

## CARACTERIZAÇÃO DE BRIQUETES OBTIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA MANDIOCA E DO MILHO

Darline Albuquerque de Holanda Alves<sup>1</sup>, Karla Miranda Barcellos<sup>2</sup>,  
Ana Karla de Souza Abud<sup>3\*</sup>

### RESUMO

As biomassas se mostram uma opção ao esgotamento dos recursos naturais, substituindo a lenha nos fornos pela queima direta de resíduos agrícolas com alto poder calorífico, bem como pelo processo de compactação do resíduo, posteriormente queimado na forma de briquetes. Este estudo teve como objetivo caracterizar os resíduos agroindustriais provenientes da mandioca e do milho, visando seu uso para a queima nos fornos de casas de farinha da região do agreste de Alagoas. Para isto, foram realizadas análises físico-químicas de granulometria, umidade, cinzas, teor de voláteis e poder calorífico nas matérias-primas *in natura* e briquetadas e em uma amostra de lenha coletada das casas de farinha. Os resíduos de mandioca foram classificados como palha e maniva, enquanto os de milho em palha e sabugo. Tanto os resíduos do beneficiamento da mandioca como do milho apresentaram características semelhantes à da lenha utilizada nas casas de farinha visitadas. O poder calorífico indicou grande potencial energético dos resíduos, em especial na maniva e no sabugo de milho, podendo vir a ser substitutos da lenha.

**Palavras-chave:** biomassa, energia, queima, briquetes.

### PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF BRIQUETTES MADE FROM PROCESSING WASTE OF CASSAVA AND MAIZE

#### SUMMARY

Biomass are an option to prevent the depletion of natural resources is the substitution of firewood kilns by direct burning of agricultural wastes with high heating value as well as the compaction process residue subsequently burned in the form of briquettes. This study characterize the agroindustrial waste from cassava and maize, aiming their use for burning in furnaces of "flour mills" in the rough region of Alagoas. For this, physicochemical analysis of particle size, moisture, ash, volatile content and heating value were carried out on raw materials *in nature* and in the briquette form, as well as in the sample of wood collected from the "flour mills". Residues were classified as cassava and manioc straw, corn cob and straw. The waste from the processing of cassava and maize show similar characteristics to the wood collected in "flour mills". The heating value indicated large energetic potential of waste, especially in manioc and corn cob and could be a substitute for firewood.

**Keywords:** biomass, energy, burning, briquettes.

---

Protocolo 16 2014 60 de 05/02/2015

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, AL, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, AL, Brasil.

<sup>3\*</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), 57072-970, Maceió, AL, Brasil. E-mail: ana.abud@gmail.com. Autor para correspondência.

## INTRODUÇÃO

O termo biomassa se refere, em sua definição mais abrangente, a qualquer tipo de matéria orgânica proveniente de fontes vegetais ou animais ou, ainda, a seus processos de transformação naturais ou artificiais, tendo em comum a procedência direta ou indireta do processo de fotossíntese. Por este motivo, são desenvolvidos periodicamente e sua fabricação não está restrita ao tempo, o que os classificam como fontes renováveis (Aguiar, 2010).

A utilização da biomassa para o aproveitamento energético é uma realidade tanto no Brasil quanto em Alagoas. Essas culturas geram uma quantidade expressiva de resíduos, seja no campo, durante a fase de colheita (resíduos agrícolas), seja na etapa de beneficiamento nas agroindústrias (resíduos agroindustriais), onde são geralmente utilizados como ração animal ou na adubação do solo (Souza, 2011).

A cadeia produtiva do milho é um dos segmentos econômicos mais relevantes do agronegócio brasileiro. Levando em conta apenas a produção primária, o milho corresponde a cerca de 37% da produção nacional de grãos, sendo, ao mesmo tempo, um insumo básico para a avicultura e a suinocultura (Mapa, 2007). No Estado de Alagoas, é a terceira maior cultura, com produção em torno de 34.111 toneladas de grãos e rendimento médio de 496 kg/ha (Ibge, 2012). É cultivado em praticamente todos os municípios do Estado, principalmente na região Agreste, nos municípios de Taquarana, Igaci, Arapiraca.

Os principais resíduos do milho gerados no campo, logo após a colheita, são o caule, a palha, a casca e o sabugo, os quais podem ser triturados e, em seguida, aproveitados na alimentação de animais, porém com pouco valor nutritivo (Embrapa, 2009). A palha pode, também, ser queimada nas áreas rurais, rejeitada e até usada como cobertura no solo, posteriormente à colheita mecanizada, o que, em excesso, vem ocasionado sérios problemas de pragas, que se proliferam em

ambientes úmidos e protegidos (Aguiar, 2010).

O sabugo, parte central da espiga na qual os grãos estão presos, é o resíduo gerado após ser debulhado o milho e, para cada 100 kg de espigas de milho, aproximadamente 18 kg (70% base úmida) são formados pelo sabugo (Ziglio et al., 2007).

Resíduos como a palha e sabugo de milho vêm sendo considerados como uma alternativa interessante em pesquisas para geração de novas fontes de energia, como a produção de bioetanol a partir de resíduos lignocelulósicos e a fabricação de briquetes (Portal Agronegócio, 2009).

Outra cultura de destaque é a mandioca. No Brasil, seu plantio se estende por quase todos os Estados, sendo a região Nordeste grande produtora (36,8%) e principal consumidora de farinha, importante produto proveniente da mandioca (IBGE, 2010). Em Alagoas, a produção também se concentra na região Agreste, considerada referência estadual no plantio e processamento de mandioca (Ibge, 2011).

O Programa de Arranjos Produtivos Locais (APL) da Mandioca, em Alagoas, cadastra os produtores de mandioca e de farinha, principal produto produzido nas chamadas 'Casas de Farinha', local onde ocorre a maior geração de resíduos da biomassa mandioca. O plantio de mandioca gera 3 resíduos sólidos, ilustrados na Figura 1: maniva (caule), cepa (ligação da maniva à mandioca, também conhecida por descarte ou calcanhar) e a raiz da mandioca.



Figura 1 – Caracterização da mandioca.  
Fonte: [www.raizdamandioca.com](http://www.raizdamandioca.com)

A mandioca é a segunda cultura com maior produção no Estado, obtendo-se 269.947 toneladas de mandioca em 2012, o que totaliza 13,36 t/ha, representando 1,11% da produção de mandioca nacional (IBGE, 2013).

O APL da Mandioca no Agreste de Alagoas é formado por treze municípios situados na região do semi-árido alagoano, onde os produtores se organizam em associações e cooperativas. Segundo dados do Programa, existem cerca de 600 casas de farinha, das quais quase 50% com tecnologia moderna (IBGE, 2010). O resíduo sólido gerado está em torno de 20% do total de matéria-prima processada e o principal destino é para ração animal.

Segundo a literatura, a casca de mandioca equivale de 2 a 5% do peso total das raízes (Embrapa, 2011). Contudo, no processo manual de descascamento, o peso das cascas, que se tornam resíduos, chega a 25% do peso total das raízes. Como são produzidos de 12 a 25 m<sup>3</sup> de maniva/ha e cada m<sup>3</sup> de maniva equivale a cerca de 150 kg, geram-se, assim, de 1800 a 3750 kg de maniva de mandioca por hectare plantado (Goedert, 2011).

A farinha de mandioca exerce papel importante na dieta brasileira. Consumida pelas mais variadas classes de renda do país, é o produto derivado da raiz de mandioca de maior popularidade (Souza et al., 2011). Durante o processo de torrefação da farinha são utilizados fornos, em sua maioria alimentados com lenha, madeira de origem geralmente duvidosa, em grande parte ilegal, vinda de áreas preservadas, onde a retirada é proibida (Gaspar, 2009).

Bastante utilizada no meio rural, vindo a receber a denominação de energia dos pobres, a lenha para consumo doméstico representa até 95% da fonte de energia de vários países em desenvolvimento. Também é consumida industrialmente em alguns segmentos do setor alimentício, como padarias e pizzarias, em fornos de cerâmicas e olarias,

para a secagem de grãos, chá ou tabaco (Ribaski & Santos, 2011).

O processo de desmatamento vem, ao longo dos anos, prejudicando a fauna e a flora planeta. A cada ano, 100 milhões de metros cúbicos de madeira ilegal são extraídos em todo o mundo. Várias ações vêm gerando queda na produção mundial de madeira de origem ilegal, que caiu 21% desde 2002 (Quirino, 2003).

Entre os estudos desenvolvidos nas últimas décadas, com o intuito de diminuir o uso da lenha como fonte de energia, tem-se o uso de resíduos de biomassa vegetal (Paula, 2011), os quais podem ser usados diretamente como fonte de energia ou, ainda, transformados em briquetes, servindo como combustível para fornos em padarias, pizzarias, entre outras utilidades.

Entretanto, para afirmar e indicar que determinado material é um bom gerador de energia, é necessário caracterizá-lo por meio de análises físico-químicas, as quais indicarão a viabilidade do produto a ser desenvolvido (Marozzi, 2012; CENBIO, 2012).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (Abib, 2010), a disponibilidade de resíduos florestais é de cerca de 70 milhões de toneladas, havendo também não florestais, como casca de arroz, café, resíduos de coco, milho, feijão, cacau, casca de mandioca e muitos outros, que podem ser transformados em biomassa para geração de energia.

A produção de briquetes pode ser feita utilizando-se apenas um material ou a mistura entre eles (Quirino, 2003). O processo de briquetagem consiste no agrupamento de partículas finas, com ajuda de pressão ou aglutinação por elementos químicos. As fases para obtenção do produto final (Figura 2) são basicamente os processos de coleta e preparo da matéria-prima, mistura dos aditivos aglutinantes, prensa e preparo final. Salienta-se que, para a produção do briquete ser eficiente, a umidade do material tem de estar entre 8 a 12% (Bertolo et al., 2010).



Fonte: Adaptado de Fernandes et al., 2012  
 Figura 2 – Fluxograma do processo de briquetagem.

A briquetagem é uma maneira eficaz de armazenar a energia disponível na biomassa, onde 1 m<sup>3</sup> de briquetes contém cerca de quatro vezes mais energia que 1 m<sup>3</sup> de resíduos em sua forma original, levando-se em conta a densidade a granel e o poder calorífico médio destes materiais (Quirino, 1991; Brito, 1991). Como vantagens do briquete em comparação à lenha, destacam-se a maior densidade energética do briquete, a maior rapidez na geração de temperatura e calor, a redução dos custos de transporte, além do menor custo de manuseio, da infraestrutura de armazenamento, da facilidade de movimentação, da pouca mão-de-obra, dos baixos encargos sociais e, ainda, o benefício na preservação do meio ambiente, pois é produzido a partir de resíduos (Bertolo et al., 2010).

Com base no que foi apresentado, o presente trabalho caracteriza diferentes resíduos do beneficiamento da mandioca e do milho e avalia seu potencial energético na produção de briquetes.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Os resíduos de mandioca gerados na casa de farinha foram coletados em sacos plásticos e encaminhados para análises de poder calorífico, densidade, umidade, teor de cinzas, teor de voláteis e granulometria, possibilitando avaliar o aproveitamento desta biomassa nos fornos das casas de farinha.

Com relação ao milho, as amostras também foram coletadas nos locais de consumo do alimento, sendo praticado o mesmo procedimento feito para os resíduos de mandioca.

As análises físico-químicas, na amostra *in natura* e em briquetes, foram feitas no Laboratório de Biocombustíveis e Energia (LABEN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), de acordo com as normas da ABNT. Os briquetes foram produzidos no LABEN, com o auxílio de uma prensa peletizadora, ilustrada na Figura 3.



Figura 3 – Prensa peletizadora.  
 Fonte: Autor (2013).

Foram analisadas granulometria, umidade, teor de cinzas, teor de voláteis, teor de carbono fixo, massa específica e poder calorífico, segundo as normas ABNT NBR 8112/83, 6922/81 e NBR 8633/84, respectivamente.

Para a granulometria, a biomassa a foi colocada em um jogo de peneiras (20, 40, 50, 70, 140 e 270 mesh) acoplado a um sistema vibratório para a sua classificação, durante um tempo de 30 a 40 minutos.

O teor de umidade foi obtido utilizando técnicas termogravimétricas ou de perda na secagem, submetendo a amostra a uma temperatura de 105 °C por 120 min.

Para a determinação do teor de cinzas, cerca de 1 g de biomassa, isenta de umidade, foi pesada em cadinho e levada à mufla a 700 °C até que ocorresse a queima total do material.

No teor de voláteis, aproximadamente 1 g de amostra previamente seca, em atmosfera inerte, foi submetida à temperatura de 900°C em um forno mufla por 7 (sete) minutos.

O percentual de carbono fixo na amostra foi calculado a partir da massa que resta depois da liberação dos compostos voláteis, retirando as cinzas e os teores de umidade (Mckendry, 2002).

O cálculo da massa específica para amostra *in natura* foi feito através do balão

volumétrico de 250 mL e, para os briquetes, por meio de um paquímetro, conforme norma ABNT NBR 6922/81.

O poder calorífico superior foi determinado utilizando o Calorímetro IKA C 200 (ASTM D-2382), seguindo as normas ABNT NBR 8633/84.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras coletadas em saco plástico foram secas ao sol por um período aproximado de 30 dias. Após secas, foram trituradas em uma forrageira e passaram por processo de granulometria, cujas análises dos resíduos são apresentadas na Tabela 1.

As amostras retidas na peneira 20 (0,85 mm) tinham grandes dimensões e as que passaram da peneira de 270 (0,053 mm) eram muito pequenas, sendo ambas,

então, descartadas. Assim, considerou-se apenas o material retido nas peneiras de 40, 70 e 140 mesh, ou seja, 0,425, 0,212 e 0,106 mm, respectivamente.

Tabela 1 – Determinação da granulometria das biomassas.

Amostra	Total (g)	% aproveitamento da amostra
Lenha	1212,98	34,95
Casca de mandioca	626,75	23,07
Maniva	1209,63	21,96
Sabugo de milho	559,10	67,08
Palha de milho	602,79	19,66

As análises físico-químicas no material *in natura* e no material submetido à briquetagem estão dispostas na Tabela 2. Os resultados são apresentados pela média e desvio padrão em triplicata, seguido por letras, resultantes da análise estatística, pelo programa ASSISTAT 7.2.

Tabela 2 – Análise físico-química dos resíduos *in natura* e briquetados.

		Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)	Voláteis (%)	Cinzas (%)	Carbono fixo (%)
<i>in natura</i>	Lenha	0,791±0,015 <sup>a</sup>	9,90±0,83 <sup>b</sup>	82,56±0,44 <sup>d</sup>	2,63±0,27 <sup>c</sup>	14,81±0,70 <sup>a</sup>
	Casca de mandioca	0,307±0,039 <sup>d</sup>	11,37±0,26 <sup>a</sup>	85,47±0,29 <sup>bc</sup>	5,70±0,18 <sup>a</sup>	8,98±0,41 <sup>c</sup>
	Maniva	0,849±0,054 <sup>a</sup>	9,81±0,32 <sup>b</sup>	84,79±0,67 <sup>c</sup>	4,47±0,08 <sup>b</sup>	10,76±0,58 <sup>b</sup>
	Sabugo de milho	0,541±0,028 <sup>b</sup>	9,62±0,19 <sup>b</sup>	87,47±0,41 <sup>a</sup>	2,51±0,30 <sup>c</sup>	10,02±0,42 <sup>bc</sup>
	Palha de milho	0,446±0,023 <sup>c</sup>	10,33±0,24 <sup>ab</sup>	86,33±0,46 <sup>ab</sup>	2,30±0,15 <sup>c</sup>	11,38±0,32 <sup>bc</sup>
Briquete	Lenha	1,476±0,181 <sup>b</sup>	10,06±0,07 <sup>c</sup>	84,20±0,49 <sup>c</sup>	2,26±0,16 <sup>c</sup>	13,53±0,65 <sup>a</sup>
	Casca de mandioca	1,731±0,026 <sup>a</sup>	12,28±0,20 <sup>a</sup>	85,89±0,29 <sup>b</sup>	5,74±0,43 <sup>a</sup>	8,47±0,12 <sup>b</sup>
	Maniva	1,503±0,004 <sup>b</sup>	9,89±0,38 <sup>c</sup>	82,24±0,50 <sup>d</sup>	4,48±0,03 <sup>b</sup>	12,99±0,65 <sup>d</sup>
	Sabugo de milho	0,806±0,013 <sup>c</sup>	10,92±0,05 <sup>b</sup>	88,54±0,62 <sup>a</sup>	1,99±0,11 <sup>c</sup>	9,47±0,54 <sup>a</sup>
	Palha de milho	0,818±0,022 <sup>c</sup>	11,37±0,03 <sup>b</sup>	88,22±0,37 <sup>a</sup>	1,79±0,10 <sup>c</sup>	9,99±0,47 <sup>a</sup>

Resultados representam a média de três repetições ± desvio padrão e as letras diferentes em cada linha significam que as amostras foram significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

A secagem, além de reduzir a umidade, diminui a possibilidade de deteriorações. As amostras possuíram umidade inferior a 15%, indicando boa condição para conservação destes resíduos. As cinzas geradas na queima do combustível informam a quantidade de energia produzida pela biomassa, ou seja, quanto mais cinzas são produzidas, menos

eficiente deverá ser a queima deste resíduo, em função de um maior teor de elementos minerais presentes na biomassa. Pode-se observar altos teores de cinzas nos resíduos de mandioca, quase o dobro do observado na lenha, e valores ainda mais baixos nos resíduos de milho briquetados.

O briquete de casca de mandioca apresentou maior densidade em relação às

demais amostras. Apesar de na forma *in natura* a maniva ter apresentado uma densidade baixa ( $0,307 \text{ g/cm}^3$ ), na briquetagem seu poder de compactação gerou massa específica cerca de 15% superior à lenha briquetada.

Mckendry (2002) cita que o teor de voláteis se refere à parte da biomassa que evapora através do aquecimento. Os resultados indicaram valores praticamente semelhantes nas amostras *in natura* e um pouco mais elevados nos briquetes a partir de palha e de sabugo de milho.

A análise do carbono fixo refere-se à quantidade de biomassa queimada no estado sólido. Para uma combustão maior, percentuais de carbono fixo são preferíveis, pois indica que a queima do material é mais lenta (Mckendry, 2002).

Os resultados mostram uma queima dos briquetes de maniva semelhante à lenha e rápida para os briquetes obtidos a partir de casca de mandioca, palha e sabugo de milho.

Os resultados indicam que tanto os resíduos do beneficiamento da mandioca como do milho apresentam características semelhantes à da lenha utilizada nas casas de farinha visitadas e, portanto, podem vir a ser um substituto dessa madeira ilegal. Para confirmar estes resultados, foi analisado o poder calorífico, quantidade de energia por unidade de massa (ou de volume, no caso dos gases) libertada na oxidação de um determinado combustível, cujos resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 03 – Análises do poder calorífico das biomassas.

		Poder calorífico (MJ/kg)			
		Úmida		Seca	
		<i>in natura</i>	briquete	<i>in natura</i>	briquete
Mandioca	Casca	14,48	14,69	16,79	16,73
	Maniva	16,64	16,70	19,00	18,89
Milho	Sabugo	16,99	16,82	19,17	18,92
	Palha	16,54	16,42	18,58	18,44

Com estes resultados confirmou-se que tanto os resíduos provenientes do beneficiamento da mandioca quanto os do milho apresentam grande potencial energético para a queima na forma de briquetes, sendo bons substitutos à lenha. Sobressaem-se os resíduos de milho e a maniva. A casca de mandioca, em função do elevado teor de cinzas, gerou menor poder calorífico em relação às demais amostras.

Apesar do grande potencial de queima, para a viabilidade de substituição de briquetes a partir destes resíduos faz-se necessária uma análise de custos e benefícios, a exemplo de tratamento e transporte da matéria-prima.

## CONCLUSÃO

A cadeia produtiva do Estado de Alagoas possui entre os principais resíduos agroindustriais a palha e o sabugo de milho e a casca e a maniva de mandioca, os quais necessitam de alternativas de tratamento como forma de reduzir o impacto ambiental, ao mesmo tempo em que se agrega valor a estes produtos de descarte. A caracterização físico-química dos resíduos moídos e prensados indicou alta densidade e teor de cinzas na casca de mandioca, levando a um menor poder calorífico, ainda que de boa qualidade para a queima. O briquete de maniva (caule da mandioca), mesmo com significativo teor de minerais e carbono fixo semelhante ao briquete de lenha, gerou bom poder

calorífico (18,89 MJ/kg), 11% superior ao briquete de casca de mandioca (16,73 MJ/kg). Os resíduos de milho, apesar de maior teor de voláteis e de menor densidade, apresentaram baixos teores de cinza e de carbono fixo, levando a um significativo poder calorífico da palha e do sabugo de milho (18,44 e 18,92 MJ/kg, respectivamente). Estes resultados indicaram capacidade físico-química para a substituição da lenha pelos briquetes destes resíduos, sendo necessários estudos de viabilidade econômica de uma usina beneficiadora de briquetes como forma de agregar valor a um produto de descarte e gerar renda às comunidades produtoras de farinha, ao mesmo tempo em que se evita a comercialização de madeira ilegal.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de Mestrado e à Embrapa Agroenergia pelo auxílio nas análises de poder calorífico.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT NBR 8112/83, **Carvão vegetal – análise imediata.**
- ABNT NBR 8633/84, **Determinação do poder calorífico superior.**
- Aguiar, C. M. **Hidrólise enzimática de resíduos lignocelulósicos utilizando celulasas produzidas pelo fungo *Aspergillus niger*.** Toledo: UNIOESTE/PPGEO, 2010. (Dissertação de Mestrado).
- Bertolo, L. R. Desenvolvimento de briquetes com folhas de árvores geradoras de energia térmica. **Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP.** v.4, n.9, outubro de 2010.
- Biomax **Indústria de Máquinas.** <http://www.biomaxind.com.br/site/br/briquete.html>. 20 Dez. 2013.
- Brito, J. O. **Carvão vegetal no Brasil: gestões econômicas e ambientais.** São Paulo **Energia.** São Paulo, n. 69, maio/jun. 1991.
- Calheiros, F. **Fábrica de briquetes.** Rio Largo, 08 de Jun. 2013.
- Centro Nacional de Referência em Biomassa. Instituto de Eletrotécnica e Energia – IEEU. **Metodologias de cálculo para conversão energética.** 2008. Universidade de São Paulo – USP. [www.cenbio.org.br](http://www.cenbio.org.br). 05 Jan. 2013.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento, **Acompanhamento da Safra Brasileira, Grãos.** [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_08\\_41\\_56\\_bol\\_etim\\_graos\\_4o\\_lev\\_safra\\_2010\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_bol_etim_graos_4o_lev_safra_2010_2011.pdf). 08 Jan. 2013.
- Cortez, L. A. B.; Lora, S. E.; Ayarza, J. A. C. **Biomassa para energia: Biomassa no Brasil e no Mundo.** Campinas: Editora Unicamp. 2008.733p.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho e sorgo,** 2009. <http://www.cnpms.embrapa.br/unidade/unidade.html>. 19 Ago. 2012.
- Gaspar, L. **Casa de farinha.** Pesquisa Escolar On-Line, Fundação Joaquim Nabuco, Recife – PE, 2009. <http://www.fundaj.gov.br>. 20 Jan. 2012.
- Goedert, W. J. **A mandioca no Cerrado.** Orientações técnicas/Editores técnicos, Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados,2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=al&tema=lavouratemporaria> 2010. Acesso em: 24 de Jan. 2013.
- Marozzi, C. R. B. **Caracterização de resíduos agroindustriais e florestais**

- visando a briquetagem.** Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. Jerônimo Monteiro - ES, 2012.
- Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva do milho.** Secretaria de Política Agrícola – SPA. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA. Série Agronegócios, vol. 1, Janeiro 2007.
- Paula, L. E. R. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n. 66, p. 103-112, junho de 2011.
- Portal do Agronegócio, 2009. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>>. Acesso em: 14 de Dez. 2012.
- Quirino, W. F. **Características e índices de combustão de briquetes de carvão vegetal.** Brasília, 1991. <http://www.funtecg.org.br/arquivos/indice.pdf>. 10 Dez. 2012.
- Ribaski, J.; Santos, P. E.T. **Biomassa para energia.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. <http://ag20.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/arvore/CONT000flguaaxl02wyiv80hhnoey960953j.html> 02 Fev. 2014.
- Souza, A. E. Biomass residues as fuel for the ceramic industry in the state of Alagoas: Brazil. **Waste Biomass Valor.** v. 3, p. 191-196, 2012.
- Souza, J. E. A. **Avaliação das diversas fontes e tipos de biomassa do estado de alagoas: estudo de suas características físico-químicas e de seu potencial energético.** Maceió: UFAL/IQB, 2011. (Tese de Doutorado).
- Ziglio, B. R.; Bezerra, J. R. M. V.; Branco, I. G.; Bastos, R., Rigo, M. Elaboração de pães com adição de farinha de sabugo de milho. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.9 n.1, 2007. <<http://www.unicentro.br/editora/revistas/rece n/v9n1/115-128.pdf>> 12 Fev. 2012.

Trabalho ACEITO sujeito a modificação