; SILVA, F. G. B. Avaliação do processo de compostagem de resíduos urbanos: O caso dos resíduos do restaurante e de poda de um *Campus* universitário. In: 25º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2008.
9. NOGUEIRA, L. A. H. Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações. Luiz Augusto Horta Nogueira, Electo Eduardo Silva Lora, 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.



10. OLIVEIRA, R. A. V. Análise do processo de implantação de uma Unidade Descentralizada de Compostagem no Campus II da USP São Carlos. Monografia -Trabalho de Conclusão de Curso, 78f. Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2013.
11. SILVA, T. S.; SOUZA, M. M.; VITAL, B. R.; TEIXEIRA, R. R.; BARBOSA, A. C. Briquetes produzidos com resíduos. *Revista da Madeira*. n.13, março, 2013.