



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ESTUDO DO POTENCIAL DE REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PODA DO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO

Paula Raquel Barreto Rodrigues¹; Aurélio Pessôa Picanço¹; Juan Carlos Valdés Serra¹;
Emerson Adriano Guarda¹; Amitai Silva Lima Junior²

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 destinação final desses resíduos em Palmas - TO, quantificar e analisar a viabilidade técnico-econômica para as Usinas de Briquetes e Compostagem. No município de Palmas - TO, para o ano de 2014, estimou-se uma produção de resíduos de poda equivalente a 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. É interessante estudar uma possível inclusão das associações de catadores e/ou de horticultores do município nessas indústrias e a perspectiva de mercado de ambos os produtos na região.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos; aproveitamento da biomassa; viabilidade técnico-econômica.

STUDY OF THE POTENTIAL FOR REUSE OF PRUNING WASTE FROM THE MUNICIPALITY OF PALMAS – TO ABSTRACT

The allocation usually given to biomass waste from pruning, depositing them in landfills and dumps, not sustainable and appropriate since it precludes the use of its calorific value and the content of organic matter that can return to the soil. Based on the potentiality of use of this waste the objective of this study was to conduct a survey of the situation and final destination of such waste in Palmas-TO, quantify and analyze the technical and economic feasibility for the briquettes and Composting plants. In the municipality of Palmas-TO, to the year 2014, it has been estimated a production of pruning waste equivalent to 8396.17 tons/year and 23 ton/day. Estimated gross revenue totaled R\$ 1,478,400.00 for the plant of briquettes and R\$2,183,004.00 to the composting plant. In relation to the cost of production was achieved R\$88.74/ton of compost and R\$ 101.29/ton of briquettes, values less than the selling price by finding on the market, which makes feasible the production and marketing of the same. It is interesting to study a possible inclusion of associations of collectors and/or horticulturalists of the municipality in these industries and the prospect of market of both products in the region.

Keywords: Urban solid waste; biomass utilization; technical-economic feasibility.

¹ Engenheira Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Palmas. E-mail: paularaquel.br@hotmail.com

² Engenheiro Sanitarista, Universidade Federal do Pará. Professor Adjunto na Universidade Federal do Tocantins, Palmas. E-mail: aureliopicanco@uft.edu.br

³ Engenheiro Mecânico, Universidad de Oriente - Santiago de Cuba. Professor Adjunto na Universidade Federal do Tocantins, Palmas. E-mail: juancs@uft.edu.br

⁴ Químico Industrial, Universidade Federal de Santa Maria. Professor Adjunto na Universidade Federal do Tocantins, Palmas. E-mail: emersonprof@uft.edu.br

⁵ Estudante de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Palmas. E-mail: amitai-jr@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Um das grandes preocupações da sociedade moderna é a destinação dos resíduos e o lixo gerado pelas atividades humanas. O destino dado ao lixo 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; 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. Assim, a destinação convencionalmente dada aos resíduos de poda não se mostra sustentável (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.

Este trabalho avalia a situação e a destinação atual dos resíduos orgânicos provenientes de poda de árvores, jardins e roçadas públicas de Palmas, Estado do Tocantins. Assim como, quantificar tais resíduos e analisar a viabilidade técnico-econômica de novas alternativas de tratamento ambientalmente adequadas para o município de Palmas – TO.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o levantamento de dados solicitou-se informações junto à Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos (SEISP) do município de Palmas. A pesquisa exploratória de campo obteve dados para demonstrar a situação e a destinação final dos resíduos de poda, roçagem e varrição pública no município. Não considerou-se os resíduos coletados, transportados e dispostos irregularmente.

O município de Palmas é constituído 228.332 habitantes e possui forte crescimento populacional e econômico. O município localiza-se na região central do Estado, ocupa uma área de 2.218,943 km² (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. Escolheu-se a área urbana do município de Palmas, para o estudo (Figura 1).

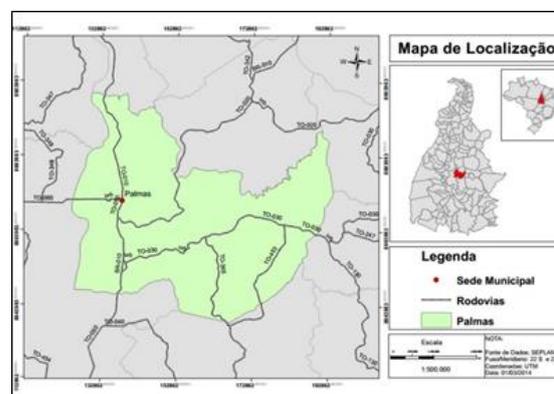


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Os dados 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 foram criados 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:

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

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

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 e; o grau de alavancagem operacional refere-se ao grau de capacidade que tem uma empresa de aplicar os recursos do seu lucro operacional.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Diagnóstico da situação dos resíduos de galhadas

A partir das informações obtidas por meio de entrevistas na Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos, 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 Buritirana, com exceção dos gerados em áreas particulares.

Ressalta-se que apesar da participação do setor privado na geração de resíduos e na criação de pontos de disposição clandestinos, este estudo refere-se apenas aos resíduos coletados pelas empresas terceirizadas que são de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Palmas, uma vez que a estimativa dos resíduos coletados informalmente tornou-se inviável, pois não existe controle.

De acordo com informações da SEISP 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 está localizada no setor norte de Palmas, que tem como coordenadas geográficas $10^{\circ} 09' 10,2''$ de latitude Sul, $48^{\circ} 20' 43,9''$ de longitude Oeste, e área de aproximadamente 2,67 hectares (Figura 2).

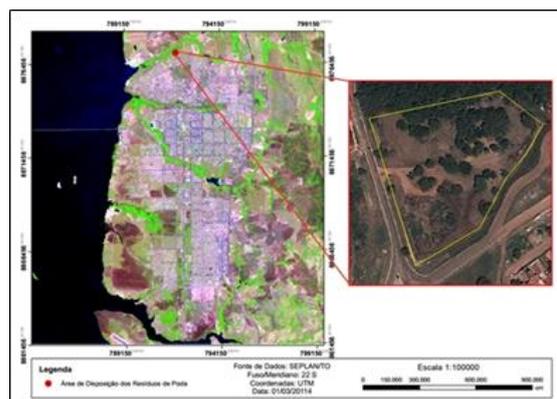


Figura 1. Localização da área de disposição dos resíduos de galhada.

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 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 para 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 (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.

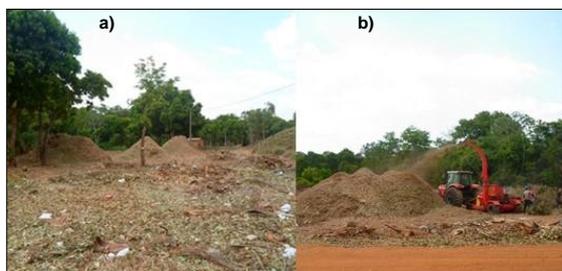


Figura 2. Área de disposição do resíduo da galhada. a) resíduos; b) trituração do resíduo.

Quanto a realização dos serviços, foram identificadas duas empresas prestadoras de serviço de limpeza urbana no ano de 2013, contratadas por um período de 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, depois dos serviços de limpeza e varrição manual (31%) e coleta de resíduos domiciliares, comerciais e outros (27%).

3.2 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 o custo anual dos serviços de coleta e transporte de R\$ 1.734.000,00 estima-se um valor de aproximadamente R\$ 1.332,82 por cada tonelada coletada desse resíduo. O aterro sanitário quantifica os resíduos de todos os veículos que entram e depositam no mesmo, incluindo veículos particulares, assim a coleta desses resíduos custam ao município mais que R\$ 1.332,82 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 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 na produção.

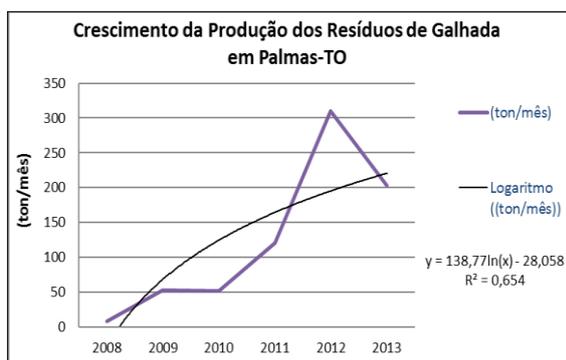


Figura 4. Crescimento da produção dos resíduos de galhada. Adaptado de Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas - TO (2014).

3.3. 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 avaliados. Neste desenvolvimento foram analisados: 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 da SEISP e do 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 é estimada em 8396 ton/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, tendo-se 3,97 ton/hora de resíduos processados.

O modelo da briquetadeira foi selecionado de acordo com a capacidade máxima de produção fornecida pelo fabricante com processamento de 2,8 ton/h de resíduos. Para a Usina de Compostagem é necessário um equipamento de trituração com capacidade para 4 ton/h. O modelo de triturador de galhadas tem capacidade para atender maior volume que o produzido. 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.

Tipo de Usina	Equipamentos Industriais	Qtd.	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
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
	Total			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 fomalha	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
	Total			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 m² (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 m² (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. Estimativa de investimento inicial para Implantação das tecnologias.

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

b) Custos de manutenção

Na Tabela 3 é apresentada a potência anual das fábricas Usina de Compostagem

e Usina de Briquetes, com consumo de 155.316,48 kWh/ano e 446.772,48 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 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 Anual (kWh/ano)
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 (Machado, 2002 *apud* Felfli, 2004).

Será necessária a locação de um trator do tipo pá carregadeira, para manobro 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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**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 8.386,2 ton/ano de resíduos.

Especificação	Custos (R\$/ano)	
	Usina de Compostagem	Usina de Briquetes
Custos Fixos:	83.121,88	207.551,75
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
Custos Variáveis:	441.676,39	391.420,12
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
Total Geral	524.798,27	598.971,87
Custo Unitário (R\$/ton):	88,74	101,29

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\$ 88,74 e do briquete é R\$101,29, o investimento inicial não está incluso nos custos anuais.

Conforme estudos o custo específico para a produção de briquete de madeira é de cerca de R\$ 162,54/ton em São Paulo-SP (Silva, 2007), R\$ 62,05/ton em Natal – RN (Gomes e Pimenta, 2010), e R\$119,71/ton 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/ton 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, observado no mercado nacional de R\$ 260,00/ton para uma produção anual de 8.396 ton/ano. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**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\$/ton)
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/ton 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 gera a margem de contribuição por tonelada de R\$ 207,40.

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 é de 1.129,16 toneladas. A margem de contribuição por tonelada de R\$ 183,81.

Caso a Prefeitura Municipal de Palmas 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 e ainda haveria um lucro de R\$ 449.004,81 ao ano.

4. CONCLUSÕES

Por meio da análise da viabilidade técnico-econômica da Usina de Briquetes e da Usina de Compostagem para Palmas-TO, utilizando os resíduos de galhada, conclui-se que tais tratamentos são viáveis economicamente, já que o custo estimado de produção foi de R\$ 88,74/ton para o composto e R\$ 101,29/ton para o briquete. Valor estes cerca de 2 vezes menores que os preços de venda, o que torna viável a produção e comercialização dos mesmos.

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. Torna-se de suma importância e sugere-se

uma análise técnico-econômica incluindo impostos e taxas sobre a produção, além de análise aprofundada da perspectiva de mercado para os produtos em Palmas - TO e região circunvizinha.

5. REFERÊNCIAS

- ANEEL – **Agencia Nacional de Energia Elétrica**. Informações Técnicas. 2012. Bandeiras Tarifárias [Online]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>> Acesso em: 15 mar. 14.
- 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.
- CELTINS - **Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins**. Tarifas Vigentes [Online]. Disponível em: <<http://www.celtins.com.br>> Acesso em: 15 mar. 2014.
- FARAGE, R. M. P. Aproveitamento dos resíduos lignocelulósicos gerados no Polo Moveleiro de Ubá para fins energéticos. 2009. 105 f. Dissertação (**Mestrado**) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2009.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- 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/precpos/sinapi/sinapi_201401caderno.pdf> Acesso em: 05 mar. 2014.
- 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> Acesso em em 15 de ago. de 2013.
- 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.
- SILVA, C. A. Estudo técnico-econômico da compactação de resíduos madeireiros para fins energéticos. 2007. 85 f. Dissertação (**Mestrado**) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2007.