

## I-082 - POTENCIALIDADE DA REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE PODA DO MUNICÍPIO DE PALMAS - TO

**Paula Raquel Barreto Rodrigues** <sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade de Tecnologia Equipe Darwin.

**Aurélio Pessoa Picanço**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Professor da Universidade Federal do Tocantins.

**Juan Carlos Valdés Serra**

Engenheiro Mecânico pela Universidad de Oriente. Santiago de Cuba-CUBA, Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas. Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas. Professor da Fundação Universidade Federal do Tocantins.

**Emerson Adriano Guarda**

Químico Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutorado em Química Orgânica pela Universidade Federal de Santa Maria. Professor da Universidade Federal do Tocantins.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Folha 21 Qd. 06 Lt. 15 – Nova Marabá – Marabá - PA - CEP: 68505-120 - Brasil - Tel: (94) 8135-7994 - e-mail: [paularaquel.br@hotmail.com](mailto:paularaquel.br@hotmail.com)

### RESUMO

A destinação geralmente dada aos resíduos de biomassa provenientes da poda depositando-os em aterros e lixões não se mostra sustentável e adequada, pois impossibilita a utilização do seu poder calorífico e do teor de matéria orgânica que podem retornar ao solo. Baseado na potencialidade de utilização desses resíduos o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da situação e a destinação final desses resíduos em Palmas-TO, quantificando-os e analisar a viabilidade técnico-econômica de novas alternativas de tratamento. No município de Palmas-TO estima-se que o resíduo de poda coletado equivale a 1301 ton/ano, 108 ton/mês e 3,61 ton/dia. A produção desses resíduos tem um crescimento de mais 50% a.a., para o ano de 2014 estimou-se em 8396,17 ton/ano e 23 ton/dia. A receita bruta estimada foi de R\$ 1.478.400,00 para a Usina de Briquetes e R\$ 2.183.004,81 para a Usina de Compostagem. Em relação ao custo de produção obteve-se R\$ 88,74/ton do composto e R\$ 101,29/ton de briquetes, valores menores que o preço de venda encontrando no mercado, o que torna viável a produção e comercialização dos mesmos. No cenário atual é interessante estudar uma possível inclusão das Associações de catadores e/ou de horticultores do município nessas indústrias e uma análise da perspectiva de mercado de ambos os produtos na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos Urbanos. Biomassa. Aproveitamento Energético. Viabilidade técnico-econômica

### INTRODUÇÃO

Um das grandes preocupações da sociedade moderna é a destinação dos resíduos e lixo gerado pela atividade humana. O destino dado ao lixo gerado pela população é questão de saúde pública e ambiental, assim como de cidadania e respeito ao espaço de todos. Os sistemas de limpeza urbana têm como objetivo afastar o lixo da população e dar-lhe um destino adequado (SANTOS e ROCHA, 2010).

Os resíduos de galhadas por longo tempo foram depositados em lixões e aterros sanitários, impossibilitando a utilização do seu poder calorífico e do teor de matéria orgânica que podem retornar ao solo na forma de composto. Dessa forma a destinação convencionalmente dada aos resíduos de poda não se mostra sustentável e adequada (PMF, 2012). Para De Angelis et al. (2007) a reutilização e reciclagem de resíduos gerados pela arborização urbana podem ser de muito proveito, abrindo novos caminhos para um gerenciamento mais adequado.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a situação e a destinação atual dos resíduos orgânicos provenientes de poda de árvores, jardins e roçadas públicas de Palmas, Estado do Tocantins. Quantificar os resíduos de poda de árvores da área de estudo e analisar a viabilidade técnico-econômica de novas alternativas de tratamento ambientalmente adequadas para o município de Palmas – TO.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos foi necessário um levantamento de dados, a solicitação de informações ocorreu junto à Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos (SEISP), do município de Palmas – TO. E ainda pesquisa exploratória de campo com o objetivo de obter dados que demonstrassem a situação e a destinação final dada aos resíduos gerados no serviço de poda, roçagem e varrição pública no município. O presente estudo não considera os resíduos coletados, transportados e dispostos irregularmente.

O Município de Palmas, no Estado do Tocantins, é constituído 228.332 habitantes e possui forte crescimento populacional e econômico. O Município localiza-se na região central do estado do Tocantins, ocupa uma área de 2.218,943 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). A área urbana do município de Palmas abrange as regiões do Plano Diretor, Taquaralto, Taquari, Aurenys e os distritos de Taquaruçu e de Buritirana, localizados ao longo da rodovia TO-030. Para desenvolvimento deste trabalho foi tomado como área de estudo a área urbana do município de Palmas, Tocantins. Observa-se na Figura 1 a localização do município de estudo.

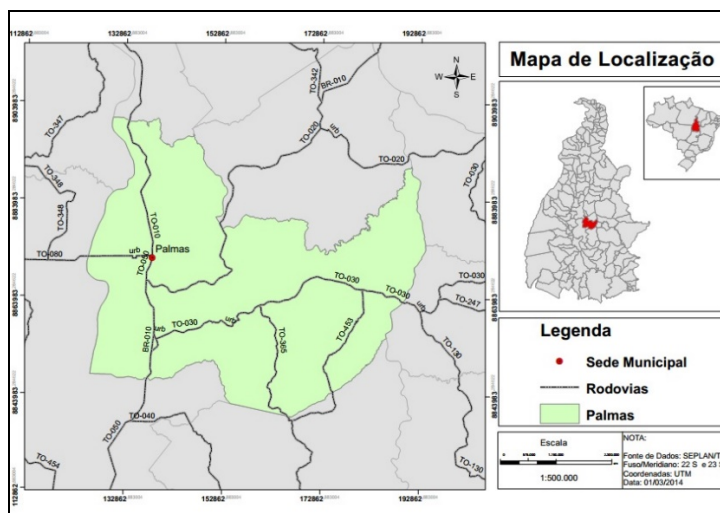


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, município de Palmas – TO

Os dados obtidos dos resíduos de galhadas gerados são referentes à série histórica dos anos de 2008 a 2013. Com os resultados referentes à produção, estimou-se a taxa de crescimento anual e a produção esperada para o ano de 2014. Assim foi possível medir a capacidade necessária de processamento desses resíduos para as Usinas de Briquetagem e Compostagem.

A viabilidade técnico-econômica fundamenta-se nos estudos realizados por Felfli *et al.* (2004), Silva (2007), Farage (2009) e Gomes e Pimenta (2010). Foram calculados os investimentos iniciais, os custos operacionais fixos e variáveis, o Lucro Operacional, Ponto de Equilíbrio e Grau de Alavancagem Operacional. Considerando os dados reais da geração dos resíduos e possíveis tratamentos criou-se 2 (dois) cenários a serem analisados:

- Usina de compostagem;
- Fábrica de compactação de resíduos para produção de briquetes.

Baseado na metodologia de Silva (2007) e Gomes e Pimenta (2010), inicialmente foram escolhidos o processo e os equipamentos que seriam utilizados no tratamento dos resíduos; em seguida, foi feito um estudo de caso da viabilidade econômica de cada cenário. Foram calculados os investimentos iniciais, a estrutura de custos operacionais fixos e variáveis e os índices técnico-econômicos de cada Usina.

O ponto de equilíbrio operacional pode ser descrito pela equação 1 (MACHADO, 2002 *apud* FEFLI, 2004):

$$PE = \frac{CF}{(LO+CF)} = \frac{CF}{(RB-CV)} \quad (1)$$

Onde:

*RB* = Receita Bruta;

*CF* = Custos fixos;

*CV* = Custos variáveis;

*LO* = Receita Bruta;

*PE* = Ponto de Equilíbrio.

Com isto é possível calcular o Lucro Operacional (LO) e o Grau de Alavancagem Operacional (GAO) pelas equações 2 e 3 abaixo:

$$LO = RB - CF - CV \quad (2)$$

$$GAO = 1 + \frac{CF}{LO} \quad (3)$$

Segundo Silva (2007) a Receita Bruta refere-se à receita das vendas e serviços; Lucro Operacional é o valor da Receita de vendas líquida menos todas as despesas; Ponto de Equilíbrio refere-se ao volume de vendas necessário para cobrir todos os custos fixos e variáveis da empresa; Grau de Alavancagem Operacional refere-se ao grau de capacidade que tem uma empresa de aplicar os recursos do seu lucro operacional.

## RESULTADOS

### Diagnóstico da situação dos resíduos de galhadas gerados

A partir das informações obtidas por meio de entrevistas na Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos, do município de Palmas – TO, os serviços de coleta dos resíduos de poda, roçagem e varrição, são realizados por empresa terceirizada pela Prefeitura Municipal, abrangendo as regiões do Plano Diretor, Taquaralto, Taquari, Aurenys e os distritos de Taquaruçu e de Buritirana, com exceção daqueles gerados em áreas particulares. Ressalta-se que há participação do setor privado e da Prefeitura Municipal na execução desses serviços e geração de resíduos.

Vale ainda observar que apesar da participação do setor privado na geração de resíduos e na criação de pontos de deposição clandestinos, este estudo refere-se apenas aos resíduos coletados pelas empresas terceirizadas que são de responsabilidade do Município de Palmas. E que a estimativa dos resíduos coletados informalmente tornou-se inviável, já que não existe controle por parte do Município.

De acordo com informações da Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos, do município de Palmas – TO, verificou-se que a partir do ano de 2013 os resíduos de galhadas que eram antes destinados ao Aterro Sanitário do Município passaram a ser depositados em nova área dedicada exclusivamente para este fim. Atualmente tais resíduos não são segregados, quantificados e/ou reaproveitados. A área destinada para a disposição dos resíduos provenientes de poda de árvores está localizada no Setor Norte de Palmas, que tem como coordenadas geográficas 10° 09' 10,2" de latitude Sul, 48° 20' 43,9" de longitude Oeste, e área de aproximadamente 2,67 hectares, conforme apresentado na Figura 2.

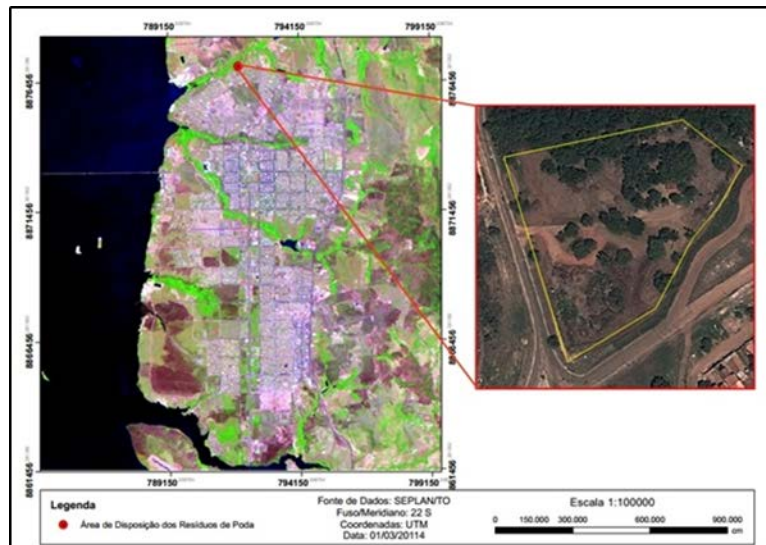


Figura 2. Localização da área de disposição dos resíduos de galhada

O uso de nova área para disposição ocorreu devido à grande quantidade de resíduos gerados e a entrada indiscriminada de pessoas e veículos particulares dentro do Aterro Sanitário, ocasionando riscos de incêndios e atitudes impróprias. Os resíduos provenientes da poda de árvores não eram depositados dentro das células do Aterro e sim aleatoriamente em áreas livres. Segundo Fernandes *et al.* (2001) geralmente esses resíduos ficam dispostos nos aterros ou então em áreas específicas, onde ficam estocados e ocasionalmente dão origem a incêndios.

Quanto à possível implantação de uma unidade de beneficiamento para os resíduos os entrevistados, responsáveis pela limpeza pública, foram favoráveis à medida e citaram a existência de projetos futuros para implantação de uma Usina de Compostagem no município. Atualmente os resíduos de galhadas são somente triturados com o objetivo de diminuir o volume, já as madeiras das árvores são recolhidas por empresas de cerâmica, pizzarias e outras indústrias para uso como lenha.

Por meio de visita “*in loco*” na área foi possível constatar a presença de diversos resíduos comerciais e domésticos, devido à falta de triagem ao se coletar os resíduos da galhada, conforme se observa na Figura 3. Contudo, há uma crescente conscientização por parte dos funcionários no local, que devolvem no mesmo veículo os resíduos inadequados para que recebam a destinação correta.

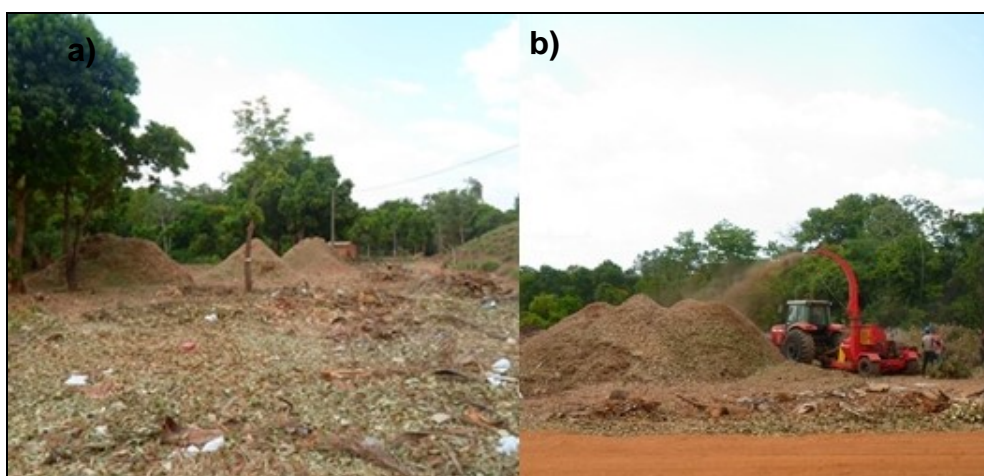


Figura 3. Área de disposição do resíduo da galhada. Presença de lixo (a) e trituração do resíduo (b).  
Fonte: os autores.

Quanto a realização dos serviços foi identificada 2 (duas) empresas prestadoras de serviço de limpeza urbana no ano de 2013, contratadas por um período de 6 (seis) meses cada. Mensalmente os Serviços de coleta e o



transporte de galhadas custam cerca de R\$ 144.500,00 mensais e R\$ 1.734.000,00 anuais, o equivalente a 12% do valor total dos Serviços Gerais de Limpeza Pública, sendo o terceiro serviço de limpeza que mais custa ao município de Palmas – TO, depois dos serviços de limpeza e varrição manual (31%) e coleta de resíduos domiciliares, comerciais e outros (27%).

### Estimativa da produção de galhadas

Por meio do quantitativo dos resíduos depositados no Aterro Sanitário, referentes aos anos de 2008 a 2012, a produção dos resíduos de galhada equivale em média a 1301 ton/ano, 108 ton/mensais e 3,61 ton/dia. A produção média per capita dos resíduos de galhada é de 0,02 Kg/hab/dia. Considerando custo anual dos serviços de coleta e transporte de R\$ 1.734.000,00, estima-se um valor de aproximadamente R\$ 1332,82 por cada tonelada coletada desse resíduo. Lembrando que o Aterro Sanitário quantifica os resíduos de todos os veículos que entram e depositam no mesmo, incluindo veículos particulares, sendo assim a coleta desses resíduos custam ao município mais que R\$ 1332,82 por tonelada. Sendo que os resíduos domésticos em Palmas – TO correspondem a 90 % do total anual e os resíduos de galhada a cerca de 2%. Estima-se que no ano 2014 sejam produzidos 8396,17 ton/ano e 23 ton/dia de galhadas

Conforme se visualiza na Figura 4 a curva de crescimento da produção de galhadas e a linha de tendência logarítmica o crescimento da produção de galhada é nivelado ao longo do tempo pela área espacial fixa, ou seja, o espaço físico do município. A curva logarítmica melhor se ajusta para taxas de alteração onde os dados aumentam ou diminuem rapidamente e depois se nivela. Contudo, o valor de coeficiente de correlação ( $R^2$ ) em 0,6 não confirma uma relação de segurança quanto a essa tendência de crescimento e possível estabilização da produção.

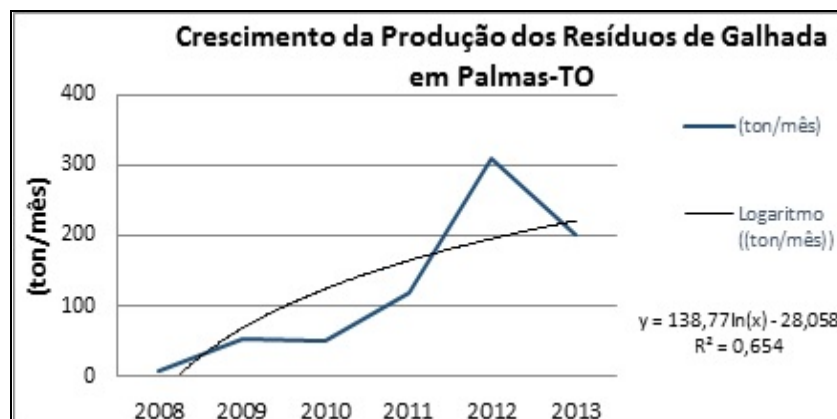


Figura 4. Crescimento da produção dos resíduos de galhada de Palmas – TO  
Fonte: adaptado de SEISP, Palmas-TO (2014).

### Análise técnico-econômica das alternativas de tratamento

Foi efetuada uma análise técnico-econômica para a implantação de uma fábrica de compactação de resíduos (briquetagem) e uma Usina de Compostagem dos resíduos de poda de Palmas– TO. Neste desenvolvimento foi analisado: o regime de trabalho; a capacidade de produção de acordo com a quantidade de resíduos; o investimento inicial para a capacidade de produção; as estruturas de custos operacionais (fixo e variáveis) e; os indicadores técnico-econômicos de cada fábrica. O estudo baseou-se em dados reais disponibilizados pela SEISP e pelo fornecedor dos equipamentos. Nos cenários não estão inseridas taxas e impostos sobre a produção.

#### a) Capacidade instalada de produção

O modelo dos equipamentos foi escolhido de acordo com a produção de galhadas do município, já que a geração de resíduos é estimada 8396 t/ano e 23 ton/dia para o ano de 2014. Atendendo um total de 2112 horas de trabalho anuais a capacidade de processamento foi adequada para cada situação, ou tipo de tratamento. Assim tem-se 3,97 ton/hora de resíduos a serem processados.

O modelo da briquetadeira foi selecionado de acordo com a capacidade máxima de produção fornecida pelo fabricante nacional, com processamento de 2,8 t/h de resíduos. Para a Usina de Compostagem é necessário um equipamento de trituração com capacidade para 4 t/h. O modelo de triturador de galhadas tem capacidade de atender maior volume que o produzido, foi escolhido considerando a necessidade de triturar toras com diâmetro de até 20 mm. Os preços dos equipamentos são apresentados na Tabela 1, conforme cotações realizadas junto ao fabricante nacional em 2014.

**Tabela 1. Preço dos equipamentos para briquetagem e compostagem**

<b>Tipo de Usina</b>	<b>Equipamentos Industriais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Unitário (R\$)</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>
Composto	Picador de disco modelo	1	85.000,00	85.000,00
	Revolvedor de Compostagem	1	50.000,00	50.000,00
	Motosserras	2	2.377,40	4.754,80
	<b>Total</b>			139.754,80
Briquetes	Picador de disco modelo	1	85.000,00	85.000,00
	Redler de entrada	1	36.000,00	36.000,00
	Chupim do secador	1	24.500,00	24.500,00
	Secador tambor B 20000	1	319.000,00	319.000,00
	Chupim da briquetadeira	1	18.000,00	18.000,00
	Sistema automático de alimentação da fornalha	1	49.000,00	49.000,00
	Silo/dosador aéreo da briquetadeira	1	32.000,00	32.000,00
	Briquetadeira B 115/220	1	238.100,00	238.100,00
	Motor principal da briquetadeira (100 CV)	1	17.000,00	17.000,00
	Quadro de comando da briquetadeira	1	16.900,00	16.900,00
<b>Total</b>			835.500,00	

Para implantação de uma usina são necessários gastos com instalações industriais como eletricidade, água, telefone, entre outras. Estima-se o custo dessas instalações em 10% do valor do maquinário e equipamento conforme adotado por Felfli *et al.* (2004), Silva (2007), e Gomes e Pimenta (2010). Para a aquisição de máquinas, móveis e materiais de escritório foi estimado um investimento de R\$ 5.000,00 para Usina de Briquetes e R\$ 10.000,00 para Usina de Compostagem considerado a maior demanda por ferramentas, como enxadas e pás, para o tratamento das leiras de compostagem.

Quanto a Construção Civil o custo médio por metro quadrado é de R\$ 965,35, referente ao material e à mão-de-obra na região Norte (IBGE, 2014). Assim, a construção da área de um galpão para Usina de Compostagem com 160 m<sup>2</sup> (galpão de estoque e área para equipamentos) resultará em um custo de R\$ 154.456,00. Já para a Usina de Briquetes com um galpão de 300 m<sup>2</sup> (galpão de processamento e área de armazenamento do briquete) resultará em um custo de R\$ 289.605,00.

A Tabela 2 apresenta o valor total do investimento inicial que deve ser feito para a implantação do projeto e a depreciação anual dos bens. A depreciação dos ativos que é o custo da perda de valor devido ao desgaste, sendo de 10 % para máquinas, móveis e utensílios e 4% para edifícios, determinados pela Receita Federal do Brasil e adotado em estudos realizados por Felfli *et al.* (2004), Silva (2007), Farage (2009) e Gomes e Pimenta (2010).

**Tabela 2. Investimento inicial**

Usina	Investimento	Custos (R\$)	Depreciação Anual
	Equipamentos Industriais	139.754,80	13.975,48
	Instalação Industrial	13.975,48	1.397,55
Compostagem	Móveis e equipamentos	10.000,00	1.000,00
	Edificação Galpão de 160 m <sup>2</sup> (R\$ 965,35/m <sup>2</sup> )	154.456,00	38.614,00
	<b>Custo Total</b>	<b>318.186,28</b>	<b>54.987,03</b>
	Equipamentos Industriais	835.500,00	83.550,00
	Instalação Industrial	83.550,00	8.355,00
Briquetagem	Móveis e equipamentos	5.000,00	500,00
	Edificação Galpão de 300 m <sup>2</sup> (R\$ 965,35/m <sup>2</sup> )	289.605,00	72.401,25
	<b>Custo Total</b>	<b>1.213.655,00</b>	<b>164.806,25</b>

### b) Custos de manutenção

Na Tabela 3 é apresentada a potência anual das fábricas Usina de Compostagem e Usina de Briquetes, com consumo de 155316,48 kWh/ano e 446772,48 kWh/ano, respectivamente. A modalidade tarifária para a demanda e consumo de energia elétrica é a Tarifa Verde, com custo de 0,17 R\$/kWh (CELTINS, 2014). Esta modalidade tarifária é aquela com tarifa única para a demanda de potência, tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 300 kW (ANEEL, 2012). Assim o custo anual com energia elétrica corresponde a R\$ 26.403,80 para Usina de Compostagem e R\$75.951,32 para Usina de Briquetes.

**Tabela 3. Capacidade produtiva de cada tratamento**

Usina	Produção Máxima (ton/h)	Potência (kW)	Potencial (kWh/ano)	Anual
Compostagem	10	73,54	155316,48	
Briquetagem	2,8	211,54	446772,48	

Segundo o custo da embalagem adotado por Gomes e Pimenta (2010) e Silva (2007) para cada tonelada se gasta cerca de R\$ 22,50, assim estima-se um gasto anual de R\$ 184.715,79 para Usina de Compostagem e R\$ 130.099,20 para Usina de Briquetes. As despesas em manutenção são estimadas como 2% do custo dos equipamentos, e as despesas administrativas como 5% do total das despesas administrativas (Machado, 2002 *apud* Felfli F, 2004).

Será necessária a locação de um trator do tipo pá carregadeira, para manobra da galhada e carregamento do material triturado. O custo mensal da locação é de R\$ 24.000,00 para 200 h, incluindo o operador da máquina. A locação não inclui custo com combustível, considerando o consumo de 20 L/h de óleo diesel a R\$2,49/L, o

total anual gasto com combustível é de R\$ 105.177,60 para Usina de Briquetes e R\$ 124.300,80 para Usina de Compostagem. Na Usina de Compostagem inclui-se o custo com a máquina revolvedora de leiras.

O custo de mão-de-obra deve ser calculado de acordo com nível de atividade de cada Usina. Na Usina de Compostagem o custo da mão-de-obra industrial inclui o pagamento de 8 funcionários, responsáveis por auxiliar no carregamento de galhos e folhas na máquina trituradora (3), controle e tratamento do composto (3), operar máquina de revolvimento das leiras (1), e funcionário administrativo (1). Para um salário de R\$ 724,00 mensal, o total anual equivale a uma folha de pagamento de R\$ 104.256,00, incluindo-se os encargos sociais e demais benefícios, que foram calculados em aproximadamente 50% do valor do salário pago. Na Usina de Briquetagem o custo da mão-de-obra industrial inclui o pagamento de 6 funcionários, responsáveis por auxiliar no carregamento de galhos e folhas na máquina trituradora (3), operar a máquina e logística de briquetes (2), e funcionário administrativo (1). O total anual equivale a uma folha de pagamento de R\$ 78.192,00, incluindo-se os encargos sociais e demais benefícios. A Tabela 4 apresenta a estrutura de custos operacional e o custo unitário da produção da tonelada de briquetes e composto.

**Tabela 4. Estrutura de custos operacional projetado para o tratamento de 8386,2 ton/ano de resíduos**

Especificação	Custos (R\$/ano)	
	Usina de Compostagem	Usina de Briquetes
<b>Custos Fixos:</b>	<b>83.121,88</b>	<b>207.551,75</b>
Depreciação Industrial	54.987,03	164.806,25
Locação de Pá carregadeira	24.000,00	24.000,00
Manutenção	2.795,10	16.710,00
Outras despesas Administrativas	1.339,75	2.035,50
<b>Custos Variáveis:</b>	<b>441.676,39</b>	<b>391.420,12</b>
Combustível e lubrificantes	124.300,80	105.177,60
Energia	26.403,80	75.951,32
Eventuais	2.000,00	2.000,00
Mão-de-obra	104.256,00	78.192,00
Material de embalagem	184.715,79	130.099,20
<b>Total Geral</b>	<b>524.798,27</b>	<b>598.971,87</b>
<b>Custo Unitário (R\$/t):</b>	<b>88,74</b>	<b>101,29</b>

Analisando os custos anuais (fixos e variáveis) envolvidos na fabricação dos briquetes e do composto orgânico, o custo unitário para fabricação de uma tonelada de composto é cerca de R\$/t 88,74 e do briquete é R\$/t 101,29. O valor do investimento inicial não está incluso nos custos anuais. O custo específico para a produção de briquete de madeira é de cerca de R\$ 162,54 em São Paulo-SP (Silva, 2007), R\$62,05/t em Natal – RN (Gomes e Pimenta, 2010), e R\$/t 119,71 segundo Felfli *et al.* (2004).

### c) Análise técnico-econômica

Considerando que no Brasil o preço de venda dos briquetes encontrado foi de R\$ 250,00/ton. (FARAGE, 2009), R\$ 350,00/ton (GENTIL, 2008) e entre R\$200,00/t e R\$300,00/ton. (FILIPPETTO, 2008). O preço de venda do briquete considerado para cálculo foi de R\$240,00/ton. para uma produção anual de 5.913 t/ano (capacidade da briquetadeira). Para o composto orgânico foi considerado o preço de venda do fertilizante natural de compostagem, observados no mercado nacional. O preço de venda do composto considerado para cálculo foi de R\$260,00/ton. para uma produção anual de 8.396 ton/ano. A Tabela 5 apresenta os valores da Receita Bruta (RB), o Lucro Operacional (LO), o Ponto de Equilíbrio Operacional (PE) e O Grau de Alavancagem Operacional (GAO).



**Tabela 5. Indicadores técnico-econômicos das alternativas de tratamento**

Usina	R\$/t	P (ton/ano)	RB (R\$)	PE (%)	LO (R\$)	GAO	PE (ton)	Contr. (R\$/t)
Composto	260,00	8.396,17	2.183.004,81	4,77	1.658.206,54	1,05	400,79	207,40
Briquetes	250,00	5.913,60	1.478.400,00	19,09	879.428,13	1,24	1.129,16	183,81

Para a Usina de Compostagem quando é praticado o preço de R\$ 260,00/t, a receita bruta é de R\$ 2.183.004,81. A fábrica opera com PE de 4,77%, logo, o volume de lucro mínimos acontecerá a partir de 4,77% da produção nominal. Observou-se através do grau de alavancagem operacional, que com um aumento de 10% no nível de atividades da fábrica corresponderá a um aumento de 10,5% no lucro operacional. De acordo com o ponto de equilíbrio, a quantidade que a empresa precisa vender para cobrir o custo das mercadorias vendidas, as despesas variáveis e as despesas fixas serão 400,79 toneladas. O valor total das despesas fixas (CF), dividido pelo valor em toneladas do ponto de equilíbrio, obtêm-se a margem de contribuição por tonelada de R\$ 207,40/ton.

Agora para a Usina de Briquetes quando é praticado o preço de R\$ 250,00/ton, a receita bruta é de R\$ 1.478.400,00. A fábrica opera com PE de 19,09 %, logo, o volume de lucro mínimo só acontecerá a partir de 19,09 % da produção nominal. Observou-se através do grau de alavancagem operacional, que com um aumento de 10% no nível de atividades da fábrica corresponderá a um aumento de 12,4% no lucro operacional. A quantidade que a empresa precisa vender para cobrir o custo das mercadorias vendidas, as despesas variáveis e fixas serão 1.129,16 toneladas. A margem de contribuição por tonelada de R\$ 183,81/ton.

Caso a Prefeitura Municipal de Palmas – TO mantivesse uma Usina de Compostagem, considerando que o custo anual da coleta dos resíduos de galhada é em média R\$ 1.734.000,00, e a receita bruta para Compostagem de 100% dos resíduos estimada para o ano de 2014 foi de R\$ 2.183.004,81, verifica-se que a receita cobriria os custos gastos e ainda haveria um lucro de R\$ 449.004,81 ao ano.

## CONCLUSÃO

Por meio da análise da viabilidade técnico-econômica da Usina de Briquetes e da Usina de Compostagem para os resíduos de galhada conclui-se que tais tratamentos são viáveis economicamente. O custo estimado de produção foi cerca de 2 vezes menor que o preço de venda. No entanto, quanto aos custos de investimento inicial para implantação percebeu-se que a Usina de Compostagem é mais econômica, com custo cerca 4 vezes menor que para a Usina de Briquetes. Se torna de suma importância e sugere-se uma análise aprofundada da perspectiva de mercado dos produtos em Palmas - TO e região circunvizinha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica. Informações Técnicas. Bandeiras Tarifárias [Online]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>> Acesso em: 15 mar. 14.
2. ANGELIS, B. L. D; SAMPAIO, A. C. F; TUDINI, O. G; ASSUNÇÃO, M. G. T; NETO, G. A; Avaliação das árvores de vias públicas da zona central de Maringá, Estado do Paraná: estimativa de produção de resíduos e destinação final. **Revista Acta Sci.** Agro, Maringá, v. 29, n. 1, p. 133-140, 2007.
3. CELTINS - Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins. Tarifas Vigentes [Online]. Disponível em: <<http://www.celtins.com.br>> Acesso em: 15/03/14
4. FARAGE, R. M. P. **Aproveitamento dos resíduos lignocelulósicos gerados no Polo Moveleiro de Ubá para fins energéticos.** 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2009.
5. FELFLI, F. F, LUENGO, C. A; ROCHA, J. D. Briquetes torrificados: viabilidade técnico-econômica e perspectivas no mercado brasileiro. **In: Encontro de Energia no Meio Rural**, 5, 2004, Campinas.
6. FILIPPETTO, D. Briquetagem de resíduos vegetais: viabilidade técnico-econômica e potencial de mercado. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP, 2008.

7. FERNANDES, F; BATISTA, G. A; SOUZA, S. G; SILVA, S. M. C. P. Aproveitamento dos resíduos de podas de árvores e capinas do meio urbano para produção de composto. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.p. 1-5.
8. GOMES, K. M. F.; PIMENTA, H. C. A. Potencialidade da reutilização dos resíduos da madeira para fins energéticos: uma abordagem do ponto de vista da ecologia industrial no APL dos móveis da grande Natal-RN. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, São Carlos – SP. **Anais...** São Carlos-SP, 2010.
9. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
10. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. p.7. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/sinapi\\_201401caderno.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/sinapi_201401caderno.pdf)> Acesso em 05 de março de 2014.
11. ANGELIS, B. L. D; SAMPAIO, A. C. F; TUDINI, O. G; ASSUNÇÃO, M. G. T; NETO, G. A; Avaliação das árvores de vias públicas da zona central de Maringá, Estado do Paraná: estimativa de produção de resíduos e destinação final. **Revista Acta Sci.** Agro, Maringá, v. 29, n. 1, p. 133-140, 2007.
12. PMF, Prefeitura Municipal de Florianópolis. Valorização dos resíduos sólidos orgânicos no município de Florianópolis através de beneficiamento dos resíduos de podas. Projeto: Companhia Melhoramentos da Capital. Florianópolis – SC. 2012. Disponível em <[http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/16\\_08\\_2012\\_13.03.51.d5fc44d7dfc02f3564e4f890792ae489.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/16_08_2012_13.03.51.d5fc44d7dfc02f3564e4f890792ae489.pdf)> Acesso em em 15 de ago. de 2013.
13. SANTOS, P. S. M; ROCHA, L. M. R. Educação ambiental: o destino do lixo urbano em Laranjeiras/SE. Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 4, Laranjeiras – SE. **Anais...** São Cristóvão: UFS, 2010. p. 15.
14. SILVA, C. A. **Estudo técnico-econômico da compactação de resíduos madeireiros para fins energéticos**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2007.