



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
LICENCIATURA EM QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DA
BIOMASSA DA *EICHHORNIA CRASSIPES* (AGUAPÉ)**

FRANCINEY BEGNE BEZERRA

CAJAZEIRAS – PARAÍBA

2016

FRANCINEY BEGNE BEZERRA

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DA
BIOMASSA DA *EICHHORNIA CRASSIPES* (AGUAPÉ)**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte das exigências para conclusão do
curso de Licenciatura em Química.**

Cajazeiras – PB, 21 de Outubro de 2016.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)

Denize Santos Saraiva - Bibliotecária CRB/15-1096

Cajazeiras - Paraíba

B574e Bezerra, Franciney Begne.

Estudo da viabilidade da produção de briquetes a partir da biomassa da *Eichhornia crassipes* (Aguapé) / Franciney Begne Bezerra. - Cajazeiras, 2016.

25f.: il.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Portela da Cunha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2016.

1. Produção de briquetes. 2. Combustíveis sólidos. 3. Energias renováveis. 4. Biomassa. 5. Sustentabilidade. I. Cunha, Fernando Antônio Portela da. II. Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de Formação de Professores. IV. Título.

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, professor e amigo **Fernando Portela** pela orientação, incentivo, compromisso, dedicação e amizade.

Ao professor **Luciano Leal** pelo apoio, formação e amizade.

A todos professores do Curso de Química/CFP por terem proporcionado o compartilhamento de seus conhecimentos.

A turma pioneira de Química por todos os momentos que vivemos juntos ao longo dessa jornada, nas quais guardarei para sempre em meu coração.

A UFCG pela oportunidade de formação acadêmica e cidadã.

Em especial...

A minha amada mãe, **Maria Ana**, pela dedicação, cumplicidade e amor incondicional que tem dedicado durante toda a minha.

Ao meu pai, **José Paulo**, por toda a ternura, preocupação e amor dedicados durante minha vida.

A coisa mais especial da minha vida, meu filho, **João Lucas**, por fazer com que eu não desistisse desta árdua jornada.

A minha esposa, **Raniele Baltazar**, por toda a força, companheirismo e amor dedicados a mim a mais de seis anos.

A minha irmã, **Ana Luana**, pela grande força e apoio.

A minha inesquecível irmã, **Nadja Lacerda** (*in memorian*) que tenho certeza que está vibrando do céu com este momento tão feliz para mim.

Ao meu avô, **Vicente**, pelo apoio de sempre.

A minha sobrinha, **Luênny Evelly**, que considero como uma filha.

As minhas avós, **Hortelina e Nair** (*in memorian*), e meu avô, **Horácio** (*in memorian*), e toda minha família, por serem os pilares de sustentação da minha vida.

RESUMO

A busca por fontes de energias alternativas, tem impulsionado muitas pesquisas em todo mundo. Neste sentido este trabalho buscou investigar a produção de briquetes da biomassa da macrófita *Eichhornia Crassipes*, mais conhecida como aguapé. O aguapé é tido como uma espécie nociva ao meio ambiente devido ao seu rápido crescimento em açudes chegando, em alguns casos, a cobrir toda superfície dos lagos. Este fato impede a passagem da luz e prejudica a oxigenação da água. Desta forma a produção de briquetes a partir da biomassa do aguapé pode contribuir para minimizar o impacto ambiental que esta macrófita provoca em açudes e por outro lado pode ainda fornecer combustível sólido para aplicações em caldeiras industriais, padarias e usinas termoelétricas. Os briquetes foram compactados em uma prensa hidráulica sob uma pressão de 10 Ton/cm². Os resultados mostraram que a biomassa do aguapé se adequou muito bem a produção de briquetes. Como agente aglutinante, foi investigado a aplicação de glicerina bruta, obtida da produção de biodiesel. A adição de glicerina foi testada nas proporções de 5, 10 e 15 mL por 100g de biomassa e os resultados mostraram que a glicerina é um aglutinante bastante eficiente na produção dos briquetes. Estudos sobre o teor de cinzas na biomassa do aguapé mostraram que esta apresenta um valor um tanto elevado, cerca de 14%. Um estudo mais detalhado mostrou que a matéria inorgânica (cinzas) contida na biomassa do aguapé encontra-se principalmente agregada às raízes da planta que apresentou o valor de 28% de cinzas, ficando o caule com 6,9% e as folhas com 5,4%. Este estudo mostrou que seria interessante proceder a uma lavagem das raízes antes do processo de secagem da biomassa. Também foi analisado o teor de materiais voláteis, que é um parâmetro que está diretamente relacionado com o poder calorífico. Obteve-se um teor de voláteis de 84,7%, bastante satisfatório, haja vista que quanto maior o teor de voláteis, maior será o poder calorífico do combustível. Por fim, conclui-se que a produção de briquetes a partir da biomassa do aguapé, é uma alternativa bastante viável e pode contribuir para a oferta de combustíveis sólidos renováveis, e contribuir também para redução do dano ambiental provocado pelo crescimento exacerbado desta macrófita em águas de açudes.

SUMÁRIO

1. Projeto.....	01
2. Introdução.....	11
3. Metodologia.....	12
4. Resultados e discussão.....	13
5. Conclusão.....	16
6. Referências bibliográficas.....	17
7. Submissão do trabalho.....	18



UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

PROJETO DE PESQUISA

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DA
BIOMASSA DA *EICHHORNIA CRASSIPES* (AGUAPÉ)**

CAJAZEIRAS – PARAÍBA

2016

FRANCINEY BEGNE BEZERRA

PROJETO DE PESQUISA

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DA
BIOMASSA DA EICHHORNIA CRASSIPES (AGUAPÉ)**

Orientador: Prof. Dr. FERNANDO ANTÔNIO PORTELA DA CUNHA

CAJAZEIRAS – PARAÍBA

2016

1. INTRODUÇÃO

Segundo Leung et al., (2010), O declínio dos recursos petrolíferos, o aumento gradativo do consumo de energia e a necessidade de regras mais rígidas no combate à poluição ambiental vêm aumentando gradualmente a busca por fontes de energia alternativas e renováveis, como a biomassa residual. Em conformidade com estudos realizados com relação ao desenvolvimento ou reaproveitamento de insumos, a biomassa vem ganhando força em razão de suas varias vantagens em comparação com os recursos petrolíferos, como por exemplo, sua natureza renovável, ampla disponibilidade, biodegradabilidade, alto poder calorífico, baixo custo e entre outras vantagens.

De acordo com Santos (2015, p.23), é notória a necessidade da substituição imediata das fontes petrolíferas de energia pelas fontes renováveis, visto que a cada dia que passa torna-se insustentável os efeitos nocivos ao meio ambiente, causados por essas fontes de energia não renováveis. Os problemas causados pelo o uso das fontes fósseis não fica apenas evidenciado pelo fato do desmatamento de florestas, mas também pelo impacto sobre o clima, gerados pelo aquecimento global, podendo causar no Brasil, por exemplo, um desequilíbrio na periodicidade das chuvas, fazendo com que algumas regiões passe longos períodos chovendo ao passo que outras regiões permaneçam secas nestes mesmos períodos, causando um impacto social extremamente negativo para a segurança da energia do país.

Ao longo de bastante tempo, a biomassa vez ganhando espaço através de sua utilização na geração de energia, através do reaproveitamento de resíduos sólidos que afetam diretamente o meio ambiente de forma bastante negativa. Um dos principais problemas de poluição é o descarte inadequado dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias em efluentes, gerando assim transtornos expressivos ao meio ambiente e a sociedade.

Para Granato (1995, p.4) o uso de agentes biológicos para tratar efluentes tem se apresentado de maneira mais fácil e econômica em comparação ao uso de processos químicos, especialmente no processamento final das soluções que tem baixa concentração de substâncias, porém continuam sendo inapropriados ao descarte.

Segundo Gonçalves Junior; Nacke (2009, p. 107), a *Eichhornia crassipes* (aguapé) é eficaz na adsorção e remoção dos metais Cu, Zn, Cr, Cd e Pb, em soluções aquosas contaminadas. Jorge

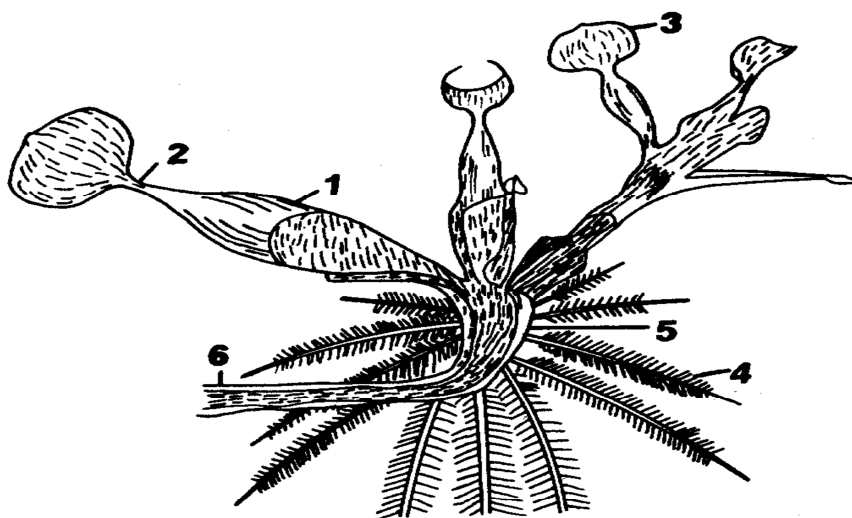
(2013, p. 14), o aguapé se mostrou efetivo na remoção de materiais biodegradáveis e não biodegradáveis, nitrogênio, amoniacal e turbidez. Silva et al., (2014, p.260), o aguapé revelou-se eficiente na remoção do fósforo em efluentes.

O presente projeto de pesquisa irá explorar o uso do aguapé (*Eichhornia crassipes*) para a fabricação de briquetes, que consiste de resíduos sólidos compactados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AGUAPÉ

Segundo Oliveira (2012), o aguapé (*Eichhornia crassipes*) é uma macrófita aquática integrante da família pontederiaceae pertencente ao gênero spermatophyta, sendo oriunda das regiões tropicais da América do Sul. A reprodução desta espécie pode acontecer de duas formas distintas: sendo a primeira através de estolões, ou seja, o crescimento de seus caules lateralmente ou pela forma sexual, isto é, por meio de sementes. A *Eichhornia crassipes* normalmente se apresenta com formato ramificado e fibroso, impossibilitando desta forma, que haja a penetração da luz sobre as plantas que estão submersas, diminuindo desta maneira a quantidade ideal de oxigênio dissolvido, interferindo também na irrigação, recreação, navegação, na geração de energia elétrica, através do bloqueio de usina hidrelétricas, entre outras.



- 1 - FLUTUADOR**
- 2 - ÍSTIMO**
- 3 - PSEUDO-LAMINA**
- 4 - RAIZ**
- 5 - RIZOMA**
- 6 - ESTOLÃO**

Figura 1 - Desenho esquemático do Aguapé e suas partes principais.

Segundo Perazza et al., (1981, p. 18), o aguapé possui 95% de água em sua composição. Já Marcondes e Tanaka (1997, p. 28) afirmam que o aguapé possui capacidade de aumento de sua

massa verde de 15% por dia, duplicando-se periodicamente em seis dias. O aguapé é capaz de aumentar 800 Kg por hectare ao dia e se estiver em condições favoráveis, pode produzir 480 toneladas de massa verde por hectare por ano.

De acordo com Lucena (2014), o aguapé vem se tornando uma das piores espécies de ervas daninha aquática existente em todo o planeta, muito pelo fato desta espécie ter invadido quase todos os continentes, tendo como exceção apenas o continente antártico, haja vista o seu potencial de proliferação. Esta espécie tem grande capacidade de dobramento de sua biomassa, que pode ocorrer a cada 10 dias, dependendo de estar em ambiente favorável para tal, demonstrando desta forma, impactos extremamente negativos no âmbito econômico, impossibilitando a pesca, agricultura, entre outros, e podendo também ser uma ameaça à saúde humana. Marcondes & Tanaka (1997, p. 28), mostram um dado assustador indicando que determinada superfície coberta por aguapé pode perder até oito vezes mais água através da evapotranspiração em relação com esta superfície estando livre.

2.2 BRIQUETES

Segundo Pereira (2015, p.36), briquete consiste em uma lenha ecológica obtida a partir da compactação homogênea de resíduos florestais ou indústrias, sob pressão e temperatura elevadas, sendo usado como fonte alternativa de energia na substituição dos combustíveis fósseis, que apresenta alto poder calorífico e entre outras inúmeras vantagens.

O briquete é um produto propício para ser usado em padarias, pizzarias, lanchonetes, olarias, restaurantes, cervejarias, tinturarias, indústria de cerâmicas, laticínios, residências, destilarias, abatedouros, indústria de papel, indústria de refrigerantes, lavanderias, metalúrgicas, indústrias de balas, indústria de óleo de soja e entre outros estabelecimentos.

2.3 BRIQUETAGEM

Segundo Biomax (2016); Lippel (2016), o processo de briquetagem constitui-se de compactação de resíduos ambientais, que ocorre através da “quebra” da elasticidade natural das fibras dos resíduos, com o objetivo de transformar esses resíduos em combustíveis sólidos de alto poder calorífico. A “quebra” desta da elasticidade pode ser feito através de dois processos: alta temperatura e/ou alta pressão, pois, sem ocorrer esta quebra, os briquetes produzidos terão pouca durabilidade, ficando desta forma impróprios para o transporte e a estocagem.

Segundo Zago, S. E. et al., (2010, p. 25), a umidade de um material está relacionada com o seu teor de água, no caso do briquete o valor de 10 a 12% de umidade é considerado baixo em relação à lenha convencional que é de 30 a 40%.

2.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Reis, B. O. et al., (2002), produziu briquetes energéticos a partir de caroços do açaí. A biomassa utilizada foi o resíduo do açaí que é proveniente da palmeira que tem sua origem na Amazônia. Foi obtido um briquete com poder calorífico médio de 4.500 Kcal/Kg.

Sant'Anna, M. C. S. et al., (2012), produziu briquetes a partir de resíduos agroindustriais de processamento de frutas. Foi usado como aglutinante a glicerina bruta, nas proporções de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% e 30%, por fim obteve-se um briquete com poder calorífico médio de 15,7MJ/Kg.

Gonçalves, E. J. et al., (2009), produziu briquetes com misturas de 0, 5, 10, 15, 20, 25% de rejeitos de resíduos sólidos urbanos (RRSU) com resíduos de madeira de *Eucalyptus grandis*, contendo 12% de umidade. Os parâmetros utilizados para escolher a melhor mistura foram: análise de combustibilidade x cinzas e resistência mecânica. Os briquetes com até 10% de RRSU se mostraram com baixa resistência mecânica, os briquetes com 15% de RRSU foram os que se mostraram com maior combustibilidade x cinzas e resistência mecânica. Os que apresentaram maior poder calorífico foram os com 15% de RRSU, em torno de 17,2 MJ/Kg.

Melo, V. P. S. et al., (2000), produziu briquetes utilizando finos de carvão vegetal (sobras de carvão) e usou como aglutinante o alcatrão de madeira anidro. Foi usado três pressões de compactação, sendo estas 195, 260, 325 Kgf/cm². O mesmo observou que a amostra compactada a uma pressão de 195 Kgf/cm² apresentou menor valor para teor de cinzas (0,13%). O mesmo observou ainda que a amostra compactada sob a pressão de 260 Kgf/cm² apresentou o maior poder calorífico (7.639 Kcal/Kg).

Saraiva, V. M. (2013), produziu briquetes a partir do capim-elefante-roxo. Os briquetes foram fabricados numa briquetadeira a temperatura superior a 170 °C e pressão de 100 MPa. O poder calorífico do briquete foi determinado pelo método de Bueno e Degréve (1980), expresso em Kcal/Kg, obtendo-se um poder calorífico médio de 4.170 Kcal/Kg.

2.5 AGLUTINANTES

De acordo com Sousa (2012, p.21), os ligantes são substâncias usadas para aumentar a resistência à compressão e ao impacto, e permitir a aglutinação das partículas. Os ligantes podem ser agrupados em sólidos, líquidos, solúveis e insolúveis em água.

Existem vários tipos de ligantes que são usados na fabricação de briquetes, entre eles estão, a resina sintética, breu, tanino, bentonita, adesivo a base de silicato, amido de milho, fécula de mandioca, parafina, glicerina.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Produzir briquetes a partir da macrófita aquática aguapé e avaliar o seu poder calorífico para aplicações em fornos ou caldeiras.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coleta e secagem da biomassa do aguapé.
- Avaliação da umidade da biomassa durante o processo de secagem.
- Desenvolver uma forma adequada para produção dos briquetes.
- Desenvolver estudo sobre a pressão e os aglutinantes adequados para produzir os briquetes.
- Avaliar o teor de umidade da biomassa do aguapé.
- Avaliar o teor de cinzas da biomassa do aguapé.
- Avaliar o teor de materiais voláteis da biomassa do aguapé.
- Caracterizar por parâmetros físico-químicos, mecânicos (resistência) e térmicos (TG/DTA e DSC) os briquetes produzidos;
- Realizar ensaios para avaliar a capacidade calorífica dos briquetes.

4. RELEVÂNCIA DO PROJETO

O aguapé é uma planta aquática bastante daninha aos rios, açudes, lagos, entre outros, muito pelo fato de sua grande capacidade de proliferação. Porém se explorado de forma correta, pode ser um importante despoluidor de águas, devido ao seu alto poder de assimilação de substâncias poluentes por suas raízes.

Diante da necessidade de substituir fontes petrolíferas de energias por fontes alternativas, que busquem diminuir custos e o impacto ambiental, a biomassa feita a partir do aguapé torna-se uma alternativa relevante frente a essa problemática.

5. METODOLOGIA

- Coleta da biomassa do aguapé em açudes de regiões próximas a cajazeiras.

- Colocar a biomassa para secagem.
- Acompanhamento do teor de umidade da biomassa durante a secagem da amostra.
- Promover a briquetagem da biomassa do aguapé, com variados aglutinantes.
- Avaliar o teor de umidade, teor de cinzas e materiais voláteis dos briquetes produzidos a partir da biomassa do aguapé.
- Avaliar os briquetes produzidos em equipamentos (TG/DTA e DSC).
- Avaliação do poder calorífico dos briquetes produzidos.

6. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com este trabalho obter briquetes com boa resistência mecânica, alto poder calorífico, para ser aplicado em fornos de pizzarias, padarias, olaria, indústrias cerâmicas. Espera-se ainda contribuir para conter a proliferação do aguapé nos açudes, rios e lagos das cidades da região próximo a cajazeiras, tendo em vista que esta macrofita aquática é responsável por aumentar em até oito vezes a evapotranspiração e diminuir a absorção de oxigênio das águas dos mananciais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIOMAX. **Briquetagem**. Disponível em: <http://www.biomaxind.com.br/site/br/briquetagem.html>. Acesso em: 21 de jul. 2016.

GONÇALVES, José E.; SARTORI, Maria M. P.; LEÃO, Alcides L.. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p.657-661, 13 jan. 2009.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; SELZLEIN, C.; NACKE, H. Uso de biomassa seca de aguapé (*Eichornia crassipes*) visando à remoção de metais pesados de soluções contaminadas. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 103-108, jan. 2009.

GRANATO, Marcus. Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos. **Série Tecnologia Ambiental**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 1-39, jan. 1995.

JORGE, C. M. B. P. **Tratamento das águas residuais dos dejetos suínos com aguapé, um estudo de caso no campus Nilo Peçanha – Pinheiral – RJ**. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 9, 2013, Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro, 2013.

LEUNG, D. Y.C.; WU, X.; LEUNG, M.K.H. *A review on biodiesel production using catalyzed transesterification*. **Applied Energy** 87 (2010) 1083–1095.

LIPPEL. **Transformando resíduos de biomassa em briquetes e pellets**. Disponível em: < http://www.lippel.com.br/br/sustentabilidade/briquetagem-e-peletizacao#.V5B_DteeNzm > Acesso: 21 jul 2016.

LUCENA, J. E. **Adsorção de corantes têxteis por carvão ativado preparado a partir do aguapé (*Eichhornia crassipes*)**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Maranhão, São Luiz. 2014.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L.; CABRAL, C. P.; ANTONIOLLI, F. **Sobre a composição mineral do aguapé (*Eichhornia crassipes*)**. *An. ESALQ*, Piracicaba, v. 46, n.1, p. 155-162, 1989.

MELO, V. P. S. **Produção de briquetes de carvão vegetal com alcatrão de madeira**. 2000. 53 f., Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2000.

OLIVEIRA, A. P. **Avaliação da influência dos macronutrientes na bioacumulação do chumbo pela *Eichhornia crassipes***. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná. 2012.

PEREIRA, F. S. G. **Viabilidade sustentável de biomassas de *Moringa oleifera* para produção de biodiesel e briquetes**. 2015. 141 f. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-

Graduação em Química do Departamento de Química Fundamental (DQF), Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2015.

SILVA, V. A.; ANDRADE, L. H. C. **Produção de briquetes energéticos a partir de caroços de açaí.** *Encontro de Energia no Meio Rural*, Belém, v. 4, p. 1-6, 2002.

SANT'ANNA, M. C. S.; LOPES, D. F. C.; CARVALHO, J. B. R.; SILVA, G. F. **Caracterização de briquetes obtidos com resíduos da agroindústria.** [Editorial]. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.14, n.3, p. 289-294, jul., 2012.

SANTOS, J. A. F. A. **Planejamento energético para a Bahia em 2050: cenários e discussões relacionada às energias renováveis para geração de eletricidade.** 2015. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SARAIVA, V. M. **Avaliação ambiental da produção de briquetes de capim-elefante-roxo irrigado com efluente da ETE de pendências – RN.** 2013. 133 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

SILVA, A. D. R.; SANTOS, R. B.; BRUNO, A. M. S. S.; GENTELINI, A. L.; SILVA, A. H. G.; SOARES, E. C. **Eficiência do aguapé sobre variáveis limnológicas em canais de abastecimento utilizados no cultivo de tambaqui.** *Acta Amazônica*, Alagoas, v.44, n.2, p. 265-262, 2014.

SOUSA, T. A. **Desenvolvimento de briquetes autorredutores com resíduo de fundição e fibra da palmeira.** 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha do Campus Aterrado, Centro universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2012.

ZAGO, E. S.; FROELICH, A. G.; PELEGRINI, P. H.; SIFUENTES, M. A. **O processo de briquetagem como alternativa de sustentabilidade para as indústrias madeireiras do município de aripuanã-MT.** [Editorial]. *Technoeng*, v.1, p. 22-34, dez. 2010.

ESTUDO DA VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DA BIOMASSA DO AGUAPÉ

Franciney Begne Bezerra¹; Fernando Antônio Portela da Cunha¹

1. Universidade Federal de Campina Grande, Campus II Cajazeiras - PB

INTRODUÇÃO

Entre as necessidades humanas mais primordiais estão o acesso a água potável e a energia elétrica. Muitos lugares, como o sertão nordestino, sofrem com a seca que castiga a região a vários e vários anos. Muitas ações governamentais têm sido implementadas no sentido de minimizar os efeitos da seca, mas mesmo assim a realidade das pessoas que vivem nestas regiões é bastante sofrida com a ausência de chuvas que garantam o abastecimento de água contínuo.

Uma alternativa viável para minimizar a escassez da água na região, seria o reaproveitamento de águas usadas das cidades para a irrigação de regiões próximas. Neste sentido a macrófita aquática *Eichhornia Crassipes*, vulgarmente conhecida com aguapé, se corretamente manipulada pode contribuir na limpeza de águas usadas. É sabido que estas plantas têm grande capacidade de reter matéria orgânica em águas poluídas. Atualmente o aguapé é visto como um problema ambiental devido a sua rápida proliferação em águas poluídas. De acordo com Lucena (2014), o aguapé vem se tornando uma das piores espécies de ervas daninha aquática existente em todo o planeta, muito pelo fato desta espécie ter invadido quase todos os continentes, tendo como exceção apenas o continente antártico, haja vista o seu potencial de proliferação. Esta espécie tem grande capacidade de dobramento de sua biomassa, que pode ocorrer a cada 10 dias, dependendo de estar em ambiente favorável para tal, demonstrando desta forma, impactos extremamente negativos no âmbito econômico, impossibilitando a pesca, agricultura, entre outros, e podendo também ser uma ameaça à saúde humana. Apesar de ser considerada uma praga, esta macrófita é uma fonte de biomassa bastante produtiva e pode ser explorada para a produção de biocombustíveis.

Por outro lado, o declínio dos recursos petrolíferos, o aumento gradativo do consumo de energia e a necessidade de regras mais rígidas no combate à poluição ambiental, vêm aumentando gradualmente a busca por fontes de energia alternativas e renováveis, como a biomassa residual. Segundo Leung et al., (2010), estudos realizados com relação ao desenvolvimento ou reaproveitamento de insumos, a biomassa vem ganhando força em razão de suas várias vantagens em comparação com os recursos petrolíferos, como por exemplo, sua natureza renovável, ampla disponibilidade, biodegradabilidade, alto poder calorífico, baixo custo e entre outras vantagens.

Ao longo tempo, a biomassa vem ganhando espaço através de sua utilização na geração de energia, através do reaproveitamento de resíduos sólidos que afetam diretamente o meio ambiente de forma

bastante negativa. Um dos principais problemas de poluição é o descarte inadequado dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias em efluentes, gerando assim transtornos expressivos ao meio ambiente e a sociedade.

METODOLOGIA

A amostra de aguapé foi coletada diretamente no açude (Açude Grande – Cajazeiras-PB). Para obtermos a relação de área superficial e a massa de aguapé, a coleta foi realizada utilizando um quadrado com 1,20 metros de lado perfazendo uma área quadrada de 1,44 m². A coleta foi realizada em local cuja profundidade era, em média, de um metro. Após a coleta, o material foi levado ao Campus da UFCG-Cajazeiras e colocado para secar em ambiente ao ar livre e com exposição direta do sol. Periodicamente o material era revirado para agilizar o processo de secagem. Após oito dias de secagem o material encontrava-se bastante seco. O material seco foi triturado utilizando uma forrageira, obtendo assim um material particulado considerado adequado para produção de briquetes. No dito material particulado foram feitas análises de teor de umidade, cinzas e voláteis. No estudo do teor de cinzas, as amostras foram submetidas ao forno mufla a temperatura de 1000°C por 120 minutos com gradiente de subida de 5 graus por minutos. As cinzas foram determinadas em três partes da planta, a saber: na raiz, na folha e no caule (flutuador + rizoma).

Um dado importante em amostras de biocombustíveis é o teor de voláteis. Este parâmetro esta diretamente relacionado à capacidade calorífica da amostra. Segundo a norma ABNT/NBR 8112 o teor de voláteis pode ser verificado pela seguinte expressão:

$$TMV = \frac{Pms - Pmv}{Pms} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

TMV = teor de matéria volátil (%)

Pms = massa da amostra seca (g)

Pmv = massa da amostra após a exposição a 1000°C (em gramas)

Para a determinação do teor de umidade, a amostra foi colocada na estufa 110°C. Periodicamente verificava-se a massa da amostra até que a mesma não apresentasse mais variação na balança.

Para a confecção dos briquetes foi utilizada uma forma onde a biomassa era prensada em uma prensa hidráulica.

Como substância ligante, foi testada a glicerina em variadas concentrações. No tocante às prensagens, foi verificado o estudo do tempo ao qual o material ficava submetido na prensa e também a pressão aplicada no processo.

Após a formação dos briquetes um novo estudo de cinzas e umidade foi realizado, com intuito de verificar a influência do ligante em tais fatores.

Figura 1- Forma utilizada para forma os briquetes



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de aguapé recolhida de 1,44 m² no açude, rendeu 2,7 kg de material seco. Com isto podemos afirmar que, em média, o aguapé fornece aproximadamente 1,875 kg de biomassa seca por metro quadrado de área coberta no açude.

O teor de umidade após o período de secagem ao sol foi determinado em triplicata e apresentou uma média de 6,5%. Este valor pode ser considerado adequado pois se por um lado a umidade diminui o poder calorífico, por outro lado ela pode atuar como aglutinante para formação adequada dos briquetes.

O teor de cinzas das amostras secas também foi aferido em triplicata. Inicialmente o teor apresentou-se bastante elevado chegando ao patamar de 16%. Este é um valor que pode ser bastante elevado para biomassas que pretendam ser aproveitadas como biocombustíveis sólidos. Para investigar a causa deste valor elevado, foi realizado um estudo do teor de cinzas por cada parte da planta. Desta forma, coletou-se nova amostra da biomassa e após o processo de secagem separou-se três partes distintas da planta, a saber: raízes, caule (flutuador + rizoma) e folhas. A Tabela 1 apresenta o teor de cinzas das amostras calcinadas a 1000°C.

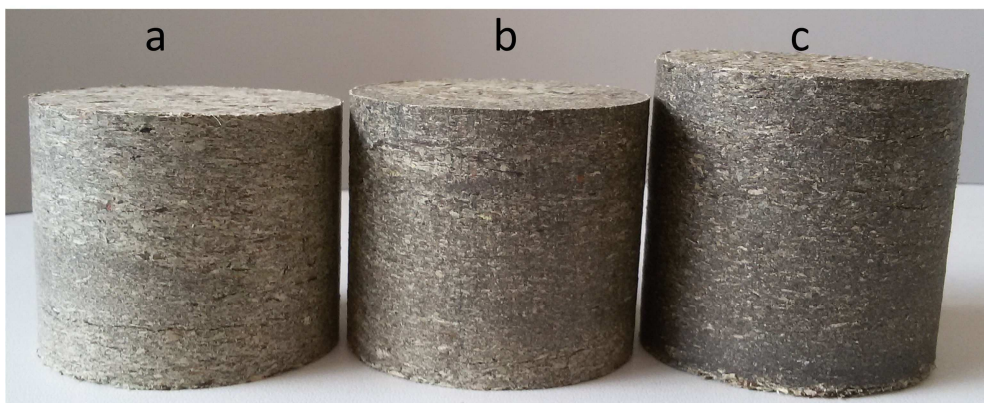
Tabela 1- Teor de cinzas das partes do aguapé.

	Raiz (%)	Caule (flutuador + rizoma)(%)	Folhas (%)
Teor de cinzas	28,3	6,9	5,4

Observa-se na Tabela 1 que o grande responsável pelo elevado teor de cinzas das amostras completas, são as raízes destas plantas. Isto indica que para um melhor aproveitamento, as raízes devem passar por um processo de lavagem antes do processo de secagem a fim de retirar o material inorgânico (terra) agregado. Para o caso da produção de briquetes o teor de cinzas elevado comprometerá a capacidade calorífica do produto.

Entre os vários materiais que podem ser utilizados como aglutinantes ou ligantes na produção dos briquetes, foi testado a glicerina bruta, obtida da produção de biodiesel, nas proporções de 5, 10 e 15 mL por 100 gramas de biomassa. A biomassa foi também avaliada na formação dos briquetes sem a presença de qualquer ligante. A Figura 2 apresenta os briquetes produzidos com as várias concentrações de glicerina e também a amostra sem aglutinante.

Figura 2 – Briquetes produzidos

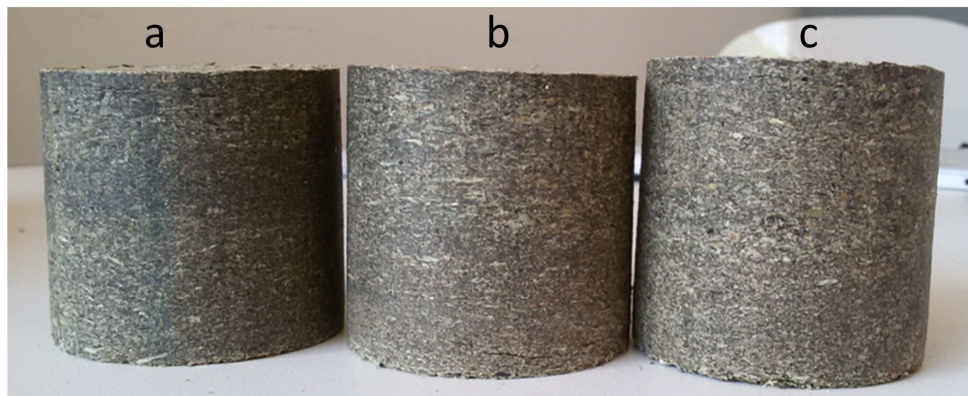


Fonte: próprio autor

Os briquetes apresentados na Figura 2 foram compactados em uma prensa hidráulica sob uma pressão 10 Ton/cm² e mantidos sob esta pressão por 15 minutos. Observa-se na Figura 1 que todos os briquetes apresentam-se com boa compactação e formação adequada ao uso como combustível sólido. As amostras adicionadas de glicerina (Figuras 2b e 2c) apresentaram maior volume que a amostra sem glicerina (Figura 2a) pois para todas as amostras foi utilizado como padrão uma massa de 100 de biomassa. A amostra, sem aglutinante apresenta alguma facilidade de esfarelamento próximo as bordas do briquete, indicando que é possível produzir briquetes de aguapé sem aglutinante, mas estes apresentariam perdas por ocasião de transporte.

A Figura 3 Apresenta briquetes obtidos com diferentes tempos de prensagem para uma concentração de glicerina de 5 mL/100g de biomassa, sendo a amostra da Figura 3a prensada por 10 minutos, a Figura 3b prensada por 3 minutos e a Figura 3c prensada por 1 minuto.

Figura 3 – Briquetes produzidos



Fonte: próprio autor

Observa-se que as amostras 'a' e 'b' prensadas por 10 e 3 minutos respectivamente, apresentam o mesmo fator de compactação e que a amostra 'c' apresenta-se com um volume um pouco maior. Este resultado mostra que para um briquete o tempo de prensagem pode variar, mas que após 3 minutos o briquete já atinge seu grau de compactação máximo.

Após a produção dos briquetes foi realizado estudo da umidade de cada concentração de glicerina trabalhada. Este estudo se torna importante pois o teor de umidade dos briquetes pode afetar a capacidade calorífica das amostras. Neste sentido, foi produzidas amostras em triplicata através da raspagem dos briquetes. As amostras analisadas apresentaram os valores de umidade constantes na Tabela 2.

Tabela 2 – Teor de umidade nos briquetes

Concentração em mL/100g	Umidade em % da massa
15	8,5
10	8,2
5	7,4
0	6,5

Observa-se na Tabela 2 que a umidade dos briquetes aumenta com o incremento da concentração de glicerina. O incremento na umidade dos briquetes esta relaciona com o teor de umidade da glicerina bruta utilizada como aglutinante. Com base nestes resultados, pode-se concluir

que a glicerina bruta utilizada neste experimento agrega, em média, 0,13% de umidade a cada mL utilizado como aglutinante.

Para verificar o teor de cinzas dos briquetes, foi realizado um estudo do teor de cinzas de uma amostra produzida com 15mL/100g de biomassa. Os resultados mostraram que tal teor apresentou valor de 14%. Observa-se na Tabela 1 que o teor de cinzas da biomassa seca apresentou um valor de 16%. A diferença entre o teor de cinzas da do briquete, com glicerina, e a biomassa seca (2%) pode ser explicada pela pouca presença de cinzas na glicerina utilizada.

Com respeito à capacidade calorífica de biocombustíveis, um dado importante é a o teor de voláteis presente nas amostras. No caso da amostra do briquete com concentração de 15mL de glicerina por 100g de biomassa, o teor de voláteis pode ser calculado utilizando a Equação 1. Para tanto foi colocado 10 gramas de uma amostra retirada, por raspagem, do briquete para aquecimento até 1000°C. Como as cinzas de tais briquetes apresenta teor de 14%, a massa do valor das cinzas da amostra apresentou o valor de 1,4g. Tendo em vista que a umidade do referido briquete é de 8,5% (Tabela 2) a massa seca (P_{ms} na Equação 1) pode ser calculado como $10g - 8,5\% = 9,15g$. Aplicando estes resultados na Equação 1 temos:

$$TMV = \frac{P_{ms} - P_{mv}}{P_{ms}} = \frac{9,15 - 1,4}{9,15} \times 100 = 84,7\%$$

Este resultado esta em consonância com os resultados de Schutz, F.C.A et al (2010), que trabalhou com biomassa do pó de feijão e milho e obteve um teor de voláteis de 82,9%.

CONCLUSÃO

A busca por fontes de energias renováveis é objeto de intensas pesquisas em todo mundo. Este trabalho mostrou que a biomassa do aguapé pode ser uma importante alternativa para produção de biocombustíveis sólidos que podem ser utilizados em fornalhas industriais, padarias e usinas termoelétricas. Os briquetes apresentaram boa compactação e conformação e foi possível verificar que esta biomassa é capaz de produzir briquetes até mesmo sem a presença de aglutinantes. Em termos de aglutinantes a glicerina bruta, obtida como subproduto da produção de biodiesel, mostrou ser muito eficaz na formação dos briquetes. Estudos sobre o teor de cinzas na biomassa do aguapé, apontaram para uma quantidade de matéria inorgânica elevada apenas nas raízes desta planta. Com isto, sugere-se um processo de lavagem das raízes antes do processo de secagem a fim de reduzir o teor de cinzas da biomassa. Elevados teores de cinzas podem prejudicar a capacidade calorífica dos briquetes produzidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7993: Madeira - **Determinação da umidade por secagem em estufa reduzida a serragem**. Rio de Janeiro, 1983. 2 p. NBR 8112: Carvão vegetal - Análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 5 p. NBR 8633: Carvão vegetal Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

LEUNG, D. Y.C.; WU, X.; LEUNG, M.K.H. *A review on biodiesel production using catalyzed transesterification*. **Applied Energy** 87 (2010) 1083–1095.

LUCENA, J. E. **Adsorção de corantes têxteis por carvão ativado preparado a partir do aguapé (*Eichhornia crassipes*)**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Maranhão, São Luiz. 2014.

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*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. Vol. 1, n.1, p. 3-8, 2010.