



VI-213 - ANÁLISE ENERGÉTICA DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE BOCAIUVA (ACROCOMIA ACULEATA) NO MATO GROSSO DO SUL

Heltton Alves Guimarães⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Profissional Autônomo.

Flávio Aristone⁽²⁾

Doutor em Física pelo Instituto Nacional de Ciências Aplicadas de Toulouse – França (1994). Mestrado em Física pela Universidade Federal de Pernambuco (1989). Bacharel em Física pela USP – São Carlos (1986). Coordenador de Projetos de Pesquisa pelo CNPq - CTAgro desde 2004.

Eric Buba⁽³⁾

Bacharel em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Endereço⁽¹⁾: DHT/CCET/UFMS, CX. POSTAL 549, CEP 79070-900, Campo Grande/MS, fone: +55 (67) 3345-7490, fax: +55 (67) 3345-7499, e-mail: heltonalguim@yahoo.com.br

RESUMO

Devido ao aquecimento global, a redução de gases de efeito estufa se tornou uma meta mundial, priorizando a redução das emissões poluentes. O uso de energia fóssil é um dos principais responsáveis desse desastre ambiental, por isso a busca por energia alternativa se tornou prioritária, dando ênfase aos biocombustíveis. Com o avanço do mercado de biocombustíveis, a demanda por energia renovável aumenta em ritmo acelerado. A palmeira da bocaiúva despertou interesse por sua característica oleosa, pela sua abundância no estado de Mato Grosso do Sul e pelo fato do pouco conhecimento. A partir de trabalhos de campos e fontes bibliográficas, foi realizado o estudo do balanço energético da produção do óleo de bocaiúva e proposto sugestões de uso e reaproveitamento de seus resíduos. Os resultados indicaram ótimo rendimento de aproximadamente 1500 l/ha/ano e baixos custos para sua produção, semelhantes aos cultivos de dendê e pinhão manso. Os dados obtidos foram importantes para uma avaliação mais detalhada das alternativas de energia vinda da biomassa. Como a ocorrência da palmeira se encontra na forma extrativista, ressalta-se a importância de mais pesquisas do uso do óleo para fabricação de biodiesel a fim de despertar investimentos e alocação de áreas com plantio direcionado.

PALAVRAS-CHAVE: energia renovável, biodiesel, balanço energético, óleo de bocaiúva.

INTRODUÇÃO

Os meios de transporte têm um papel fundamental em nossa sociedade. Direta ou indiretamente dependemos deles para a maioria de nossas atividades cotidianas.

Boa parte dos transportes que utilizamos atualmente se move a partir da queima de combustíveis fósseis, como a gasolina e o óleo diesel, lançando grandes quantidades de gases tóxicos na atmosfera. Automóveis, ônibus, caminhões e outros veículos motorizados são hoje as principais causas de poluição do ar na maioria das cidades do mundo.

No Brasil e no mundo tem sido muito discutido a redução do uso de combustíveis fósseis devido a vários fatores no aspecto ambiental, social e econômico. No aspecto ambiental destaca-se a degradação do meio ambiente pela poluição causada com o uso continuado de combustíveis fósseis. Cada vez mais o uso da energia fóssil aumenta devido a sua grande utilização no transporte, que depende da queima destes combustíveis e seus derivados que possuem alto teor de carbono. Em todo o planeta a frota de veículos continua aumentando significativamente, com isso aumenta também a emissão de gases de efeito estufa (GEE) como o NO_x, CO₂, SO_x, COVs (Compostos Orgânicos Voláteis), dentre outros. Some-se a esse efeito nefasto toda a questão da produção industrial e chegamos à questão do aquecimento global.

Alguns dos principais produtos da combustão em veículos automotores são o dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não ou parcialmente oxidados (HC), aldeídos (R-CHO), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x) e material particulado (MP). O ozônio troposférico (O₃), outro importante poluente, tem a sua formação associada à presença de HC e NO_x. (BAIRD, 2002)



A redução do uso de combustíveis fósseis não se dará pelo seu esgotamento, mas sim pela substituição parcial dele. Há várias tecnologias sendo desenvolvidas para encontrar uma maneira de atender a demanda crescente por energia de forma sustentável, maneiras que visam à diminuição de emissões de gases que causam o aquecimento global, uma delas é o uso dos biocombustíveis.

Biocombustíveis:

→ **Álcool:** cana de açúcar; processo de fermentação do caldo de cana.

→ **Biodiesel:** oleaginosas e gorduras; transformação físico-química de óleos vegetais e gordura animal.

O biocombustível reduz as emissões de poluentes em relação à queima combustíveis fósseis, pois é um produto biodegradável e não corrosivo. Os biocombustíveis são produzidos de biomassa renovável e contém em sua composição menos enxofre, poluente danoso à qualidade do ar e responsável pelos episódios de chuvas ácidas. Quanto ao balanço de CO₂ o balanço se torna nulo quando a biomassa volta a crescer consumindo o equivalente do gás que foi gerado em sua queima.

O uso do biodiesel é vantajoso não somente do ponto de vista ambiental, mas socialmente também. Colabora na inclusão social, já que é produzido a partir de culturas agrícolas cultivadas até em pequenas propriedades, contribuindo para um aumento de emprego e renda. Esse estudo é focalizado no estudo do óleo de baciúva, por ser uma planta nativa e abundante na região, que começa a despertar grande interesse por ser uma grande produtora em potencial de óleo vegetal destinável a produção de biodiesel.

O BIODIESEL

Biodiesel é o nome dado a um combustível alternativo de queima limpa, produzido a partir da utilização de recursos renováveis de origem animal ou vegetal. O biodiesel não contém diesel proveniente da destilação do petróleo, mas pode ser adicionado a ele formando uma mistura; pode ser usado em um motor de ignição a compressão sem necessidade de modificação, além disso, o biodiesel é simples de ser usado, é biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos (PARENTE, 2003). A ANP (Agência Nacional do Petróleo) através da resolução nº 42/2004, define “biodiesel – B100 – combustível composto de alquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais”, e delimita especificações para determinação das características do biodiesel. Essas características seguem o padrão de identidade e de qualidade, para seu uso na adição com combustíveis fósseis.

Feita a extração de óleo vegetal, o biodiesel é obtido através do processo de transesterificação, onde se fazem reagir os triglicérides com etanol ou metanol, mais um catalisador, produzindo glicerol e ésteres dos ácidos graxos componentes do óleo vegetal. A variedade de matéria-prima é muito grande, o que leva as várias possibilidades de pesquisa. Dentre as culturas já pesquisadas destacam-se: a colza, o dendê (palma), o babaçu, o girassol, a mamona, o algodão, o amendoim e a soja.

Sampaio (2003), comparando as emissões entre o biodiesel e o diesel do petróleo, em motor perkins, encontrou resultados que favorecem o uso do biodiesel: redução de 58,9% de monóxido de carbono (CO), de 8,6% de dióxido de carbono (CO₂), de 32% de óxido de nitrogênio (NO_x) e de 57,7% de dióxido de enxofre (SO₂). Esses gases que são responsáveis pela formação da chuva ácida e são classificados como GEE, causando o aumento da temperatura global.

O biodiesel pode ser usado em motores estacionários e veiculares, em substituição ao óleo diesel derivado do petróleo. Seu uso em veículos pesados (ônibus e caminhões) trará uma redução significativa dos poluentes atmosféricos, em especial de material particulado, em razão da menor quantidade de enxofre no combustível.

Já existem vários programas de Biodiesel pelo mundo, principalmente na Europa. O Brasil se mostra com um grande potencial para a sua produção devido à extensão territorial, luminosidade e climas favoráveis a diversas culturas agrícolas. Em 2004 o governo brasileiro instituiu o Programa Brasileiro de Produção e Uso do Biodiesel, que prevê a adição ao diesel mineral em etapas: o B2 (2% de Biodiesel e 98 % de diesel) de forma permitida até 2007, o B2 de forma obrigatória a partir de 2008, e B5 (5% de Biodiesel e 95% de diesel) de forma obrigatória a partir de 2013. Para atender essa demanda (do B2) serão necessários 800 milhões de



litros em sua fase inicial. Por isso é de grande importância o desenvolvimento de culturas que possuem grande rendimento de óleo com alto poder calorífico.

Para afirmar se a matéria-prima tem requisitos para a produção do Biodiesel são levados em consideração vários fatores como o conteúdo de óleo (%), o rendimento (em t/ha), os meses de colheita e principalmente o balanço energético.

Para a utilização racional dos derivados de biomassa como combustíveis é necessário que se tenha um balanço energético positivo, que é a relação produção/consumo. Quando esse balanço positivo, a matéria-prima se torna viável para a produção de biocombustível.

Mato Grosso do Sul é um estado privilegiado no quesito biodiesel, com futuro bastante promissor. Até o presente momento já se instalaram no Estado uma usina de grande porte, produção estimada de 100.000 litros/dia; quatro usinas de porte médio, com produção entre 30.000 e 50.000 litros/dia; e várias iniciativas menores, com produção de até 10.000 litros/dia. Estão protocolados na SEPROTUR (Secretaria de Produção e Turismo do Mato Grosso do Sul) projetos para a instalação de mais 14 usinas de grande porte nos próximos anos. (SEPROTUR,2006)

Por conta das perspectivas de grande demanda de biodiesel investimos na realização deste trabalho, com a finalidade principal de estudo o balanço energético da produção de óleo de Bocaiúva (*Acrocomia aculeata*).

A BOCAIÚVA

No Mato Grosso do Sul ela é conhecida por bocaiúva, além de ser muito conhecida também por macaúba.



Figura 1: Palmeira de Bocaiúva

A palmeira da bocaiúva é uma espécie nativa das florestas tropicais, muito encontrada em diversas áreas do Estado. Ela se desenvolve bem no cerrado e é muito resistente a queimadas.

Sua frutificação ocorre durante todo o ano e os frutos amadurecem, principalmente, entre setembro e janeiro. Os frutos aparecem normalmente após 5 anos de idade com um rendimento médio anual de 4 cachos por palmeira, podendo produzir de 12 a 15 kg de cocos por cacho (LORENZI, 2006).

Através de estudos já realizados observaram-se várias utilidades de seus frutos, folhas e sementes no uso doméstico devido ao seu poder nutricional. Verificou-se também a grande quantidade de óleo extraído,



compostos de dois tipos: o óleo da polpa e o óleo da castanha. O óleo da castanha tem alto valor nutricional, que chega próximo do azeite de oliva, podendo ser usado na alimentação humana e na produção de cosméticos.

Uma característica importante da palmeira é a utilização integral de seus subprodutos da matéria-prima industrial. Seu aproveitamento consiste em: a) Casca externa – óleo, combustível, adubo orgânico e aditivo para alimentos; b) Polpa: sucos, doces, sorvetes, farinha, rações, e o óleo, que por sua vez se destina para óleo de cozinhar, biodiesel, óleoquímica, sabão; c) Endocarpo (que envolve a castanha) - artesanato e coque vegetal (carvão, piche e alcatrão); d) Castanha (amêndoa) – azeite, biodiesel, concentrado protéico (para rações), sabões, glicerina, cosméticos, alimentos e explosivos; e) Folhas – combustível, forragem para animais, palmito, tecidos e cordas; f) Cachos – combustível e adubo orgânico; g) Estipe – farinha, madeira e bebida fermentada vinosa; h) Mudas – reflorestamento e matas ciliares (OLIVEIRA, 2002).

Sua coleta ocorre de forma rudimentar devido à sua ocorrência extrativista, em geral são coletados no chão próximo a palmeira. Este tipo de coleta tem sua desvantagem na produção do óleo, já que promove a ruptura da casca acelerando o processo de fermentação e liberação de ácidos graxos livres. Estes processos aumentam a acidez do mesmo.

O BALANÇO ENERGÉTICO

Para a utilização racional dos derivados de biomassa como combustíveis é necessário que se tenha um balanço energético positivo, que é a relação produção/consumo. Quando esse balanço positivo, a matéria-prima se torna viável para a produção de biocombustível.

O balanço energético pode ser definido como a diferença de energia consumida por unidade de área e a energia produzida por unidade de área. Deve-se levar em conta toda energia consumida no processo de produção, incorporada aos materiais de consumo e equipamentos para a produção do biocombustível. Esse cálculo indica quantas unidades de combustível fóssil foram utilizadas para a produção de unidades de combustível renovável. Essa diferença deve ser positiva para indicar a viabilidade do processo. A análise energética é usada como ferramenta de indicadores técnico-econômica e ambiental na comparação com outras matérias-primas usadas na produção do biodiesel. Essa análise procura mostrar quais culturas são passíveis de serem viáveis para utilização.

O balanço energético do processo de produção do biodiesel tem sido foco de polêmicas discussões no meio científico. Envolve inicialmente um estudo do ciclo de vida do biocombustível, isto é, como o combustível é produzido, desde a extração da matéria-prima até sua utilização em motores.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é desenvolver a análise energética do óleo de bocaiúva, e com ele fazer uma comparação com outras culturas, analisando sua viabilidade econômica e ambiental. Também procuramos propor medidas de reutilização e destinação final dos resíduos da produção do óleo e do biodiesel de bocaiúva.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de análise e coleta dos frutos foi a região das cidades de Nioaque e Aquidauana, ambas no estado de Mato Grosso do Sul. A extração do óleo e a obtenção do biodiesel foram realizadas na cidade de Campo Grande.

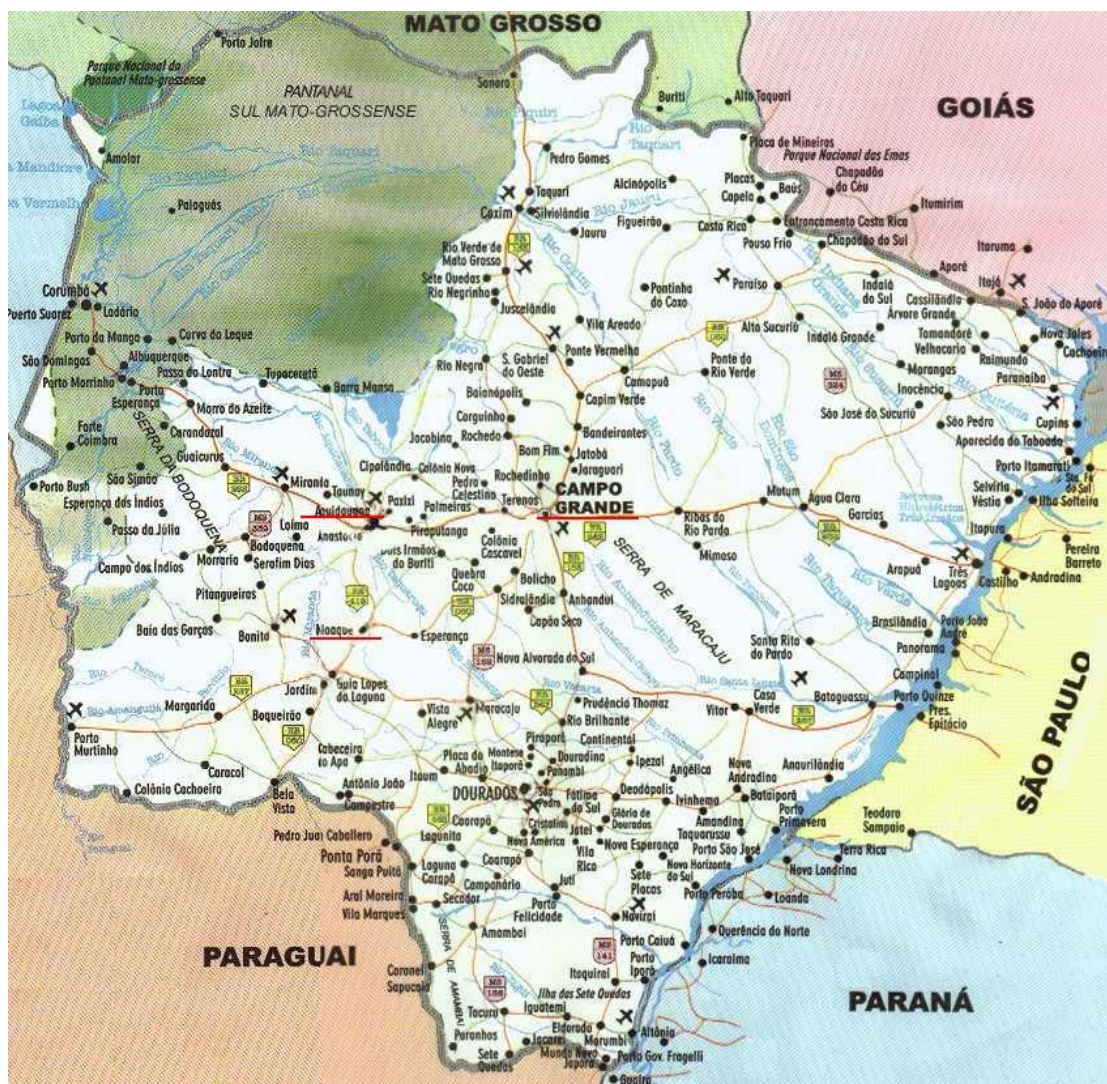


Figura 2: Mapa de Mato Grosso do Sul com destaque das cidades onde foi realizado a pesquisa

O cálculo do balanço energético é o somatório da energia consumida (negativo) e a energia produzida (positivo). Como não existem áreas de plantio direto da palmeira de bocaiúva destinadas à produção de biodiesel, sua ocorrência é apenas na forma extrativista. Para este cálculo foi necessário o estudo da energia utilizada para a extração do óleo de bocaiúva.

A produção da palmeira observada a campo, na região de Nioaque, constatou que a média foi entre 4 e 5 cachos por indivíduo, onde houve uma variação de 3 a 10 cachos por palmeira. Fato esse que demonstrou que os indivíduos crescidos sem espaçamento produziam muito menos cachos que os mais espaçados.

Martins & Alli (1983) sugerem que para uma maior produtividade sejam adotados espaçamentos de 6x6 m, 6x8 m, 6x10 m, cada unidade de hectare poderá comportar respectivamente 320, 240 e 200 palmeiras. Para melhor aproveitamento da área, entre as palmeiras, poderá se fazer o plantio de outras espécies oleaginosas como amendoim, mamona, pinhão manso, bem como milho, feijão, batata, mandioca, entre outras lavouras de subsistência, reduzindo assim os custos durante os meses de não produção das palmeiras.

Para a construção do fluxo energético são necessários dados de energia direta e indireta, conforme fundamenta o Instituto de Economia Agrícola (IEA). Ao longo do ciclo produtivo são utilizados os dados de mão de obra, quantidade de insumos e horas utilizadas com as máquinas.



O mensuramento da quantidade de energia fóssil embutida (DEE) nas máquinas e equipamentos são necessárias informações sobre vida útil, consumo de combustíveis, energia elétrica, óleos lubrificantes, graxa dos maquinários e valores médios de peso dos maquinários (IEA, 2007).

Como não há maquinários específicos para a bocaiúva, foi adaptada uma despolpadeira da marca WEG LR 38324. Mas para evitar muitas perdas o processo foi realizado manualmente. Deste modo foi desconsiderado do balanço o fator de uso de máquinas, bem como o uso de insumos, já que a palmeira é encontrada de forma extrativista.

A coleta foi realizada no mês de outubro, quando o fruto já se encontra em período de colheita. O descascamento, o despolpamento e a obtenção da castanha foram também realizados manualmente.

Para a extração do óleo da polpa e do óleo da castanha da bocaiúva foi utilizado etanol em um aparelho extrator Soxhlet. Após esses processos foi feito a decantação para a separação entre sólidos e líquidos, a filtragem para remoção das impurezas do óleo e a destilação do álcool. Foi escolhida a extração através de via química ao invés da prensa para maior aproveitamento de óleo, pois a torta produzida ainda contém óleo.

Com os óleos obtidos, da polpa e da castanha, foi produzido o biodiesel pelo método de transesterificação utilizando etanol como solvente e KOH (hidróxido de potássio) como catalisador.

Para o cálculo do balanço energético foram utilizados dados da quantidade de frutos requerida para a extração de óleo da bocaiúva. Concluindo assim a produção de óleo por unidade de área.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos da coleta demonstram que as palmeiras encontradas no Mato Grosso do Sul produzem em média de 4 a 5 cachos por indivíduo, dependendo do seu espaçamento. As palmeiras muito próximas rendiam poucos cachos, enquanto as mais espaçadas produziam mais. Cada cacho produz em média 400 a 500 frutos. Os frutos apresentaram em média diâmetro de 3,22 cm e peso de 19,58 g.

Tabela 1: Produção de frutos por unidade de área (hectare)

| | Palmeiras/ha | Cachos/ha | Frutos/ha | Tonelada/ha |
|------------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| Cenário 1 | 320 | 1440 | 648.000 | 12,69 |
| Cenário 2 | 240 | 1080 | 486.000 | 9,51 |
| Cenário 3 | 200 | 900 | 405.000 | 7,93 |

A tabela 1 apresenta como cenário 1 o espaçamento 6x6 m; cenário 2, espaçamento 6x8 m; e cenário 3 o espaçamento 6x10 m (MARTINS & ALLI, 1983).

Tabela 2: Composição do fruto

| Componentes | % |
|--------------|-------------|
| Casca | 23,23% |
| Polpa | 31,87% |
| Endocarpo | 34,60% |
| Amêndoa | 10,30% |
| TOTAL | 100% |

A composição do fruto foi de 23,23% de casca, 31,87% de polpa, 34,60% de endocarpo e 10,30% de amêndoa (Tabela 2).

Conforme dados de publicações técnicas, valores de composição do fruto e teores de óleo na polpa e na amêndoa são bastante discrepantes, decorrentes dos graus de umidade, tipo de solo e clima, e de maturidade dos frutos analisados (OLIVEIRA, 2002).

A extração do óleo da polpa de bocaiúva revelou que para cada litro de óleo são necessários 6,25 quilos de polpa. Isso significa que 4,79% do peso de cada fruto é óleo da polpa.



A extração de óleo da amêndoa apresentou que para cada litro são necessários 2,23 quilos de amêndoas de bocaiúva, representando 4,38% do peso do fruto é composto por esse óleo.

Tabela 3: Dados detalhados sobre o óleo extraído da polpa e da amêndoa

| | Densidade (g/ml) | Massa (Kg) (para 1 litro) | Teor óleo (%) | Teor óleo/fruto (%) |
|---------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------|
| Polpa | 0,938 | 6,25 | 15 | 4,79 |
| Amêndoa | 0,946 | 2,23 | 42,57 | 4,38 |
| TOTAL(fruto) | - | - | - | 9,17 |

De acordo com a tabela 3, o teor de óleo da polpa é de 15 % e da amêndoa 42,57 %. Sendo assim cada fruto tem 9,17 % de seu peso em óleo.

Com esses dados verifica-se que a média de óleo produzido por cada palmeira de bocaiúva é de 3,86 litros.

Tabela 4: Quantidade de óleo por hectare

| | Palmeiras/ha | Litros/ha | Toneladas/ha |
|------------------|--------------|-----------|--------------|
| Cenário 1 | 320 | 1.235,2 | 1,16 |
| Cenário 2 | 240 | 926,4 | 0,87 |
| Cenário 3 | 200 | 772,0 | 0,73 |

Para um melhor aproveitamento da área e um maior rendimento econômico do óleo da bocaiúva, apesar de ainda faltar experimentos, numa redução do espaçamento para 5 x 5 m, o que resultaria numa produção de 1,45 ton/ha/ano, índice atingido por poucas espécies como o dendê e o pinhão manso. Mesmo com esse espaçamento, o manejo do solo intercalando outras culturas é o mais apropriado.

O biodiesel pode ser fabricado a partir de várias oleaginosas, conforme as características de cada óleo. Em relação a essa diversidade de matérias-primas, é necessário analisar adequadamente os diversos parâmetros envolvidos, como custos de produção, taxas de emissões ao longo do ciclo de vida do produto bem e nível de empregos gerados. Por exemplo, de acordo com levantamento feito pelo NAE (Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República), o balanço energético do biodiesel de soja, sem levar em consideração os subprodutos, resulta em uma relação produção/consumo de 1,43, ou seja, para cada unidade de energia investida na produção de soja para combustível, é produzida 1,43 unidade de energia renovável. Para o dendê, o balanço energético chega a 5,6, e para a bocaiúva, 4,2 (RIBEIRO, 2006).

A produção de biodiesel a partir do óleo de bocaiúva depende de alguns fatores relevantes do ponto de vista econômico. O óleo da amêndoa tem um alto valor de mercado devido a sua riqueza em ácido láurico, muito disputado por indústrias de cosméticos, e também a seus altos valores nutricionais que lhe conferem características próximas ao azeite de oliva. O óleo da polpa seria mais indicado para a fabricação de biodiesel.

Visando o Programa Nacional de óleos vegetais para fins carburantes, a utilização industrial do fruto da bocaiúva em grande escala deve focar no aproveitamento total da polpa para a produção da mistura combustível no diesel, enquanto o óleo da amêndoa por ser muito refinado fica direcionado ao mercado de cosméticos e alimentação humana.

A utilização da palmeira se mostra vantajosa devido ao fato de conciliação com a pecuária e outras oleaginosas para a produção de biocombustível.

Para a produção industrial direcionado ao biocombustível é sugerido (MARTINS & ALLI, 1983):

- Áreas de plantio com manejo de solo;
- Levantamento do potencial e disponibilidade de frutos nas regiões de maior incidência da palmeira;
- Preços compensadores para negociação com cooperativas, particulares e comunidades, contribuindo para o desenvolvimento sustentável;



- Padronização de técnicas de colheita;
- Sistema de coletas de frutos, com redes ou cestos circulares no tronco da palmeira;
- Fumigação com produtos químicos;
- Padronização das técnicas de esterilização e armazenagem dos frutos;
- Tratamento térmico e com reagentes químicos para maturação artificial;
- Desenvolvimento de equipamentos de despoldadeira e quebradores específicos para os frutos;
- Otimização dos processos de extração por prensagem ou solventes orgânicos, minimizando as perdas de óleo;
- Adaptação de extratores menores para indústrias de médio e pequeno porte;

Mesmo que a produção do biocombustível da palmeira não seja destinada a utilização industrial, esse mesmo pode ser usado na propriedade em tratores, máquinas de colheita, transporte local, geradores elétricos e em várias outras funções que exijam combustível para seu funcionamento, proporcionando assim economia financeira, energética e menos poluição do meio ambiente.

Proporcionalmente ao seu teor em uma mistura com diesel, o biodiesel promove uma redução das principais emissões associadas ao derivado de petróleo. As emissões de gases do efeito estufa associadas ao biodiesel têm sido avaliadas na última década, nas condições europeias, considerando o uso de colza e soja como matérias-primas e ésteres metílicos como o B10 e B20. Os resultados, expressos em biodiesel puro (B100), indicam reduções de 40% a 60% das emissões correspondentes ao diesel puro. Resultados mais recentes mostram variação ainda maior para éster metílico de colza, em função das condições de rotação de culturas, uso de fertilizantes e uso ou não da glicerina. A redução das emissões de gases de efeito estufa pode ser relevante, contudo os valores monetários associados a possíveis créditos de carbono são ainda pequenos. Para valores de crédito entre US\$ 1 e 5/tonelada de carbono avaliado, estes valores corresponderiam a cerca de 3% do custo da produção.

Para que seja possível estabelecer comparações, as alternativas de custo do biodiesel e do diesel mineral devem considerar os dois combustíveis sem impostos. Essas comparações devem, ainda, no caso do biodiesel, incluir todos os custos da produção agrícola e industrial. Não apenas custos operacionais, mas também, os custos relativos ao capital, custos da terra e o custo dos assentamentos e suas benfeitorias. Em casos em que haja outras culturas consorciadas, tipicamente da agricultura familiar, devem-se considerar todos os custos associados e seus retornos. Só assim é possível avaliar corretamente o valor do subsídio alocado ao diesel. Os custos de produção do biodiesel dependem essencialmente do custo da matéria-prima, do óleo vegetal e dos custos de processamento industrial, podendo subtrair-se os créditos de correntes da comercialização do glicerol.

Em geral, o custo do óleo vegetal corresponde à cerca de 85% do custo do biodiesel, quando este é produzido em plantas de alta capacidade.

Dos resíduos produzidos pelo beneficiamento, o endocarpo que envolve a castanha poderia aproveitado para coque vegetal. As tortas da casca e polpa, além de sua importância como fonte geradora de energia térmica e elétrica, poderão contribuir de modo efetivo para a fertilização dos campos cultivados de bocaiúva, seja através das cinzas obtidas da carbonização dos resíduos nas caldeiras, seja diretamente pela aplicação da biomassa residual excedente, representada pela torta da polpa e da casca, tendo em vista a presença acentuada de elementos nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetativo da palmeira. A torta da amêndoa, de alto teor protéico, constitui matéria prima excelente para balanceamento de rações destinadas ao consumo animal. Em sistemas industriais, usando prensas, a torta residual ainda contém 10% de óleo que pode ser reextraída com solventes orgânicos. Após o uso desses solventes na extração, eles podem ser reaproveitados novamente pelo mesmo processo. Na produção do combustível, o resultado final é biodiesel e glicerina bruta.



O glicerol obtida a partir da reação de formação de biodiesel (transesterificação) geralmente apresenta as seguintes impurezas: água, catalisador (alcalino ou ácido), álcool (não reagido), impureza provinda dos reagentes, ácidos graxos, ésteres, propanodióis, monoésteres, oligômeros de glicerina e polímeros. Estas impurezas variam em função da natureza do óleo vegetal, que é influenciada pela região de cultura e tipo de matriz vegetal, como dendê, mamona, soja, pinhão manso, algodão e bociúva. Após o processo de purificação do glicerol, ela pode ser utilizada para a fabricação de sabão, na preparação de diversos produtos tais como remédios, produtos de uso pessoal, comida, bebida, tabaco, resinas alquídicas, poliál – poliéster, celofane e explosivos, todavia o seu uso é condicionado ao seu grau de pureza, que deve estar usualmente acima de 95% (ÁVILA *et al.*, 2006).

O COBIO (grupo de pesquisa que tem como objetivo realizar pesquisas para a viabilização de rotas tecnológicas para transformação dos co-produtos do biodiesel (torta e glicerina) em produtos que possam ser utilizados na agricultura (familiar) e na indústria petroquímica e de petróleo.) acredita que o glicerol vegetal oriundo do biodiesel possa ser empregada como composto de partida para síntese de compostos que são largamente produzidos pela indústria petroquímica, tais como o ácido fórmico e o ácido acrílico, além de poder ser empregados na indústria farmacêutica e cosmética (COBIO, 2007).

CONCLUSÕES

Na busca de novas tecnologias para a geração de energia renovável, a palmeira da bociúva demonstrou ser uma matéria prima de futuro promissor na produção de biodiesel. Os estudos a partir de espécies extrativistas resultaram num bom rendimento da bociúva na região. A pesquisa apontou diversos fatores positivos para sua utilização, que vão desde ao desenvolvimento sustentável de pequenas propriedades até a produção em escala industrial para o biodiesel.

Seu rendimento energético foi de aproximadamente 1500 litros/hectare/ano, num espaçamento viável para o desenvolvimento da palmeira e para intercalação de outras oleaginosas de alto teor calorífico. O óleo da bociúva apresentou boa qualidade para seu uso comercial na alimentação, cosméticos e principalmente para o biodiesel.

Devido ao fato do crescimento do uso do biodiesel em nosso país e ao aumento da adição ao diesel já em 2008, é recomendável o cultivo racional da palmeira de bociúva direcionada ao biocombustível. É muito vantajoso pelo fato de boa adaptação ao clima do nosso estado, por não necessitar de insumos e nem de grande quantidade de mão-de-obra, além de permitir a um melhor manejo da propriedade com uso de outras culturas.

Do ponto de vista econômico falta desenvolvimento devido ao pouco conhecimento e pesquisas sobre a palmeira e suas vantagens. A bociúva permite um aproveitamento total de seu fruto tanto no mercado de óleos, como alimentação e rações, utilizando completamente os resíduos de uma possível produção em escala industrial. Sua “desvantagem” para a produção do biodiesel está apenas no fato do alto valor financeiro do óleo da amêndoa.

Os bons resultados dessa pesquisa relatam uma nova maneira de agregar valores a produtos nativos de Mato Grosso do Sul, que tem uma grande extensão territorial ocupada por pastos e cultivo de grãos e certamente apta a inclusão da palmeira de bociúva, aumentando rendimentos e reduzindo custos. Com mais uma alternativa de matéria-prima para a produção de biodiesel aumentam a capacidade de desenvolvimento do estado e também colaborando com o meio ambiente, mesmo que a redução de emissões de GEE seja mínima no início do programa nacional de biodiesel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baird, C. Química Ambiental, 2ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2002.
2. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Rio de Janeiro, 2006.
3. BONDAR, G. Palmeiras do Brasil. São Paulo: Instituto de Botânica, São Paulo, 1964. n.2; p. 50-554.
4. COBIO. Disponível: < <http://www.cobio.org> >. Último acesso: 15 out. 2007



5. DA COSTA, R. E. Balanço energético preliminar da produção do biodiesel de óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia. Itajubá, 2006. Tese (mestrado) – Faculdade de Engenharia de Energia, Universidade Federal de Itajubá, 2006.
6. DRUMMOND, A. R. F.; GAZINEU, M. H. P.; ALMEIDA, L.; SOUTO MAIOR, A. Estudo dos Parâmetros: Tempo de Extração e Solvente na Obtenção de Óleo de Mamona para a Produção de Biodiesel. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIODIESEL, Brasília, 2006, 1 CD.
7. Instituto de Economia Agrícola – IEA. Disponível: < <http://www.iaa.sp.gov.br> >. Último acesso em 31 out. 2007.
8. Legislação e Decretos sobre o Biodiesel. Resolução ANP nº 42, de 24 de novembro de 2004. Disponível: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/legislacao/legislacaobiodiesel>> Último acesso em 18 set. 2007.
9. LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - ARECACEAE: BASES PARA O EXTRATIVISMO SUSTENTÁVEL. Curitiba, 2006. Tese (pós-graduação) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.