

SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E BIOENERGÉTICA PARA OS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA NO SEMIÁRIDO.

Izanilde Barbosa da Silva, I. B. (1); Habila Yusuf Thomas (2); Jéssica Felipe do Nascimento (3);
Marta Célia Dantas Silva. (4)

- (1) Universidade Federal da Paraíba. iza.silva.ap@gmail.com
(2) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. habilayusufthomas@yahoo.com
(3) Universidade Federal da Paraíba. jessicafelipedonascimento@hotmail.com
(4) Universidade Federal da Paraíba. marta.cds@cear.ufpb.br

RESUMO: A utilização de fontes de alternativas aos combustíveis fósseis, é destaque em pesquisas realizadas nas áreas de energias renováveis no Brasil e no mundo, dando um leque de opções para evitar o esgotamento dos recursos naturais. A mandioca é o alimento quase prioritário na mesa da população, é uma das principais culturas da agricultura familiar brasileira, fonte de nutrientes, com um consumo em todas as regiões do país, os resíduos da matéria prima agroindustrial podem ser reaproveitados de forma sustentável, pois comumente esses são depositados de forma incorreta no ambiente, gerando sérios problemas ambientais. O aproveitamento dos resíduos gerados desta cultura, pode favorecer rentabilidades para as comunidades. Dentre as produções energéticas destaca-se o bioetanol, biogás e os briquetes. Avalia-se também, usos como biofertilizante, alimentação para animais, álcool fino (álcool 70%), vinagre e geleias. Pesquisas apontam estudos para este seguimento na comunidade científica em Instituições de Ensino e Órgãos de Pesquisa. A literatura reporta dados positivos para a produção e viabilidade na produção de biocombustíveis derivados desta cultura.

Palavras-chaves: bioetanol, biomassa, energias renováveis

INTRODUÇÃO

A crise energética mundial, evidencia um avanço nas pesquisas em tecnologias de transformação alternativas e sustentáveis em todos os meios de consumo. A interação homem x ambiente, relacionadas às atividades agrícolas, têm recebido atenção nos questionamentos ambientais e crescente preocupação dos modelos alternativos de agricultura, minimizam os impactos ambientais negativos sobre os recursos naturais (PEREIRA *et al.*, 2010).

A importância do aproveitamento energético da biomassa aplicando processos de conversão, agrega valor ao meio ambiente, melhora a produtividade de energia, reduz a dependência de combustíveis fósseis e contribui para o desenvolvimento de bioenergia limpa e renovável. Neste

contexto, a busca por fontes de energia renovável vinculada a solução de passivos ambientais, causados pelos resíduos agrícolas sem destinação adequada, é fator relevante no incremento de comunidades em desenvolvimento.

O Brasil é um país de clima tropical e possui potencial para a produção da biomassa. A biomassa é definida como toda matéria orgânica vegetal, formada pelo processo de fotossíntese, o qual ocorre na presença de luz solar (TOLMASQUIM, 2016). A biomassa é renovável devido não contribuir para o acúmulo de carbono na atmosfera, ao contrário dos combustíveis fósseis, todo CO₂ liberado durante o uso da biomassa, é absorvido no processo de fotossíntese para sua formação (COELHO, 2017). Segundo Martinez (2016), a biomassa origina-se de material orgânico de origem vegetal ou animal, a qual pode – se utilizar como fonte de energia, os resíduos agroindustriais e animais, plantações energéticas e o lixo urbano. Os tipos de biomassa utilizadas para geração de energia, são inúmeras: casca do arroz, casca do coco verde, eucalipto, ouriço de sapucaia, resíduos da mandioca. Outra vantagem do uso da biomassa, deve-se ao alto poder calorífico, e quanto maior a densidade, maior será a energia armazenada. Existe quatro formas de transformar a biomassa em energia: Pirolise, onde a biomassa é exposta a extremas temperaturas na presença de oxigênio, acelerando o processo de decomposição (COELHO *et al.*, 2017). Gaseificação, neste processo a biomassa também passa por um processo sob altas temperaturas na ausência de oxigênio, no qual origina-se um gás inflamável. Combustão, o processo é realizado em altas temperaturas na presença de oxigênio em abundância, produzindo vapor de alta pressão, esse vapor geralmente é usado em caldeiras para mover turbinas e por último co-combustão, este processo tem como objetivo principal substituir parte do carvão mineral utilizado em usinas termoelétricas por biomassa com o propósito de reduzir significativamente a emissão de poluentes (OLIVEIRA, 2013).

Nesta perspectiva, as principais matérias-primas para obtenção de etanol são aquelas que são detentoras de açúcares solúveis provenientes da cana de açúcar, amido da mandioca e de grãos como milho, o sorgo e celulose contida em bagaço de cana e resíduos florestais. E cada elemento tem características específicas e processamentos tecnológicos diferenciados para a obtenção do etanol.

Diante disso existem diferentes maneiras de obtenção do etanol, a via sintética e a via fermentativa, a mais utilizada no Brasil pelo fato de possuir um grande número de matéria- prima em todo o território, é a fermentativa. Para obtenção do álcool por via fermentativa, distinguem-se três fases: o preparo do substrato, a fermentação e a destilação (NASCIMENTO *et al.*, 2012). O processo de fermentação por digestão anaeróbica, pode ser avaliado como uma opção importante

para a produção de energia de forma sustentável, pelo fato de utilizar vários tipos de resíduos industriais, domésticos de agricultura ricos em carboidratos como substrato para produção de energia, minimizando os danos ocasionados pelo descarte do material de forma inadequada ao ambiente.

O Brasil possui variedade de culturas agrícolas, gerando grandes quantidades de resíduos, onde alguns não são aproveitados mesmo tendo um potencial energético. Considerando essas culturas, o Norte, Sul e o Nordeste são detentores da grande produção da farinha de mandioca. A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tem importância fundamental na alimentação humana de populações, com 65% da produção mundial de raízes destinadas para o consumo humano tanto na forma *in natura* quanto sob formas derivadas. Tendo como principais produtores Nigéria, Brasil, Tailândia e Indonésia (VIEIRA, 2012). Neste sentido, a mandioca está inserida na alimentação dos brasileiros como um dos principais alimentos, quer na forma de amidos e derivados, na forma de farinha, tapioca ou em menor escala na alimentação de animais. Para Valle (2007), a mandioca tem um grande potencial de utilização para a produção do etanol, devido as suas características biológicas que podem colaborar significativamente, para diminuir os impactos sociais e ambientais decorrentes dessa cultura.

Segundo Pereira *et al.*, (2010), o semiárido tem características específicas de clima e escassez de água ao longo do ano, ocasionando impactos diretos na produção agrícola da região. Por conseguinte, os agricultores em algumas regiões estão substituindo as plantações por espécies que se adaptam as condições de solo e clima, como é o caso da mandioca. O processo produtivo da farinha de mandioca causa sérios problemas ambientais nas proximidades das casas de farinha ou fábricas, pelo descarte indevido do líquido (manipueira), e dos resíduos sólidos em áreas próximas as casas, contribuindo para a poluição do solo. O alto índice de matéria orgânica que os subprodutos contêm, contribuem para o aumento da demanda química de oxigênio (DQO), e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do local (MARTINEZ, 2016). Apesar da cana de açúcar deter a produção do etanol como principal componente da matriz brasileira, há pesquisas sobre etanol derivado do amido e de celulose, visando a sustentabilidade e consolidação de energias renováveis no Brasil. Diante desta problemática, o presente artigo é de natureza bibliográfica e tem por objetivo, mostrar uma abordagem e as alternativas para aproveitamento desses resíduos descartados de forma incorreta no ambiente, demonstrando a viabilidade da transformação desses resíduos em biocombustíveis.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de natureza exploratória, devido a coleta de dados, a partir de textos publicados em livros, artigos científicos nacionais e internacionais, revistas, jornais, disponibilizados em base de periódicos, bem como, outros materiais de acesso livre na internet, relativos a utilização sustentável dos resíduos da mandioca no aproveitamento para biocombustíveis, a fim de mostrar o aproveitamento energético dos resíduos desta cultura. A compilação do material de pesquisa se deu através dos materiais publicados nos últimos 10 anos.

DISCUSSÃO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta de raiz tuberosa da família da *Euphorbiaceae*, nativa da América do Sul e possui um cultivo em torno do mundo como fonte primária de amido. A mandioca é considerada o sexto alimento mais importante no mundo, é uma cultura encontrada em quase todo o território nacional, tanto em terras férteis (região sul), quanto no Semiárido em algumas regiões do Nordeste (PAES, 2012).

A diversidade climática, as condições naturais de solo e a ausência de tecnologias adequadas e melhoramento genético das espécies utilizadas na região estão entre os principais desafios que restringem a produção agrícola nas regiões semiáridas (CASTRO, 2012). O potencial da mandioca para a obtenção do etanol, se dá devido à alta taxa de carboidratos. Com essa descoberta, na década de 30 e 70 e com a crise energética, foram implantadas usinas de fabricação do etanol de mandioca no Brasil. Mas a produção de álcool da cana de açúcar sempre se aperfeiçoando em aspectos tecnológicos e econômicos, os investimentos para a produção do etanol a partir da mandioca, foram suprimidos. (SANTOS, 2010).

Pinto (2013) mostra que devido a capacidade de armazenamento de amido nas raízes, a mandioca pode ser a alternativa mais viável para a produção de álcool, favorecendo as comunidades tradicionais e/ou de pequenos e médios produtores e incentivando a industrialização. Desta maneira, as comunidades produtoras de farinha do semiárido, podem se tornar auto - sustentáveis, na produção de biocombustíveis e desenvolver tecnologias para uma nova matriz produtiva, visto que, a mandioca é produzida em todo o território brasileiro.

Os locais onde se processa a matéria-prima para a fabricação da farinha, são popularmente chamadas de casas de farinha, é mais comum em pequenas comunidades, ganhando destaque

principalmente pela população de baixa renda, buscando meio de sobrevivência na agricultura, (SOUSA, *et al.*, 2014).

Os resíduos gerados são em grandes quantidades sólidos (cascas, cepas, crueiras, farelo), os líquidos (água de lavagem das raízes, dos instrumentos e das máquinas utilizadas no processo e a manipueira). Existe dois tipos de beneficiamento no processo de produção da farinha: o manual e o industrial. No descascamento manual, o volume de efluente gerado pode ser menor que quando se utilizam máquinas para essa atividade, pois para que a máquina descasque as raízes, usa-se areia e muita água para lavar as mesmas após a raspagem (SALLA, 2008). A composição de açúcar ou carboidratos da matéria-prima, pode ser utilizada para a produção do etanol. Existem três tipos de carboidratos presentes nas matérias-primas e podem ser classificadas em três grupos diferentes os sacaríneos que contêm açúcares simples tais como sacarose, glicose, frutose, os materiais amiláceos que contêm carboidratos como o amido e necessitam de uma hidrólise para conversão deste em glicose, e os lignocelulósicos, este último, proveniente de vegetais que necessitam do pré-tratamento físico e químico vigorosos para obtenção de etanol (BARCELOS, 2012).

É importante ressaltar que o processo de produção do etanol de segunda geração é composto por duas etapas: quebra das longas cadeias de celulose e hemicelulose, via hidrólise enzimática ou química, com o intuito de obter-se açúcares de moléculas menores, posteriormente os açúcares reduzidos, obtidos no processo de hidrólise são fermentados (PAES, 2012).

A rota tecnológica mostrada na Figura 1, é a via fermentativa que é o método mais utilizado na obtenção do etanol no Brasil e em outros países do mundo. O procedimento é constituído de três etapas: preparo do substrato, fermentação e destilação do fermentado (MARTINEZ, 2016).

Segundo Camacho (2013) O processo de fermentação alcoólica caracteriza-se como uma via catabólica, na qual há a degradação de moléculas de açúcar (glicose ou frutose), no interior da célula de microrganismos (leveduras ou bactérias), até a formação de etanol e CO₂, havendo liberação de energia química e térmica

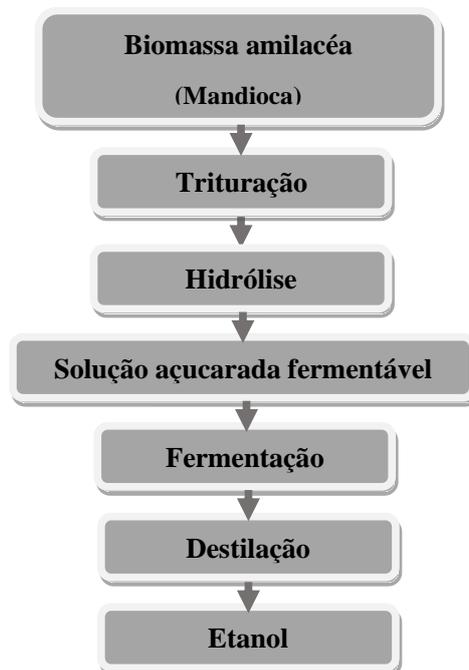


Figura 1: Rotas tecnológicas para produção de etanol
Fonte: Adaptado de Martinez, 2016

As fontes amiláceas são alternativas viáveis a obtenção do etanol combustível, contudo, faz necessário que a matéria prima passe pelo processo de hidrólise prévia, para a conversão do amido em açúcares fermentáveis. O processo de hidrólise pode ocorrer em duas rotas: enzimática e química (SUMAN *et al.*, 2011).

Soluções bioenergéticas e potencialmente aproveitáveis para a obtenção de biocombustíveis.

Casca da mandioca

As cascas da mandioca são os resíduos com maior volume, onde nos países em desenvolvimento, existe um número elevado de colheita de mandioca, deste modo, registros de estudos confirmam o desperdício desta matéria, a qual pode ser trabalhado seu reaproveitamento para produção de biocombustíveis como bioetanol, biogás, briquetes, alimentos para animais e outras funções (OLIVEIRA, 2013). A lenha utilizada na queima dos fornos, geralmente são de origem florestal duvidosa. A produção de briquetes seria uma alternativa sustentável de aproveitamento dos resíduos, diminuindo os problemas ambientais com o descarte dos resíduos de forma incorreta e redução do desmatamento na região (VIEIRA, 2012).

Manipueira

O líquido amarelado resultante do processo de prensagem das raízes trituradas, apresenta potencial poluidor reconhecidamente elevado. Para Suman *et al.*, (2011), para cada tonelada de raízes processadas nas farinheiras são 300 litros de manipueira. Se ela for despejada na natureza, provoca a poluição do solo e das águas (rios, riachos e açudes), causando grandes prejuízos ao ambiente e ao homem, que dele necessita para viver, pois contém elevada concentração de matéria orgânica, principalmente, de amido, glicose e outros açúcares, proteínas, linamarina e derivados cianogênicos, sais minerais e substâncias orgânicas tóxicas, como o cianeto decorrente da presença do ácido cianídrico (CARDOSO *et al.*, 2009)

As alternativas para reutilização da manipueira são inúmeras, há estudos nas Intituições de Ensino e em Institutos de Pesquisa responsáveis pelo primeiro setor produtivo como a EMBRAPA e outros órgão de pesquisa. Dentre as alternativas, podem ser usadas na alimentação animal (ALMEIDA, *et al.*, 2009), na produção de biofertilizantes, e no controle de pragas e insetos (CARDOSO, 2005). Além de possuir potencial para a produção do biogás (SANTOS, *et al.*, 2010), etanol, entre outras aplicações (SUMAN *et al.*, 2011).

CONCLUSÃO

A utilização da biomassa oriunda do processamento da raiz da mandioca traz benefícios enormes tais como o aproveitamento dos resíduos para a aplicação de alternativas na produção da energia limpa e renovável, ao mesmo tempo, resolvendo o problema de poluição dos corpos de água tais como rios e lagoas próximos das casas e indústrias de processamento da farinha. Conclui-se neste trabalho, que o aproveitamento dos resíduos do processamento da mandioca é uma solução viável para aproveitamento dos resíduos da mandioca no semiárido, deixando o meio ambiente menos poluído e assim, melhorando a qualidade dos corpos de água nestas regiões, bem como contribuir para geração de emprego e renda em comunidades que utilizam agricultura de subsistência, as potencialidades e viabilidade de geração de biocombustíveis dos resíduos da mandioca e de outros resíduos da biomassa agro industrial é promissora, porém, pesquisas mostram que somente poderão ser aproveitadas mediante um forte apoio do setor público para a formação de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia e transferência para o setor produtivo. Desta forma, agregará valor a cultura da mandioca e favorecerá o desenvolvimento das regiões semiáridas do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.R.M.; SILVA, A.M.; LIMA, J.P.; ALMEIDA, M.M.; ZACHARIAS, F.; REGIS, U.O. **Avaliação do Potencial nutritivo da Manipueira na dieta de ovinos deslançados**. Rev. Bras. De Agroecologia. Vol. 4 Nº. 2, 2009.

ARAÚJO et al. Problemática Dos Resíduos Líquidos Das Agroindústrias Processadoras De Raízes De Mandioca No Estado Da Paraíba. Revista Verde (Mossoró – RN), v. 7, n. 2, p. 258-262, abr – jun, 2012.

BARCELOS, C. **Aproveitamento das Frações Sacarínea, Amilácea e Lignocelulósica do Sorgo Sacarino [Sorghum bicolor (L.) Moench] para a Produção de Bioetanol**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CAMACHO, I. A. O. Produção de resíduos sólidos de matérias-primas amiláceas na fabricação de bioetanol para análise de segurança em alimentação de ratos wistar. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2013

CASTRO, C. N. de. **A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Brasília, Rio de Janeiro: Ipea, 2012.

CARDOSO, E. **Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho**. Criciúma – SC, 53p. Dissertação (mestrado) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2005.

CARDOSO, E.; CARDOSO, D.; CRISTIANO, M.; SILVA, L.; BACK, A. J.; BERNADIM, A. M.; PAULA, M. M. S., 2009. Use of manihot esculenta, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. Research Journal of Agronomy, v.3, p.1-8.

COELHO, S.T; GARCILASSO; V.P; ESCOBAR, J.F; COLUNA, N; AMARAL, A.C. Geração de eletricidade a partir da biomassa no Brasil. In: MOREIRA, J.R.S. (Org.). **Situação atual, perspectivas e barreiras. Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. LTC. Rio de Janeiro. 2017.

MARTINEZ, D.G. **Produção do etanol de segunda geração a partir de resíduos do processamento da mandioca**. 2016. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Oeste do Paraná. Cascavel. 2016.

NASCIMENTO, V. F. **Caracterização de biomassas amazônicas – ouriço de castanha-do-brasil, ouriço de sapucaia e caroço do fruto do tucumã – visando sua utilização em processos de termoconversão** Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas . Campinas, SP: [s.n.], 2012.

OLIVEIRA, D. B. S. **O uso das tecnologias sociais hídricas na zona rural do semiárido paraibano: Entre o combate a seca e a convivência com o semiárido**. 2013. 186 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

PAES, C. L. Embrapa avalia novas fontes para produzir etanol. 2012

PEREIRA, L. A.; PEREIRA, M.C.T.; BRITO, L.T.L.; MELO, R.F.; CAMARGO, A.F.M. A agricultura e suas relações com o ambiente. In: BRITO, L. T. de L.; MELO, R. F. de (Orgs). **Impactos ambientais causados pela agricultura no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 13-29.

PINTO, P. H. M.. **Tratamento da manipueira de feccularia utilizando processos oxidativos com peróxido de hidrogênio, ozônio e radiação ultravioleta**. São Paulo:UNESP,2013. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,2013.

SALLA, D. A. **Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho**. 2008. 168 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrônômicas de Botucatu, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101812>> Acesso em 25 de agosto de 2017.

SANTOS, A. **Possibilidades e Perspectivas para a sustentabilidade de cultivo da mandioca**. 2010.

SOUSA et al. O Espaço De Produção Da Farinha De Mandioca E Impactos Ambientais: Uma Análise Na Comunidade São Jorge Município De São Miguel Do Guamá-Pa, 2014.

SUMAN, P.A.; URBANO, L.H.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. **Efeitos de parâmetros de fermentação na produção de etanol a partir de resíduo líquido da industrialização da mandioca (manipueira)**. Revista: Acta Scientiarum. Technology. Maringá, 2011.

TOLMASQUIM, M. T. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica – EPE: Rio de Janeiro, 2016.

VALLE, T. L.. Avaliação do potencial energético dos resíduos de campo da cultura da mandioca. In: XII Congresso Brasileiro de Mandioca. Raízes e Amidos Tropicais v. 3. <http://www.cerat.unesp.br/revistarat/volume3>. São Paulo, 2007.

VIEIRA, A. C. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, PR, 2012. 56 f.