

Eixo Temático ET-06-001 - Energia

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA PODA DE *Azadirachta indica* PARA PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Luiz Antonio Alves Fernandes¹, José Gorete Pedroza de Lacerda²,
Fernando Antonio Portela da Cunha³, Egle Katarinne Souza da Silva⁴,
Maria Alcântara dos Santos⁵, Neliane Dias de Souza⁶

¹Graduando em Química -Universidade Federal de Campina Grande
luiz.alvesfernandes1@gmail.com; ²Prof. Mestre - Universidade Federal de Campina Grande
zegorete@gmail.com; ³Prof. Doutor- Universidade Federal de Campina Grande
fportela.ufcg@gmail.com; ⁴Mestranda - Universidade Federal de Campina Grande
eglehma@gmail.com; ⁵Técnica de Laboratório- Universidade Federal de Campina Grande
maralca@gmail.com; ⁶Faculdade Santa Maria neliane_cz@hotmail.com.

RESUMO

Na contemporaneidade, os países desenvolvidos e/ou em desenvolvimento, apresentam-se engajados na utilização e produção de energia eficiente e limpa, tendo como finalidade a redução dos impactos ambientais ocasionados pelo uso dos combustíveis fósseis. Atualmente o biocombustível vem ganhando lugar de destaque pela disponibilidade dos recursos que são renováveis. O território brasileiro apresenta clima favorável e um território que abrange magnitudes continentais, esses são fatores favorecedores para o desenvolvimento de recursos energéticos em larga escala. A crescente geração de resíduos urbanos exige que haja alternativas para contornar/minimizar os problemas ambientais. Uma das possibilidades para contornar esse problema é o reaproveitamento dos resíduos sólidos provenientes das podas das árvores como biomassa para geração de energia, onde por meio da briquetagem, pode-se compactar os resíduos e transformá-los em uma fonte energética renovável. Desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo geral de analisar a viabilidade da produção de briquetes a partir da poda da *Azadirachta Indica*, popularmente conhecida como Nim Indiano. Como procedimentos metodológicos realizou-se a secagem, trituração e compactação da biomassa. Diante dos testes iniciais, para a produção de briquetes a partir de *Azadirachta Indica*, pode-se afirmar que o procedimento é viável, considerando-se uma prática que engloba três pilares sociais: ambiental, econômico e social.

Palavras-chave: Biomassa; Geração de Energia; *Azadirachta Indica*; Briquetes.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano causa vários prejuízos ao meio ambiente, dentre tantos danos causados, destaca-se o desmatamento da flora, onde por meio de ações destrutivas o homem contemporâneo se apossa dos recursos naturais para seu próprio benefício e, acaba na maioria das vezes, prejudicando a natureza. Quanto ao desmatamento uma medida paliativa para minimização dos danos ocasionados por esta ação é a arborização.

No que concerne à arborização é sabido que esta alternativa minimiza os prejuízos causados ao meio ambiente, porém, com o passar dos anos, esta alternativa passa a representar outros problemas para a sociedade e/ou gestores municipais. As plantas utilizadas para arborização municipal após atingirem a maturidade, precisam de cuidados específicos como a poda, no entanto, o resíduo oriundo desta atividade se transforma, na maioria das vezes, num amontoado de resíduo dispostos inadequadamente. Portanto, o grande acúmulo de podas no perímetro urbano configura-se como poluição ambiental e prejudica qualquer espécie viva que dependa de condições ambientalmente adequadas para sobrevivência (NOGUEIRA et al. 2016).

Outro problema relacionado à arborização urbana é a substituição de árvores nativas por espécies não regionais, ou até mesmo internacionais, que podem se adaptar ao clima local e apresentar um crescimento e resistência diferenciados, podendo se sobressair em relação às espécies nativas. Nesta perspectiva observa-se que na região de Cajazeiras/PB, existe elevada concentração de espécies não regionais, com destaque para o Nim Indiano, cientificamente nomeada como *Azadirachta Indica*, planta da família *Meliaceae*, espécie originária do sudeste da Ásia e do subcontinente indiano (MARTINEZ, 2002).

Levando em consideração os riscos ambientais e sociais causados pela produção de resíduos sólidos, provenientes das podas do *Azadirachta indica*, faz-se necessário um olhar crítico da população em geral, para o desenvolvimento de projetos e/ou ações que busquem a minimização e/ou exclusão deste problema ambiental, visto que o acúmulo destes resíduos se configura como um local apropriado para proliferação de vetores, disseminadores de vários tipos de doenças como dengue, leptospirose, peste bubônica, entre outras.

Perante a sociedade capitalista e consumista, atualmente vive-se um período histórico fundamentado no desperdício mínimo e reaproveitamento máximo, configurando-se assim a era do princípio dos 3Rs (Reduzir, Reciclar, Reutilizar).

Neste contexto, as podas da *Azadirachta Indica* pode ser vista como matéria prima para produção de energia renovável, reduzindo desta maneira, o volume dos resíduos desta biomassa das vias urbanas, tornando-se uma alternativa rentável para o reaproveitamento. Buscando se adequar ao apelo do reaproveitamento e tentando reduzir o volume de Resíduo, proveniente da poda da *Azadirachta Indica* no município de Cajazeiras/PB surge o seguinte questionamento: É possível reaproveitar os resíduos de *Azadirachta Indica* para produção de briquetes?

OBJETIVO

Analisar a viabilidade da produção de briquetes a partir dos resíduos provenientes da poda de *Azadirachta indica*.

MATERIAL E MÉTODOS

Tendo como base a problemática sobre produção de resíduos urbanos, com foco nos resíduos derivados das podas de árvores, foi caracterizado uma problemática que persiste e agrava o meio ambiente com o descarte inadequado desta. Com essa perspectiva, foi observado que as podas das árvores, em especial o Nim indiano, tem um valor energético agregado que pode ser aproveitado, levando em conta uma ótica sustentável e/ou para fins lucrativos.

O desenvolvimento da pesquisa teve como premissa o levantamento bibliográfico para servir como base sobre os conceitos e procedimentos metodológicos a serem aplicados durante a execução. A pesquisa teve abordagem qualitativa em que foi analisada a viabilidade da produção de briquete tendo como material lignocelulósico as podas do Nim Indiano. Durante o levantamento bibliográfico foi levado em conta os estudos já realizados de trabalhos com seguimento na mesma linha de pesquisa na produção de briquetes.

A biomassa de *Azadirachta Indica* foi coletada nas ruas do município de Cajazeiras/PB, alto Sertão Paraibano, que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) fica distante da capital estadual 488,2 Km, com área territorial de aproximadamente 565,9 km². A coleta dos resíduos foi realizada logo após o corte e facilitada pela quantidade considerável de podas encontradas em algumas vias públicas desta cidade, conforme a Figura 1 (A, B, C, D).



Figura 1. Registro do acúmulo de resíduo proveniente da poda de *Azadirachta Indica*, Cajazeiras/PB. Fonte: Próprio Autor (2018).

A poda de *Azadirachta Indica* coletada foi pesada e obtida valor em massa de 4,05 Kg e posteriormente submetida ao processo de secagem (Figura 2). O processo de secagem foi realizado para desidratar a biomassa sendo adotada a temperatura ambiente, aproximadamente 29°C, recebendo a incidência solar durante 10 dias, constantemente reviradas para melhorar o processo de secagem, e recolhidas a noite para não absorverem umidade ambiente, de acordo como é exposto na Figura 3.



Figura 2. Podas de *Azadirachta Indica*.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 3. Secagem *in natura*.
Fonte: Próprio Autor (2018).

O teor de umidade da biomassa que foi liberado após o processo de secagem foi calculado seguindo a Equação (1):

Equação (1) - Teor de Umidade

$$TU = \frac{MAU - MAS}{MAU} * 100$$

Fonte: Equação adaptada, Schütz (2010).

Em que:

TU: Teor de Umidade em % ; **MAU:** Massa da Amostra Úmida em g; **MAS:** Massa da amostra Seca em g.

O processo de trituração da biomassa, para reduzir a granulometria foi realizado em um liquidificador caseiro (Figura 4 e 5). Já o teste para teor de cinzas dos resíduos antes da

briquetagem, foi realizado em mulfla, utilizando-se 10g da biomassa triturada, sendo submetidas a 800°C por um período de 4 horas (Figura 6).



Figura 4 – Triturador.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 5 - Podas trituradas.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 6 - Calcinação a 800° C.
Fonte: Próprio Autor (2018).

Após a total calcinação as cinzas foram transferidas para o dessecador para resfriamento e posterior pesagem. A massa resultante das cinzas foi de 0,7406 g (Figura 7 A e B), a partir desses dados foram calculados o teor de cinzas e teor de materiais voláteis da amostra pelas equações (2) e (3), respectivamente.

Equação (2) – Teor de Cinzas

$$TCZ = \frac{MCZ}{MAS} * 100$$

Fonte: Equação adaptada, Schütz (2010).

Em que:

TCZ = Teor de Cinzas; MCZ = Massa de Cinza; MAS = Massa da Amostra Seca

Equação (3) – Teor de Materiais Voláteis

$$TMV = \frac{MAS - MCZ}{MAS} * 100$$

Fonte: Equação adaptada, Schütz (2010).

Em que:

TMV = Teor de Material Volátil; MAS = Massa da Amostra Seca; MCZ= Massa de Cinzas

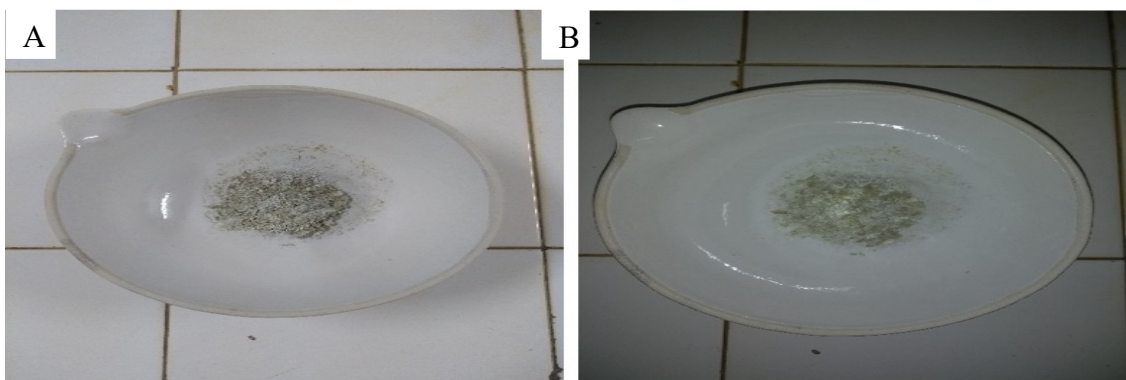


Figura 7. (A e B) - Cinzas de *Azadirachta indica*. Fonte: Próprio Autor (2018).

Inicialmente foram realizados testes de teor de umidade da biomassa seguindo os parâmetros da NBR 7993:1983, em que a amostra de *Azadirachta Índica* permaneceu na estufa por um período de 24 horas a uma temperatura de 110°C (ABNT, 1983).

O processo de compactação foi realizado em uma prensa hidráulica, Figura 8. Para confecção dos briquetes foi utilizado uma forma de aspecto cilíndrico de formato uniforme, em aço, altamente resistente capaz de ser exposto a altas pressões, como mostra a Figura 9.



Figura 8 - Prensa da marca MARCON.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 9 - Forma utilizada para a Briquetagem
Fonte: Próprio Autor (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados aferidos nesta pesquisa foram divididos em três tópicos: Características da Biomassa de Nim indiano; Produção de briquetes de Nim com a utilização de diferentes agentes aglutinantes; Características Físicas dos Briquetes de Nim indiano produzidos com cola branca como aglutinante. Pois, anteriormente a produção dos briquetes submetidos aos testes físicos, realizaram-se testes na produção de briquete com biomassa proveniente de podas de *Azadirachta Indica*, tanto com a ausência de ligante, como também, adicionados de alguns tipos de aglutinantes. No entanto, os briquetes produzidos nos testes não atenderam aos parâmetros de briquetagem, por isso, inicialmente será exposto os testes, explicando os métodos, e posteriormente os resultados do teste físico, dos briquetes produzidos com a adição de cola branca a base de água como aglutinante, sendo a composição que apresentou melhores características.

Características da Biomassa de *Azadirachta Indica*

Após a desidratação (com a incidência de luz solar), a biomassa de *Azadirachta Índica* que inicialmente apresentava 4,05 kg foi reduzida a 1,55 Kg, isso significa que a biomassa perdeu 61,25% de água.

O teste de umidade da biomassa triturada e secada a luz solar, foi realizado em estufa a 110 °C por 24 horas. Constatou-se que a biomassa apresentava 10,4% de umidade. A biomassa não pode apresentar umidade inferior a 8% e superior a 12%, pois esse fator influencia na qualidade do briquete (SCHÜTZ, 2010; ONORM M 7135:2000).

Araújo et al. (2000) ao estudar características físico-químicas e energéticas da madeira de Nim Indiano, verificaram que a madeira do Nim apresentou teor de cinzas de 2,11%; materiais voláteis de 15,72% e porcentagem de carbono fixo de 81,82%, o que revela a qualidade desta espécie como material energético. No entanto, os valores obtidos por Araújo e seus colaboradores referem-se à madeira do *Azadirachta Indica*, sendo que nesta pesquisa avaliou-se o teor de cinzas e material volátil da poda (folhas e talos) desse cultivar.

De acordo com os dados obtidos, observou-se que 92,59% da amostra foi dispersada na forma de gases, conforme citou Schütz (2010), o alto teor de material volátil ocasiona uma maior difusão da temperatura, proporcionando temperaturas elevadas em determinados pontos. O alto teor de material volátil torna mais rápida a combustão do briquete.

Quanto o teor de cinzas obtido nesta pesquisa, este apresenta-se maior que os valores aferidos para do Nim Indiano descritos por Araújo e seus colaboradores. Verifica-se também que o valor obtido para materiais voláteis é extremamente superior aos valores obtidos por Lima et al. (1996), para diversas espécies. Também é superior ao que Araújo; Rodrigues; Paes (2000) obtiveram do Nim Indiano. Verifica-se na Tabela 1 os valores obtidos nos testes físicos com a biomassa da *Azadirachta Indica*.

Tabela 1. Valores obtidos da biomassa.

Valores obtidos da Biomassa de Nim Indiano	
Teor de Umidade Folha Úmida/Seca	61,25%
Teor de Umidade Biomassa Triturada	10,4%
Teor de Cinzas	7,41%
Materiais Voláteis	92,59%

Fonte: Próprio Autor (2018).

Produção de briquetes de Nim indiano com a utilização de diferentes agentes aglutinantes

O primeiro teste de compactação, Figura 10, foi realizado sem adição de ligante. Como execução inicial foi pesada 100g de resíduo de *Azadirachta Indica*, sendo colocado dentro da forma e exposta a 10 toneladas de pressão em uma prensa hidráulica, até não haver variação no manômetro, permanecendo nessa situação por um período de 4 min. Em seguida o briquete foi retirado da forma já com aspecto quebradiço, demonstrando não haver resistência física, comprovada por perder totalmente seu formato de briquete durante o deslocamento da oficina em que se localizava a prensa, onde foi confeccionado, até o laboratório de Química do Centro de Formação de Professores, observado na Figura 11.



Figura 10. Briquete sem Ligante.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 11. Aspectos do Briquete sem Ligante.
Fonte: Próprio Autor (2018).

O segundo teste de briquetagem foi realizado com a adição de óleo residual como ligante. Para isso foram realizados testes em duas proporções de 25% e 30% em massa de ligante, para 100g de material triturado de poda. Em ambas as concentrações foram utilizadas os procedimentos supracitados, onde foi observado que não houve aderência do ligante com a matéria-prima. O objetivo primário não foi atingido, sendo assim, não houve formação de briquete, pois os mesmos não adquiriram resistência física para saírem da forma.

O terceiro ligante testado foi o amido de milho, sendo realizados testes em duas proporções distintas de ligantes para a mesma quantidade de resíduo de poda. Foram preparados misturas de 25% e 30% em massa de ligante para 100g de matéria prima. Cada solução de

amido foi dissolvida em 50 mL de água destilada para serem misturadas aos resíduos da *Azadirachta Indica*, após a homogeneização as misturas foram individualmente submetidas aos padrões de briquetagem supracitados, permanecendo por 4 min sobre uma pressão de 10 toneladas. Esse processo não obteve briquetes, pois os mesmos saíram da forma por partes, totalmente quebradiços.

Dando prosseguimento à pesquisa, o quarto ligante testado foi a glicerina foram utilizados 25% e 30% em massa para 100g de amostra de resíduo de poda. Após a preparação das misturas cada proporção foi submetida ao processo de briquetagem adotado, permanecendo por iguais condições. Ao término cada briquete foi desenformado, sendo que lentamente iam expandindo o seu volume, agregando ao briquete um grau de instabilidade. Os briquetes desmancharam-se, não suportaram o deslocamento da prensa até o laboratório, tornando inviável a sua produção com tal ligante. Os briquetes com ligante glicerina a 25% e 30% são expostos respectivamente, nas Figuras 12 e 13. Na Figura 14 está o comparativo entre os dois briquetes.



Figura 12. 25% de glicerina
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 13. 30% de glicerina.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 14. 25% e 30% de glicerina.
Fonte: Próprio Autor (2018).

Na continuidade dos testes foi utilizado como aglutinante a cola branca a base d'água na produção do briquete nas concentrações de 20% e 30% em massa, sendo utilizado 100g de Nim Indiano. Após serem realizados os processos de mistura, cada amostra foi submetida a 10 toneladas de pressão por iguais períodos de 4 minutos. Cada briquete produzido nesse processo demonstrou um determinado grau de resistência, sendo que o briquete produzido a 30% de ligante demonstrou ter maior resistência física. Conforme pode-se observar o comparativo entre as Figura 15 e 16, onde verificam-se as resistências respectivamente entre o briquete produzido a 20% e 30% de cola como ligante.



Figura 15. Briquete com 20% de cola.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 16. Briquete com 30% de cola.
Fonte: Próprio Autor (2018).

Identificação da formação de mofo nos briquetes

Após a produção do briquete com podas de *Azadirachta Indica*, foi constatada a necessidade de secagem do briquete, pois o elevado teor de umidade que consta no briquete

após a sua confecção possibilita a proliferação de fungos, uma vez que naturalmente, a região de Cajazeiras/PB fornece uma atmosfera propícia para o desenvolvimento desses organismos, apresentando temperaturas médias entre 28-30°C. O teor de umidade foi analisado seguindo os parâmetros determinados pela NBR 7993:1983, sendo constatado que o teor de umidade do briquete foi 27,48%. De acordo com as normas técnicas austríacas da ONORM M 7135:2000, a capacidade calorífica é inversamente proporcional ao teor de umidade, pois quanto menor o teor de umidade maior será o potencial calorimétrico.

Na Figura 17, pode-se observar como o briquete se comporta ao ser produzido e armazenado em local sem incidência de raios solares e ventilação, para que haja a retirada de umidade naturalmente. Pode-se observar na Figura 18 o briquete desidratado, após ser exposto a 110°C na estufa por um período de 6 horas. A Figura 19 expõe um comparativo entre os dois briquetes, colocados lado-a-lado, para compreendermos a real noção sobre a importância de realizar a completa desidratação do briquete antes do armazenamento.

Após sair da estufa o briquete foi exposto às mesmas condições em que o briquete úmido foi submetido, sendo observado a não ocorrência de fungos em sua estrutura, dados que comprovam a necessidade de secagem e cuidados com o armazenamento dos briquetes.



Figura 17. Com umidade.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 18 - Sem umidade.
Fonte: Próprio Autor (2018).



Figura 19 - Úmido e sem umidade.
Fonte: Próprio Autor (2018).

Características Físicas dos Briquetes de Nim indiano produzidos com cola branca como aglutinante

Diante da utilização dos aglutinantes ora citados, pelo comportamento da compactação de *Azadirachta Indica* verificou-se que é possível a produção de briquetes utilizando-se a cola branca a base d'água como ligante. De acordo com ZAIONCZ (2004), tal ligante possui toxicidade baixa, é economicamente viável e de fácil aquisição.

O briquete produzido com adição de cola branca a base de água como aglutinante foi submetido à calcinação na mufla, seguindo os padrões em que a temperatura segue uma crescente de 10°C por minuto até atingir 800°C por um período de tempo total de calcinação de 5 horas, processo fundamental para determinação do teor de cinzas e teor de materiais voláteis. No início da calcinação foi verificado que existiam 48,0273 gramas do briquete. Ao término do período de calcinação do briquete, o cadinho utilizado no processo foi transferido para um dessecador para que houvesse total resfriamento do material, em seguida as cinzas obtidas foram pesadas numa balança analítica e verificou-se que do total em massa do briquete, após a queima restou 3,7733g de cinzas.

De acordo com Schütz (2010) em seu estudo baseado na ONORM M 7135:200, o teor máximo de cinzas não pode ser superior a 1%, sendo assim o valor obtido está muito acima do esperado. Segundo Nakashima (2018), esse resultado pode ser explicado por suposta contaminação no momento da poda e tratamento de secagem dos resíduos, sendo possível estar agregadas ao material inúmeras substâncias, como terra e outros resíduos inorgânicos.

Utilizando a Equação (2), descrita na metodologia desta pesquisa, foi verificado que a massa das cinzas do briquete analisado corresponde a 7,86% da massa total, um valor de 0,45%

superior ao verificado no teor de cinzas dos resíduos da *Azadirachta Índica* antes da briquetagem, como pode-se verificar nas figuras 20 e 21.



Figura 20. Calcinação do Resíduo.
Fonte: Próprio Autor (2018).

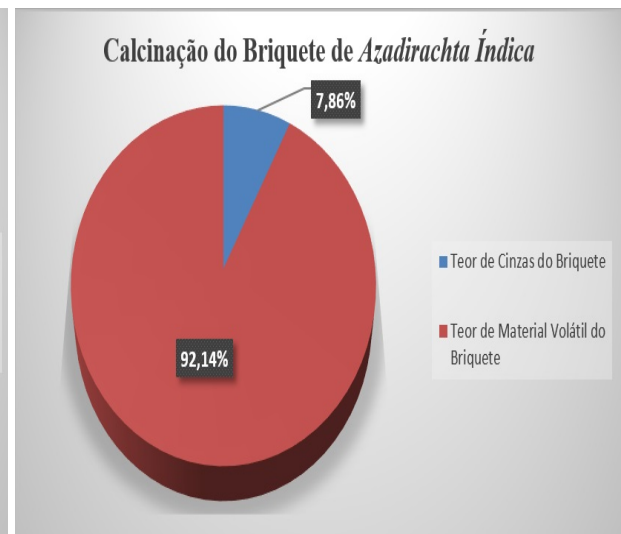


Figura 21. Calcinação do Briquete.
Fonte: Próprio Autor (2018).

Com a análise dos dados, verifica-se que a adição do ligante cola-branca no processo de densificação da biomassa de *Azadirachta Indica* para a produção de briquetes não fornece interferência significativa na combustão e geração de resíduos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa abordou a problemática de acúmulo de resíduos sólidos urbanos visando à destinação adequada com o mínimo de agressão possível à natureza e direcionando um fim mais nobre para as podas da *Azadirachta indica*. Para isso, foi verificado que o acúmulo de tais resíduos pode acarretar grandes problemas sociais a curto e longo prazo. Verificou-se após a poda o acúmulo dos resíduos nas ruas a céu aberto para posterior coleta pelos órgãos competentes de limpeza urbana. Constatou-se que as podas são descartadas junto com os resíduos domésticos em aterros sanitários e/ou lixões, essa ação está em desacordo com as normas vigentes no Brasil, para o descarte final deste tipo de resíduo.

Verificou-se que é possível a produção de briquetes utilizando-se a matéria orgânica oriunda da poda de *Azadirachta indica* usado como aglutinante cola branca a base d'água, uma vez que, tal ligante possui toxicidade baixa, é economicamente viável e de fácil aquisição.

Tendo em vista os aspectos ambientais para o reaproveitamento das podas de *Azadirachta indica* pode-se citar como melhorias: redução do acúmulo de resíduo urbano; conservação do ambiente urbano nas questões de limpeza e aspectos estruturais; destinação sustentável para os resíduos verdes proveniente das podas e produção de energia de qualidade e renovável.

O correto gerenciamento dos resíduos urbanos provenientes das podas pode gerar benefícios, também, no setor econômico, uma vez que, o reaproveitamento deste material para fins energético pode suscitar a criação de cooperativas para beneficiamento dos resíduos, ocorrendo geração de emprego e renda.

A realização da pesquisa busca sensibilizar os administradores públicos sobre as questões ambientais, saúde e estética da cidade. No período contemporâneo não existem margens para ações paliativas a favor do meio ambiente, pois as questões ambientais devem ser tratadas de forma preventiva. Neste contexto, acredita-se que, com o auxílio de incentivos

governamentais, o que seria um problema social pode se tornar fonte de energia com consequente geração de renda.

Por fim, os resultados obtidos através desta pesquisa se mostraram satisfatórios, uma vez que o objetivo proposto de analisar a viabilidade a matéria orgânica oriunda da poda da *Azadirachta Indica* na confecção de briquete se configurou como uma ação possível e viável. A briquetagem, neste caso, pode vir a ser o viés, através do qual será minimizado ou solucionado um problema ambiental vivenciado em centros urbanos de todo o país; significando menos resíduos depositados nas ruas e/ou lixões e consequente melhoria das condições ambientais, favorecendo uma maior harmonia entre a natureza e a humanidade.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7993:1983 Madeira - Determinação da umidade por secagem em estufa reduzida a serragem**. Rio de Janeiro; ABNT, 1983.

IBGE - Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem populacional. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>>. Acesso em: 1 jun. 2018.

MARTINEZ, S. S. **O Nim - *Azadirachta indica*** - natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 2002.

NAKASHIMA, G. T. Briquetes Produzidos a partir do aproveitamento de resíduos provenientes do aterro de resíduos inertes da cidade de Sorocaba. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 7, n. 2, p. 231-243, 2018.

NOGUEIRA, E. M. S. et al. **Poda e arborização urbana**. Paulo Afonso: SABEH, 2016.

ÖNORM, M. **Compressed wood or compressed bark in natural state: pellets and briquettes, requirements and test specifications**. Vienna, Austria: Österreichisches Normungsinstitut; 2000.

SCHÜTZ, F. C. A; ANAMI, M. H.; TRAVESSINI, R. Desenvolvimento e ensaio de briquetes fabricados a partir de resíduos lignocelulósicos da agroindústria. **Inovação e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 3-8, 2010.

ZAIONCZ, S. **Estudo do Efeito de Plastificação Interna do PVC Quimicamente Modificado**. Dissertação Pós-Graduação em Química - Área de Concentração Química Orgânica, do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2004.