

CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA PRODUTIVA DE BIODIESEL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E COLOMBIANA

Katia Fernanda Garcez Monteiro

Universidade Federal Rural da Amazônia. Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, Belém, PA, Brasil. CEP: 66.077-530.
E-mail: katia.garcez@ufra.edu.br

RESUMO

Para se produzir palma em países tropicais, empresas rurais têm avançado sobre as áreas de florestas naturais causando sérios impactos sobre a sua biodiversidade local e regional. Nesse contexto de uso desordenado do solo e dos recursos florestais, verifica-se, após os anos de 2005, a expansão da atividade agroindustrial para os territórios naturais de países localizados principalmente na faixa do trópico úmido. Isto tem demonstrado que a relação entre a indústria de óleos vegetais, indústria de biocombustível e o uso da biodiversidade vegetal com o atual modelo de produção tem sido insustentável e impactante ao longo do tempo. O presente trabalho objetivou analisar através de levantamento bibliográfico as experiências de gestão ambiental de atividades produtivas de empresas de óleo de palma (extratoras + indústria de biodiesel) em áreas pertencentes ao escudo guianês colombiano e na Amazônia brasileira, nos anos de 2005 e 2009, utilizando-se como ferramenta metodológica a avaliação de ciclo de vida (Life Cycle Assessment – LCA). A adoção de LCA constitui uma ferramenta importante para o melhor acompanhamento dos ciclos de produção, identificação de alternativas de interação entre processos e possíveis impactos no ambiente. Os resultados estão elencados segundo o grau de interferência/importância na cadeia produtiva. Primeiramente, demonstra-se que, através da emissão de poluentes para a atmosfera, verificada nas fases agrícolas e de produção de biodiesel, para a experiência de empresas colombianas, houve menor lançamento em relação à experiência da Amazônia brasileira. O segundo estágio observado de impacto ambiental foi o processamento de produto pelas indústrias de óleo de palma. Nesta etapa foi observado maior lançamento de dejetos e geração de resíduos em grande quantidade sem disposição final adequada para a atividade. O sistema de gestão ambiental analisado nas experiências de produção de biodiesel a partir de óleo de palma na Amazônia paraense e na Colômbia demonstraram que ambas necessitam estar adaptadas às exigências de padrões de qualidade exigidos pelo mercado internacional de biocombustíveis.

Palavras-chave: Óleo de Palma; gestão ambiental; biocombustível.

ABSTRACT

CONTRIBUTIONS FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF SUPPLY CHAIN OF BIOFUEL IN THE BRAZILIAN AMAZON AND COLOMBIAN. To produce palm in tropical countries, rural enterprises have made progress in the areas of natural forests, causing serious impacts on their local and regional biodiversity. This context of disorderly use of land and forest resources appears after the year 2005, with the expansion of agribusiness activity for natural territories in countries located mostly in the humid tropics. This has shown that the ratio of expansion of the vegetable oil industry, biofuel industry and the use of plant biodiversity, with the current production model, has been impressive and unsustainable over time. This study aims to analyze through literature the experience of environmental management of productive activities of firms palm oil (extraction + biodiesel industry) in areas belonging to the Guyanese shield, Colombian and Brazilian Amazon between 2005 and 2009, using as a methodological tool the Life Cycle Assessment - LCA). The adoption of LCA is an important tool for better monitoring the production and identification of alternative interaction between processes and possible impacts on the environment. Results listed according to the degree

of interference / importance in the production chain was first demonstrated by the emission of pollutants into the atmosphere, being established in phases and agricultural production of biodiesel, for the experience of Colombian companies had lower launch in two phases, in relation to the experience of the Brazilian Amazon. The second stage observed was the environmental impact of product processing industries of palm oil at this stage we observed a greater release of waste and waste generation in large quantities without final disposition appropriate for the activity. The environmental management system analyzed the experiences of biodiesel production from palm oil in the Amazon and Pará and Colombia, demonstrated that both need to be adapted to the requirements of quality standards demanded by the international market for biofuels.

Keywords: Palm oil; environmental management; biofuel.

RESUMEN

CONTRIBUCIONES PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CADENA PRODUCTIVA DE BIODIESEL EN LA AMAZONIA BRASILEÑA Y COLOMBIANA. Para producirse palma en países tropicales, empresas rurales han avanzado sobre las áreas de florestas naturales, generando serios impactos sobre su diversidad biológica local y regional. En este contexto de uso desordenado de suelo y de los recursos forestales, SE verifica, después de los años 2005, la expansión de la actividad agroindustrial para los territorios naturales de países ubicados en la región tropical húmeda. Esto ha demostrado que la relación entre la industria de aceite vegetal, industria de biocombustible y la utilización de la diversidad biológica vegetal con el actual modelo de producción ha sido insustentable y impactante con el paso del tiempo. el presente trabajo tiene cómo objetivo analizar a través de levantamiento bibliográfico las experiencias de gestión ambiental de actividades productivas de empresas de aceite de palma (extractoras + industria de biodiésel) en áreas pertenecientes al escudo guianés colombiano y en la amazonia brasileña, en los años 2005 y 2009, utilizándose como herramienta metodológica la evaluación del ciclo de vida (life cycle assessment – LCA). La adopción de LCA constituye una herramienta importante para el mejor acompañamiento de los ciclos de producción, identificación de alternativas de interacción entre los procesos y posibles impactos en el ambiente. los resultados están presentados según el grado de interferencia/importancia en la cadena productiva. a principio se demuestra que, con la emisión de contaminantes para la atmósfera, verificadas en las fases agrícolas y de producción de biodiésel, para la experiencia de empresas colombianas, ocurrió menor lanzamiento en relación a la experiencia de la Amazonia brasileña. La segunda fase observada de impacto ambiental fue el procesamiento de producto por las industrias de aceite de palma. En esta etapa fue observado mayor lanzamiento de deyecciones y generación de residuos en gran cantidad sin disposición final adecuada para la actividad. el sistema de gestión ambiental analizado en las experiencias de producción de biodiésel, a partir de aceite de palma en la amazonia paraense y en la Colombia demostraron que los dos necesitan estar adaptados a las exigencias de patrón de calidad exigido por el mercado internacional de biocombustible.

Palabras clave: Aceite de palma; gestión ambiental; biocombustible

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se um grande aumento do setor de agroindústrias em países do trópico úmido, principalmente daquelas ligadas ao setor de biocombustível com utilização de óleos vegetais, como o óleo de palma (Monteiro & Rodrigues 2006, Graell & Oliveira 2010). Com o aumento considerável da demanda mundial por óleos vegetais, organismos internacionais de certificação verificaram que diante

das profundas mudanças na conjuntura econômica internacional, empresas vêm sendo pressionadas a alterar seus sistemas internos de gestão e, conseqüentemente, em seus processos de produção, no sentido de reduzir custos e adequar seus produtos às condições e necessidades do mercado (ISO 14001 2004, Graell & Oliveira 2010). Atualmente projetos agroindustriais têm um papel fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país, dentre eles, permite a agregação de valor às matérias-

primas vegetais. Os cultivos de espécies oleaginosas proporcionam modernização do setor primário, além de minimizar os impactos negativos da liberação do contingente populacional do campo para os grandes centros urbanos (Almeida 2008, Wilkinson & Herrera 2010). Estas empresas atuam em um contexto no qual a legislação é progressivamente mais restritiva e exigente, as políticas internacionais pressionam pela proteção do meio ambiente e existe uma crescente preocupação em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável (Almeida 2008, FAO 2010).

Rodrigues *et al.* (2010) e Wilkinson & Herrera (2010) verificaram que, atualmente, o mercado internacional de commodities agrícolas está trabalhando em parceria com os mais variados atores que compõem a cadeia produtiva do óleo de palma e de biocombustível, no sentido de definir e implementar a responsabilidade social e valores de referência de sustentabilidade, visando também a qualidade dos produtos e certificação de boas práticas de produção. Nesse contexto, surgiram as iniciativas da Mesa Redonda de Óleo de Palma Sustentável (RSPO) que estão fundamentadas nos aspectos da produção no sentido de informar aos produtores de óleo de palma a respeitar os princípios, critérios e indicadores de sustentabilidade socioambiental propostos, em um expressivo movimento internacional de responsabilidade sócioprodutiva (Rodrigues *et al.* 2007, 2010).

Para se produzir óleo de palma em países tropicais, empresas rurais têm avançado sobre as áreas de florestas naturais causando sérios impactos sobre a sua biodiversidade local e regional (FAO 2010). Nesse contexto de uso desordenado do solo e dos recursos florestais, verifica-se, após os anos de 2005, o avanço para as áreas naturais nestes países (Biodiesel 2005, Monteiro & Carvalho 2010). Isto demonstra que a relação entre a indústria de óleos vegetais, a indústria de biocombustível e o uso da biodiversidade vegetal, com o atual modelo de produção, tem sido insustentável e impactante ao longo do tempo (Motta *et al.* 1996, Monteiro & Carvalho 2010). Em relação à produção de biocombustível, FAO (2010) apresenta como alternativa aos modelos degradantes do meio ambiente visando à produção de biocombustível, os modelos de sistemas agrícolas consorciados com cultivos oleaginosos. Esses podem ser baseados

na diversificação do uso da terra e na produção de sistemas que combinam o crescimento de diferentes culturas anuais para as comunidades rurais envolvidas.

Referente ao modelo produtivo adotado por países ricos do hemisfério norte, se a grande maioria dos países do hemisfério sul resolvesse copiá-lo, a quantidade de combustíveis fósseis consumida atualmente aumentaria 10 vezes e a de recursos minerais, 200 vezes (Silva *et al.* 2009). Sachs *et al.* (2010) apontaram que esta macro-tendência (*megatrend*) mundial transforma a sociedade, e exige de nós sistemas de gestão muito mais diversificados, descentralizados e flexíveis para alcançarmos o desenvolvimento.

Em relação à utilização de combustível fóssil, pode-se destacar a matriz energética colombiana, onde o consumo de energia proveniente de petróleo corresponde a 41,4% (Dishington 2006). No Brasil, segundo o balanço energético nacional 2010, referente ao ano base 2009, 52,7% da oferta interna de energia brasileira é de natureza não-renovável, enquanto os 47,3% restantes são de natureza renovável, número que comprova a dependência do país dessa fonte de energia (EPE 2010).

Na Colômbia com o objetivo de minimizar a dependência por combustível fóssil, o governo aprovou em 2001, uma série de leis e regulamentações de incentivo a produção de biocombustível, tendo como insumo base a cana-de-açúcar e óleo de palma. A partir do incentivo governamental aliado ao clima e solo propícios, impulsionados pelo protagonismo governamental, o país atingiu a terceira posição no ranking de produção de etanol das Américas, atrás somente do Brasil e EUA (ICTSD 2007). A concentração da produção de biocombustível na região noroeste da Colômbia, por sua vez, traz problemas: não há terras disponíveis para a expansão de cultivos, de modo que qualquer aumento na produção de etanol e biodiesel ocorreria às custas do sacrifício de parte equivalente da produção de açúcar (ICTSD 2007), assim como, poderia ocasionar o uso desordenado da produção gerando impactos substanciais ao meio ambiente e a sociedade.

Hoje no Brasil a produção de biocombustível tem como principal insumo básico a soja com 82,93%, seguido de sebo bovino 13,60%, girassol 0,01%, gordura de porco 0,27%, gordura de frango 0,03%, óleo residual 0,26% e outros materiais graxos 0,86%

(ANP 2011). Existem no país 69 plantas produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP (Agência Nacional de Petróleo) para operação, correspondendo a uma capacidade total autorizada de 17.415,95 m³/dia. Destas 69 plantas, 60 possuem autorização para comercialização do biodiesel produzido, correspondendo a 16.344,25 m³/dia de capacidade autorizada para comercialização (ANP 2011).

Em relação a produção de biodiesel, observou-se vantagens comparativas na sua utilização do óleo de palma, como: benefícios sócioeconômicos e alternativas de mitigação de impactos ambientais em áreas de produção familiar (Monteiro *et al.* 2006a).

Dessa forma, em território brasileiro mais especificamente no estado do Pará, as experiências implantadas com produção de óleo de palma para atender o mercado de biocombustível, têm resultado em arranjos produtivos eficientes, via participação entre governos (federal, estadual, municipal), empresas de óleo de palma, biodiesel e produtores rurais (Monteiro *et al.* 2006a, Monteiro 2007). Sobre esta relação produtiva no meio rural brasileiro, Abramovay & Magalhães (2007) ressaltam que: “este vínculo declarado entre a oferta de matérias-primas para a produção de biocombustível e a geração de renda pela agricultura familiar – sob o patrocínio do Estado, sob a operacionalização de empresas privadas e com a legitimação contratual por parte do sindicalismo - parece ser inédito, no plano internacional”.

Nesses arranjos produtivos o que se observa é a somatória de forças tanto do poder público quanto do setor privado (empresas de óleo de palma) em direcionar o setor para a produção sustentável na região da Amazônia paraense, privilegiando o atendimento à legislação ambiental e os princípios de boas práticas de mercado (Monteiro 2007). Neste cenário, Rodrigues *et al.* (2007) verificaram que na produção rural, onde a conservação ambiental assume importância crescente frente aos impactos causados pela ação do homem, torna-se necessário o conhecimento, a seleção e a adoção de boas práticas de gestão ambiental de indústrias e empresas rurais. Observando as tendências de mercado, as empresas de óleo de palma inseridas no processo de produção de biocombustível devem atender às exigências e critérios presentes nas diretivas ambientais dos organismos internacionais, regulamentadores e certificadores

do processo produtivo de biocombustível, tais como: ISO (*International Organization for Standardization*), RSPO (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) e RSB (*Roundtable on Sustainable Biofuels*). Esta é uma tendência para a permanência e consolidação dessas empresas e indústrias no mercado, e será um dos principais fatores de barreiras de comercialização entre os principais centros produtores e consumidores mundiais nos próximos anos (ISO 14001 2004, RSPO 2005, RSB 2010).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar a produção de biocombustível nas regiões do Brasil e Colômbia, tendo como matéria-prima o óleo de palma e resíduos da extração, a fim de identificar os principais elementos impactantes no processo de gestão ambiental em agroindústria de óleo de palma e de biodiesel nesses países.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas referentes às experiências de produção de biodiesel a partir de óleo de palma na Colômbia e Amazônia brasileira. Para este estudo, foi realizada a análise comparativa entre os principais agentes do impacto na cadeia produtiva de biocombustível tendo como insumo básico óleo de palma na Colômbia através da rota de transesterificação e na Amazônia brasileira, a análise através do processo de esterificação. De acordo com a literatura disponível, selecionaram-se estudos de impacto da cadeia de biodiesel nestes países, referentes às análises de ciclo de vida (ACV). Além das análises de matrizes energéticas nos dois países, foram verificadas as seguintes variáveis: 1. Emissão de poluentes na fase de colheita e produção de biodiesel; 2. Extração de óleo e geração de resíduos; 3. Uso de energia dentro do sistema produtivo; e 4. Aproveitamento de resíduos e lançamento de efluentes.

ÁREAS DE ESTUDO

A geografia do território colombiano está representada em grandes áreas de altitude elevada, especialmente na região ocidental, onde predominam os Andes. Com uma área de 1.141.748 km², a Colômbia é considerada o quarto país em tamanho da América do Sul. Esse país latino americano com grande diversidade geográfica possui sua economia

voltada para a agricultura, sendo os principais produtos cultivados: o café, açúcar, etanol, óleo de palma, além de grande participação de indústrias e serviços. É favorecido pelo clima tropical ao longo de ambas as costas e nas planícies orientais, sendo as terras elevadas consideravelmente mais frias. A temperatura média prevalecente na costa é de 22°C. O inverno dura de novembro a abril e o verão de maio a outubro. A corrente quente conhecida como “Corriente del Niño”, fenômeno climático de aquecimento das águas do pacífico, provoca um aumento nos índices de pluviosidade entre os meses de maio e outubro, o que favorece o desenvolvimento de cultivos de palmas nestas áreas (Monteiro & Carvalho 2010).

A floresta Amazônica, com 60% de sua cobertura em território brasileiro, apresenta clima do tipo equatorial, quente e úmido, com temperatura em torno de 26°C variando pouco durante o ano. Apresenta duas estações do ano bem definidas, como o verão (período menos chuvoso) de maio a novembro e o período mais chuvoso de dezembro a abril. Em relação às características geográficas da região Amazônica, mais especificamente da Amazônia paraense, é parte da região natural da Amazônia brasileira, definida pela bacia do rio Amazonas e coberta em grande parte por floresta tropical. O estado do Pará é o segundo maior estado do território brasileiro, está localizado na região norte do país, com uma extensão de 1.247.689,515 km² (IBGE 2010). Sua economia está direcionada para o extrativismo mineral e vegetal (madeira), agricultura, pecuária, indústria e o turismo. Atualmente, conta com uma população de 7.321.493 habitantes (IBGE 2010). O estado é a representatividade das características naturais da Amazônia brasileira além de ser considerado a região de maior produção de óleo de palma do Brasil na atualidade (Monteiro & Carvalho 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de Palmáceas na Pan-Amazônia pode ser observada em maior concentração e diversidade no ocidente da região, incluindo os países como Brasil, Colômbia, Equador e Peru. Nos trabalhos de Rios (2010) foram encontrados 34 gêneros e 189 espécies de palmáceas, sendo que oito gêneros e 140 espécies

endêmicas da região, incluindo a Palma Amazônica (*Elaeis oleifera*).

O surgimento da palma africana (*Elaeis guineensis* jaq.) na Colômbia deve-se ao fato dos primeiros imigrantes europeus terem trazido algumas mudas como dieta de seus escravos africanos, e também as utilizavam como planta de ornamentação (Fedepalma 2009).

A expansão do cultivo de palma na Colômbia obedeceu aos padrões de monocultivos para atender o mercado interno e em grande parte o mercado externo. Por volta de 1960, existiam 18.000ha em produção, hoje existem mais de 400.000 ha em 76 municípios, distribuídos em quatro zonas produtivas: Norte: Madalena, Norte Del Cesar, Atlântico, Guajira; Central - Santander, Norte de Santander, Sur del Cesar, Bolívar; Oriental - Meta, Cundinamarca, Casanare, Caquetá; Ocidental – Nariño (Fedepalma 2009).

Na Colômbia, a produção de óleo de palma ocupa uma posição de destaque, com uma produção de mais de 800 mil toneladas anuais. Outros cultivos apresentam maior expressão, como: a soja, com 23,8%, e o algodão, com 25,4% (Costa 2007). Vale ressaltar que dentre as oleaginosas de maior produção na atualidade, observa-se o óleo de palma em primeiro lugar no ranking mundial de culturas oleaginosas, contribuindo em mais de 42 milhões de toneladas, seguido pela soja com 35,89 milhões de toneladas (Tabela 1). Becker (2010) destaca que o crescimento da demanda mundial de óleo de palma nos últimos anos foi impulsionado pelo mercado de biocombustíveis, e conseqüentemente, houve maior necessidade de expansão de áreas plantadas nos grandes centros produtores como Malásia e Indonésia.

Tabela 1. Produção Mundial de oleaginosas (Milhões/t). Autor: [...] P. Arraes (resultados não publicados)

Table 1. World Production of oilseeds (Million / t). Author: [...]JP. Arraes (Unpublilshired results)

	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Dendê	30,00	33,40	35,95	37,02	40,99	42,81
Soja	30,17	32,53	34,52	36,25	37,55	35,89
Canola	14,17	15,77	17,27	17,60	18,30	20,43
Girassol	9,19	9,17	10,50	10,72	9,67	11,51
Amendoim	5,07	5,09	4,97	4,81	4,90	5,00
Algodão	3,85	4,78	4,66	4,87	5,22	4,86
Palmiste	3,68	4,14	4,38	4,48	4,90	5,14
Coco	3,29	3,47	3,43	3,28	3,49	3,55
Oliva	3,06	2,97	2,59	2,99	2,84	2,97
Total	102,48	111,31	118,27	122,02	127,85	132,16

A palma africana é considerada a cultura oleaginosa mais promissora para produção de biocombustível (Lapola *et al.* 2010) por produzir 10 vezes mais que a soja por hectare (IICA 2007) e ocupar um contingente considerável de mão-de-obra (Monteiro 2008, 2009), além de em zonas tropicais ser a segunda maior espécie sequestradora de carbono em média (35 t/ano/ha), dentre outras vantagens (Viégas & Müller 2000).

No processamento industrial ao se fracionar o óleo de palma, obtém-se os seguintes produtos: a oleína e a estearina. A primeira é a fase líquida, que em climas quentes pode ser adicionada a qualquer óleo vegetal. A segunda fase mais sólida de óleo de palma serve para produzir alimentos, margarinas, cosméticos, etc. As propriedades de cada uma destas fases de óleo de palma explicam a sua versatilidade em numerosas aplicações, entre elas o biodiesel (Fedepalma 2009).

Nos últimos anos, verifica-se na Colômbia um grande apoio e incentivo governamental para produzir biodiesel a partir do óleo de palma, o que permite atualmente uma mistura de 5 % de biodiesel ao diesel, e um gradual aumento no uso das misturas para 8%, 10 %, 15% e 20% é discutido para os próximos anos no país e, de forma diferenciada no território colombiano. Para Fedepalma (2009), a inserção do país com utilização de uma matriz energética mais limpa, significa milhões de

veículos e máquinas utilizando este combustível renovável, de forma a proporcionar benefícios ao meio ambiente, com geração de emprego e maior oferta de energia renovável para o país.

A partir do apoio governamental na Colômbia, observou-se a expansão de empresas de biodiesel (Tabela 2) localizadas no raio das regiões norte e central, que são responsáveis pela dinamização da economia local e regional do país. Costa (2007) verificou que naquela época existiam apenas projetos de usinas de biodiesel na Colômbia. Hoje, a expansão aconteceu em um curto espaço de tempo, e obedecendo a um modelo de programa governamental apoiado principalmente nas culturas da palma e cana-de-açúcar (Ethanol).

Atualmente, a cadeia produtiva da palma na Colômbia está presente em 16 departamentos (estados), em 76 municípios palmeros, sendo responsável por 35.000 empregos diretos e 55.000 empregos indiretos, com 350.000 pessoas beneficiadas por esta atividade produtiva (Fedepalma 2009). Nesse contexto, Zapata *et al.* (2007) verificaram que a produção de biodiesel utilizando óleo de palma na Colômbia tem sido satisfatória em relação ao incremento da dinamização da economia local, os efeitos nas análises de sensibilidade dos arranjos produtivos tem demonstrado extremamente satisfatório do ponto de vista econômico.

Tabela 2. Empresas de biodiesel na Colômbia. Adaptada de MME (2009).

Table 2. Companies of biofuel in Colombia. Adapted from MME (2009).

Região	Empresa	Capacidade (T/ano)	Investimento (US\$ Milhões)	Área Plantada (Ha)
Norte (Codazzi)	Oleoflores	50.000	11	11.111
Norte (Santa Marta)	Odin Energy	30.000	12	8.000
Norte (Santa Marta)	Biocombustível Sustentável do Caribe	100.000	17	22.222
Oriental (Facatativa)	Bio D	100.000	41	22.222
Central (Bermeja)	Ecodiesel da Colômbia	100.000	35	22.222
Norte (Barranquilla)	Clean Energy	30.000	12	7.000
Oriental (San Carlos e Meta)	Óleo Manuelita	100.000	42	22.222

Em relação às características da área da Amazônia paraense, a cadeia produtiva de óleo de palma possui atualmente 12 empresas atuantes no setor, que juntas são responsáveis por mais de 170.000 t/óleo/ano com cerca de 80.000 ha plantados, sendo 50.836 ha de área colhida (IBGE 2010), o que corresponde a 81% da produção brasileira. Estas empresas estão localizadas na mesorregião do nordeste paraense e parte da região metropolitana de Belém atua em 22 municípios no estado e contribuem em mais de 40% do PIB municipal destes municípios onde se localizam.

O estado é o reflexo da franca expansão da atividade da cultura da palma na Amazônia brasileira. Desta atividade, atualmente, são gerados mais de 5.000 empregos diretos e outros 5.000 empregos indiretos no estado. Vale ressaltar a entrada da companhia estatal brasileira de biocombustíveis - Petrobras Biocombustíveis (PBIO) em um grande projeto para a região da Amazônia paraense. Segundo a empresa, já foram cadastradas mais de 3.338 famílias em quatro municípios do estado, com metas de expansão para mais de 20 municípios.

O complexo industrial chamado de projeto Pará reunirá empresas de extração de óleo de palma e de biodiesel e terá um custo estimado em R\$ 330 milhões. Ainda, será capaz de produzir 120 milhões de litros de biodiesel por ano, gerando sete mil empregos diretos, outros 5.250 no setor agrícola e 1.750 na área industrial e de logística. A empresa fornecerá assistência técnica agrícola, acompanhará e orientará os produtores no cumprimento das leis ambientais e na manutenção da reserva legal e terá contrato de compra e venda com produtores rurais da região, garantindo a origem e o atendimento das boas práticas agrícolas da produção de óleo de palma para o biodiesel na região.

De acordo com Costa (2007), a Colômbia possui uma legislação apropriada para o setor de biocombustíveis. A primeira lei, aprovada em 2001, apresenta os índices da adição de 10% de etanol em gasolina em 2009 e, gradualmente, deverá chegar a 35% nos próximos 5 a 10 anos. Uma legislação semelhante foi preparada para o biodiesel, tendo como matéria-prima a palma. A lei 939 de 30 de dezembro de 2004 estimula a produção e comercialização de biocombustível de origem

vegetal ou animal para uso em motores de ciclo diesel e dita outras disposições.

EMISSÕES DE CO₂ NA AMÉRICA LATINA

Entre os principais países comprometidos com os avanços em lançamento de poluentes na região da América Latina, destacam-se o Brasil, Argentina, Venezuela e México, que são responsáveis por 79% das emissões de gases que causam o efeito estufa (ONU-Brasil 2008). Segundo o relatório da ONU sobre o cumprimento das metas do milênio para o meio ambiente, apresentado no início de 2010 no México, a América Latina deve reduzir sua taxa de desmatamento num percentual equivalente superior à média mundial e cortar suas emissões de dióxido de carbono (CO₂), cresceram na ordem de 40,8% de 1990 a 2005.

O ponto referendado nas discussões sobre mudanças no clima para a região é a “extensão das áreas naturais protegidas, a redução do consumo de substâncias que aumentam a camada de ozônio, além da expansão da cobertura de serviços de água e saneamento nos principais países poluídos e emissores de gases poluentes para a atmosfera.

A contribuição da América Latina nas emissões de poluentes da Atmosfera deve-se em sua grande maioria pela ação de desmatamentos e queimadas. No Brasil, em especial na Amazônia, as atividades agropecuárias são responsáveis por 70% das queimadas e desmatamentos na floresta. Em relação a esta problemática, Fearnside (2009) apresenta que a perda significativa de florestas tropicais por incêndios continuam sendo um dos principais fatores de contribuição das mudanças no clima, não só na região Amazônica, mas em escala global.

No ano de 2007, verificou-se que os principais países industrializados da América Latina, como México e Brasil, contribuíram com significativos percentuais de emissões de CO₂ com valores de 480 milhões.t⁻¹ a 380 milhões.t⁻¹, respectivamente (Figura 1). Por outro lado, a Colômbia neste mesmo período participou com 63,4 milhões t.ano⁻¹, as contribuições das emissões estão relacionadas a três elementos, a crescente atividade agropecuária no país, a queima de combustível fóssil e a expansão da atividade industrial nas áreas central e norte do país.

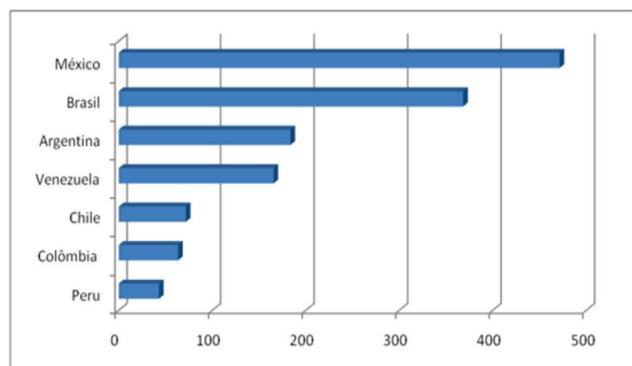


Figura 1. Valores de emissões CO₂ (Mil.T-1) na América Latina em 2007. Adaptada de Fedebiocombustibles (2010).

Figure 1. Values of CO₂ emissions (Mil.T-1) in Latin America in 2007. Adapted from Fedebiocombustibles (2010).

A EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE PALMA E CONSUMO ENERGÉTICO NA CADEIA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Processo de extração de óleo de palma obedece de forma tradicional às seguintes etapas: pré-aquecimento, prensas, tanque de separação e decantação. A quantidade de resíduos gerados em 1 ha de palma por colheita equivale a 22 toneladas de cachos de frutos vazios, que por sua vez, correspondem a 12% de fibras, 5% de cascas e 50% de efluentes líquidos (Viégas & Müller 2000). Grande parte destes resíduos e efluentes poderá retornar ao sistema de produção para retroalimentar a caldeira com utilização destes materiais como fonte de energia para o sistema produtivo.

Costa (2007) verificou que as extratoras de fruto de palma devem estar bem localizadas, estrategicamente próximas às plantações, com o objetivo de facilitar o transporte dos frutos até a indústria de extração. Para produção de óleo de palma, o primeiro passo do processamento produz o óleo bruto, extraído do mesocarpo do fruto e da amêndoa, quando se obtém o óleo de palmiste. O óleo bruto de palma, na sua segunda fase, pode ser refinado ou também fracionado usando um processo de cristalização e separação simples onde são obtidas frações sólidas (estearina) e líquidas (oleína). Nesta fase, deve se levar em

consideração a otimização do sistema produtivo como um todo, evitando o acúmulo de resíduos e efluentes nas unidades industriais.

O consumo energético da cadeia de produção de biodiesel agrega em uma primeira fase de consumo, o vapor e uso de combustíveis no transporte da matéria-prima até a usina de beneficiamentos e, na segunda fase, agrega o consumo energético no processamento industrial na produção de biodiesel via transesterificação, através do metanol, eletricidade e de vapor. Considera-se neste estudo, conforme metodologia adotada por Costa (2007) as formas de energia direta como sendo a energia consumida na forma de combustíveis fósseis, eletricidade, vapor em toda cadeia de produção do biocombustível. Costa (2007) ressaltou que a redução de consumo de energia e de combustíveis é fator de mitigação de impactos ambientais e de melhor aproveitamento no processamento e na extração de óleos vegetais.

Em relação à análise de consumo energético total para a produção de biodiesel entre a Colômbia e Amazônia paraense, observou-se que a Colômbia consumiu 32,65% a mais do que a experiência brasileira, devido à elevada utilização de energia a vapor no processo de produção (Costa 2007).

Dessa forma, pode-se constatar que o consumo de energia fóssil no processo de produção do biodiesel da Colômbia e no Brasil, foi de baixo impacto negativo. Esse fato é explicado pela maior eficiência no processo e menor uso de combustíveis fósseis, além da cogeração de energia no processamento do óleo, que conduz a um menor consumo energético (fóssil) fora do sistema produtivo adotado, nos dois sistemas produtivos analisados. Estes menores valores estão associados também, ao sistema de transporte utilizado na fase agrícola, como a grande utilização de transporte por tração animal (Monteiro & Carvalho 2010) (Figuras 2 e 3).

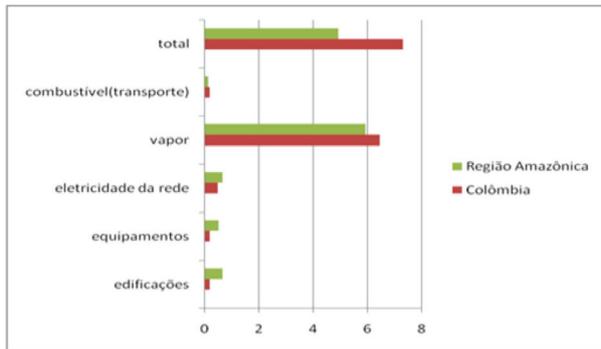


Figura 2. Consumo energético para produção de biodiesel, por tipos de energia utilizada (MJ/Kg biodiesel), para as regiões da Amazônia e da Colômbia. Adaptada de Costa (2007).

Figure 2. Energy consumption for biofuel production, by types of energy used (MJ/Kg biofuel), the regions of Amazon and Colombia. Adapted from Costa (2007).

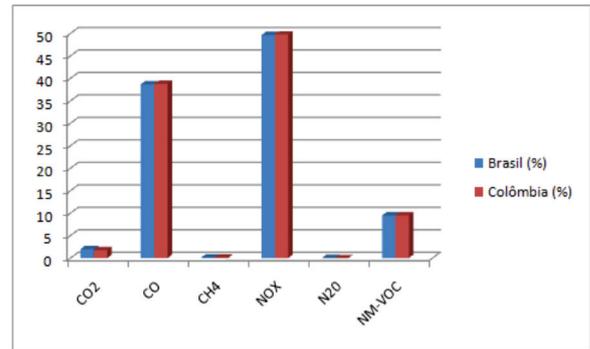


Figura 4. Emissão de poluentes (%) nas operações agrícolas em duas regiões. Adaptada de Costa (2007).

Figure 4. Issue of tons of pollutants in agricultural operations in two regions. Adapted from Costa (2007).

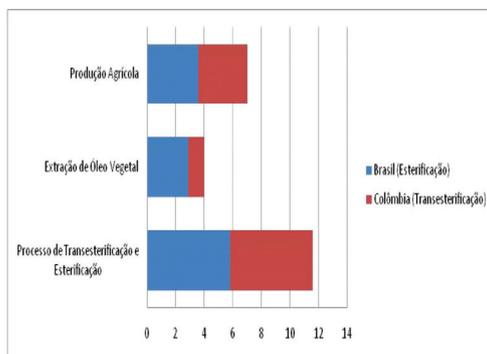


Figura 3. Comparativo de consumo energético (MJ/Kg biodiesel) total entre Colômbia e região Amazônica, por fases de produção. Adaptado de Costa (2007).

Figure 3. Comparison of energy consumption (MJ/Kg biofuel) total between Colombia and the Amazon region by stages of production. Adapted from Costa (2007).

EMIÇÃO DE POLUENTES NA FASE AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE ÓLEO DE PALMA

Na etapa agrícola, verificaram-se nos estudos de Costa (2007) as emissões referentes ao transporte nas operações agrícolas e a emissão de poluentes pela utilização dos fertilizantes. Nas várias fases que envolvem o processamento da extração de óleo de palma, foram observadas maiores contribuições segundo Costa (2007) nas emissões referentes à CO (38 %) e NOX (49%) respectivamente, nos dois países analisados (Figura 4). A literatura apresenta que estes valores estão associados ao tipo de matéria prima utilizada e no tratamento dado aos subprodutos na fase agrícola (NAEA 2005 p 68).

Emissões de CO₂, CH₄ e N₂O podem ser controladas através de práticas sustentáveis na agricultura. Além disso, reduzir a pressão sobre uso do solo através do consórcio de alimentos e matérias-primas para energia e/ou a utilização de resíduos, tais como alimentos, rações ou combustível pode ser uma excelente alternativa (FAO 2010). A redução das emissões de gases pode ser relevante do ponto de vista econômico, contudo os valores monetários associados a possíveis créditos de carbono, podem ser uma excelente forma de negócios para o setor de biodiesel. Como exemplo, a cada tonelada de carbono evitada corresponde em cerca de 5% do custo de produção.

Nesse contexto, como um importante incentivo ao uso de tecnologias limpas e mais sustentáveis em países em desenvolvimento, em dezembro de 2009 em Copenhague, um grupo de países emergentes direcionaram suas negociações sobre clima e sobre a retórica da liberalização comercial como forma de países emergentes acessarem tecnologias limpas. Isto representa o aumento na participação e produção de biodiesel nestes países, como uma excelente alternativa para mitigação sobre os efeitos das mudanças climáticas globais e locais.

ALTERNATIVAS DE MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA CADEIA DE BIODIESEL

Biodiesel pode ser obtido a partir de duas rotas tecnológicas, a esterificação e a transesterificação. Para a rota da esterificação este combustível renovável pode ser produzido a partir da reação de um ácido graxo livre com uma molécula de álcool de

cadeia carbonada curta, como por exemplo, metanol ou etanol. Neste caso, ocorre a ligação covalente entre as cadeias carbonadas do ácido graxo e do álcool, com formação de água, sem a produção de glicerina, resíduo altamente poluente (Schuchardt *et al.* 1998). O processo de esterificação para a produção de biodiesel apresenta como principais vantagens a possibilidade de produção desse combustível a partir de resíduos de baixo valor agregado, direciona o óleo vegetal para mercados mais nobres como o de alimentos e cosméticos. Neste processo há apenas formação de água como subproduto (Oliveira *et al.* 2008).

Para a experiência na Amazônia Paraense, foi observado que para se obter biodiesel, o grupo agropalma utiliza 95% dos ácidos graxos retirados do óleo de palma no processo de refino físico por meio de uma esterificação por catálise heterogênea processo considerado sustentável. Este combustível de origem do processamento de resíduos da produção de óleo de palma foi chamado de Palmdiesel, ou seja, biodiesel produzido a partir do resíduo de destilação/desodorização do óleo de palma. Produto patentado pela UFRJ com direito exclusivo de utilização do grupo Agropalma [...] Agropalma (resultados não publicados) (Figura 5). Nesta experiência há ainda cogeração de energia a partir das sobras dos cachos e resíduos de processamento, de forma que não há dependência de energia elétrica externa do sistema (Monteiro *et al.* 2006 b).

Para a rota da transesterificação, neste caso, mais comum no Brasil e na Colômbia, tem-se a reação de um óleo vegetal ou gordura animal (triglicérido) com álcool de cadeia carbonada curta, resultando na formação de ésteres de álcool ou ésteres alquílicos, glicerina, dando origem ao biodiesel (Suarez *et al.* 2007). Somente os álcoois simples podem ser utilizados na reação de transesterificação, tais como, metanol, etanol, propanol, butanol e amil-álcool. Um catalisador normalmente é utilizado para acelerar a reação, podendo ser básico, ácido ou enzimático. O hidróxido de sódio (NaOH) é o catalisador mais utilizado, tanto por razões econômicas ou por sua



Figura 5. Rota tecnológica de esterificação. Adaptado de [...] D. Aranda (resultados não publicados).

Figura 5. Technological route of esterification. Adapted from D. [...] Aranda (unpublished results).

maior disponibilidade no mercado. (Moretto & Alves 1996, Schuchardt *et al.* 1998, Oliveira *et al.* 2008) (Figura 6).

Ressalta-se que a produção de biodiesel depende, entre outros fatores, de uma relação positiva entre a energia consumida no processo de produção, e a energia disponibilizada pelo combustível produzido. Para a análise do etanol, como exemplo, a partir da cana de açúcar, essa relação é da ordem de 8,3 para cada unidade de energia consumida na produção de etanol. Comparando nos EUA o etanol chega a uma relação apenas de 1,3. No Brasil, alguns estudos demonstram que para fins de biodiesel, indicam uma relação de 1,4 para a soja e de 5,6 para a cultura da palma (NAE 2005). O balanço energético extremamente positivo para a palma confirma o potencial das palmáceas como fonte de matéria-prima, com maior produtividade e disponibilidade de resíduos de valor energético.

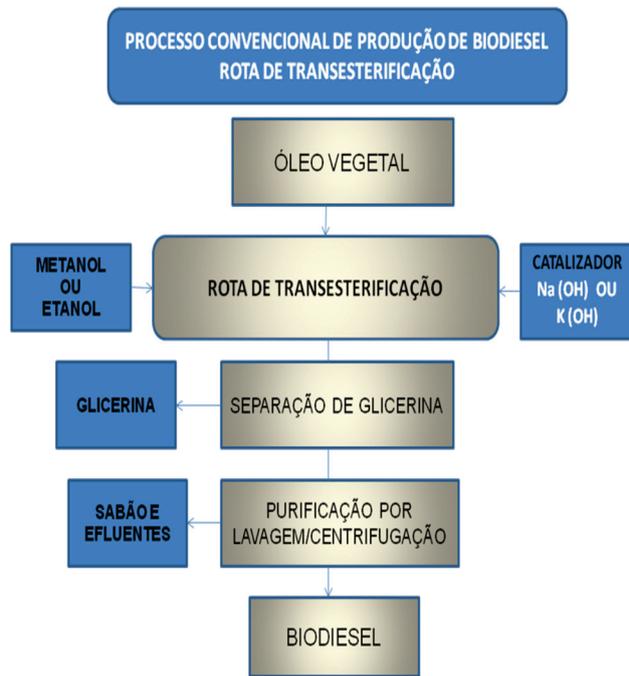


Figura 6. Rota tecnológica de transesterificação. Adaptado de D. Aranda (resultados não publicados).

Figure 6. Technological route of transesterification. Adapted from D. [...] Aranda (unpublished results).

Na Amazônia paraense e na Colômbia todos os processos de extração de óleo de palma são mecânicos. Os resíduos gerados da extração de óleo, a torta, esta é retirada do filtro prensa e armazenada em sacos, onde em sua grande maioria são vendidos como ração animal ou usada como adubo em práticas agrícolas.

Atualmente as plantas industriais de produção de óleo de palma que utilizam o método convencional poluem o ambiente devido ao lançamento de metano e nutrientes contidos nos tanques de oxidação. Ao mesmo tempo, estas bases industriais perdem grandes quantidades de recursos financeiros devido a uma deficiente utilização de seus insumos, como energia e nutrientes. A produção de biodiesel e a sustentabilidade socioambiental da cadeia produtiva, será um importante fator a ser considerado para a exportação de óleo de palma e biodiesel em grandes centros consumidores no futuro.

Uma forma de redução em custos em tratamentos de efluentes líquidos e resíduos do processamento industrial, com menores emissões e lançamentos de poluentes é a adoção de bases industriais mais eficientes e menos poluentes como, o processo Eco D, [...] Pietro (resultados não publicados). Neste método de processamento industrial, os resíduos e

efluentes são uma grande fonte de energia, nutrientes e fertilizantes orgânicos para o solo. O uso de tecnologias avançadas de produção e separação de óleo de palma, são consideradas estratégicas e sustentáveis, pois há maior recuperação de óleo no processamento, melhor qualidade do óleo obtido, assim como, a reduzida emissão de efluentes para o ambiente, e consequentemente maior otimização dos custos produtivos.

Estudos têm demonstrado que a redução nos custos de tratamento de efluentes líquidos e sólidos, são considerados atrativos para a cadeia de produção, pois há também redução nos custos de transportes e distribuição, aumento na produção de fertilizante orgânicos (adubos), podendo enquadrar estas práticas de gestão ambiental em mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL), onde também poderão ser solicitados certificados em mercados de carbono.

CONCLUSÃO

Verificou-se através deste estudo que o sistema de produção de biodiesel adotado pela Colômbia e Brasil, estão em processo de transição e ajustamento aos princípios da sustentabilidade socioambiental. Novas tecnologias industriais vem sendo discutidas, como forma de melhorar a eficiência produtiva e energética da cadeia de produção de óleo de palma e de biodiesel, demonstrada através do sistema industrial ECO D brevemente relatada nesta pesquisa.

O sistema de gestão ambiental, analisado nas experiências de produção de biodiesel a partir de óleo de palma, aqui representadas nas regiões da Amazônia paraense-Brasil e Colômbia, demonstrou ser uma valiosa contribuição para o entendimento da dinâmica da cadeia produtiva do biodiesel nos países analisados. Dentro desta linha de gestão ambiental, percebe-se ainda que as rotas tecnológicas adotadas influenciam de forma significativa nos impactos referentes ao uso de produtos químicos, na geração de resíduos e produtos nocivos ao meio ambiente, observados nas rotas de transesterificação e esterificação do biodiesel.

Nos últimos anos tem se discutido no cenário mundial a obrigatoriedade de se impor a compensação pelas emissões de carbono fóssil aos principais responsáveis, sejam eles países ou empresas. Esta

compensação consiste como uma das alternativas em fixar ou sequestrar quantidades de carbono equivalentes às emissões, e como alternativa a esta compensação está o plantio de florestas energéticas a partir da cultura da palma.

Observou-se no atual cenário produtivo de biodiesel tendo como insumo básico o óleo de palma, entre os dois países analisados, esta nova matriz energética necessita de um marco regulatório ambiental e tributário específico, que estimule o processo de gestão ambiental, que favoreça e proporcione incentivos tributários e, em alguns casos, a isenção tributária diferenciada por matéria prima e por região, a exemplo do Brasil, para projetos industriais que priorizem a produção mais eficiente e sustentável, baseada nos princípios de gestão e responsabilidade socioambiental e inclusão social de comunidades locais.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. & MAGALHÃES, R. 2007. The access of family farmers to biodiesel markets: partnerships between big companies and social movements. <http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/artigos_cientificos/2007/Biodiesel_AIEA2_English.pdf> (Acesso em 10/11/2010).
- ALMEIDA, J.R. 2008. *Gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável*. Pp 11-20. 1ª Ed. Thex. Rio de Janeiro, RJ. 559p.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Boletim Mensal de Biodiesel. Fev. 2011. <www.anp.gov.br> (Acesso em 21/04/2011).
- BECKER, B.K. 2010. Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)? *Confins – Revista Franco-Brasileira de Geografia*, 10. <<http://confins.revues.org/6609>> (Acesso em 25-02-2010).
- BIODIESEL. 2005. A agricultura familiar e o Biodiesel. <www.biodiesel.gov.br> (Acesso em 03/02/2011).
- COSTA, R.E. 2007. Inventário do ciclo de vida do biodiesel obtido a partir do óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Itajubá, MG, Brasil. 195p. <<http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0032497.pdf>> (Acesso em 20/04/2010).
- DISHINGTON, J.M. 2006. “Biocombustibles y agricultura”. In: FEDEPALMA. Primer congreso grupo empresarial del campo. Bogotá, Colômbia. Pp. 1-32. <www.fedepalma.org/document/.../biocombustibles_agricultura.pdf> (Acesso em 14/06/2009).
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). 2010. Balanço energético nacional, ano base 2009. <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2010>> (Acesso 21/04/2011).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Making integrated food-energy systems work for people and climate. *Relatório Técnico*. Roma, Itália. 43p.
- FEARNSIDE, P.A. 2009. Vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. *Oecologia Brasiliensis*, 13 (4): 609-618, doi:10.4257/oeco.2009.1304.05
- FEDEBIOCOMBUSTIBLES. (Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia). 2010. Cambio climático y su impacto em Colombia. Boletim nº 29. <www.fedebiocombustibles.com> (Acesso em 10/12/2010).
- FEDEPALMA (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite). 2009. A Agroindústria de óleo de Palma na Colômbia. *Relatório Técnico*. Bogotá, Colômbia. 32p.
- GRAEL, P.F.F. & OLIVEIRA, O.J. 2010. Sistemas certificáveis de gestão ambiental e da qualidade: práticas para integração em empresas do setor moveleiro. *Produção*. 20 (1): 30-41, doi: 10.1590/S0103-65132010005000017
- HOMMA, A.K.O.; JUNIOR, J.F.; CARVALHO, R. & FERREIRA, C.A.P. 2000. Bases para uma política de desenvolvimento da cultura do dendzeiro na Amazônia. Pp. 11-30. In: I.J.M Viégas & A.A. Müller (orgs.). A cultura do dendzeiro na Amazônia. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 374p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2010. Censo Agrícola Municipal. <www.ibge.gov.br> (Acesso em 25/11/2010).
- ICTSD (International Centre for Trade and Sustainable Development). 2007. O cenário dos biocombustíveis na América do Sul e a liderança brasileira. *Pontes Bimestral*, 3 (6). <<http://ictsd.org/i/news/4415/#usermessage6a>> (Acesso em 12/12/09).
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura). 2007. *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles em las Américas: I Ethanol*. Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles - San José, Costa Rica. 20 p.
- ISO (International Organization for Standardization). 2004. ISO 14001. Switzerland: ISO. <www.iso.org> (Acesso em 20/01/2011).

- LAPOLA, D.M.; SCHALDACH, R.; ALCAMO, J.; BONDEAU, A.; KOCH, J.; KOELKING, C. & PRIESS, J.A. 2010. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107 (8): doi: 10.1073/pnas.0907318107
- MME (Ministerio de Minas y Energía da Colombia). 2009. Biocombustibles en Colombia. 22p. <http://www.fedebiocombustibles.com/files/Biocombustibles_Colombia.pdf> (Acesso 04/05/2010).
- MONTEIRO, K.F.G. 2007. Pp 34-35. Cenários da Agricultura Familiar na Cadeia do Biodiesel na Amazônia Paraense. As Culturas de Dendê no Pará. *Revista Biodiesel*, São Paulo, SP. Ed. Letra Boreal. 14: 40 p.
- MONTEIRO, K.F.G. 2008. Aspectos logísticos de áreas com maior aptidão agrícola para a cultura de dendê no estado do Pará, visando à implementação de projetos de biodiesel. *Relatório Técnico*. Petróleo Brasileiro, Petrobras. Belém - PA. 38 p.
- MONTEIRO, K.F.G. 2009. Pp 8. Perspectivas de Produção de Dendê para biocombustíveis na Amazônia Brasileira. *Revista Biodiesel*. nº 38. Ed. Letra Boreal. São Paulo, SP. 32p.
- MONTEIRO, K.F.G. & CARVALHO, A. C. S. 2010. Gestão Ambiental da Cadeia de Biocombustíveis com cultivos de dendê no escudo da Guiana Colombiana. p. 120. In: L. SIMONIAN & A.J.S da COSTA (orgs.). II Congresso Internacional da Biodiversidade do Escudo Guianês: Livro de resumos. Macapá, Amapá. 187p. CD-ROM.
- MONTEIRO, K.F.G.; SILVA, A.R.F.; CONCEIÇÃO, E.R. 2006a. Inserção da agricultura familiar na cadeia do biodiesel no estado do Pará: Possibilidades de emprego e renda com o cultivo de dendê. Pp. 235-245. In: D.M.C. Monteiro & M.A. Monteiro (orgs.). Desafios na Amazônia: Uma nova assistência técnica e extensão rural. 21 ed. Belém: UFPA, Vol. 1, 247p.
- MONTEIRO, K.F.G.; SILVA, A.R.F.; CONCEIÇÃO, E.R.; PALHETA, R.P. 2006b. O cultivo do dendê como alternativa de produção para a agricultura familiar e sua inserção na cadeia do biodiesel no estado do Pará. Pp. 55-60. In: MCT & ABIPTI (orgs.). I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel: Artigos Técnicos-Científicos. Agricultura – Vol. 1, Brasília, DF.
- MONTEIRO, R.C. & RODRIGUES, G.S. 2006. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture - ambitec-agro. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1 (3): 47-59.
- MOTTA, R.S.; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. 1996. Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América latina e Caribe: lições e recomendações. Texto para discussão N° 440. IPEA: Rio de Janeiro. 59 p. <www.ipea.gov.br/pub/td/td0440.pdf> (Acesso em 15/05/2010).
- MORETTO, E. & ALVES, R.F. 1996. Óleos e gorduras vegetais: Processamento e Análises. Ed. UFSC. Florianópolis.
- NAE (Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República). 2005. Biocombustíveis. nº 2. Brasília: Núcleo de assuntos estratégicos da Presidência da República, *Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica*. 2005. 229p.
- OLIVEIRA, F.C.C.; SUAREZ, P.A.Z.; SANTOS, W.L.P. 2008. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. Química e Sociedade. Nº 28. <<http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>> (Acesso em 22/04/2011).
- ONU (Organização das Nações Unidas). 2008. 30ª Conferência da FAO. <www.onu-brasil.org.br> (Acesso em 10/02/2011).
- RIOS, G.M. 2010. Colecciones científicas y bases de datos de fitolitos de plantas amazônicas: Colômbia-Brasil. Pp 20-39. In: D.C.Kern & M.L. Costa, (orgs.). Workshop Terra Preta Arqueológica e Terra Preta Nova. Belém, PA. CD-ROM.
- RODRIGUES, G.S.; VERWILGHEN, A. & CALIMAN J.P. 2010. An assessment tool and integrated index for sustainable oil palm production. Pp 1-20. In: Sinarmas, WWF & CIRAD (orgs.). 2nd International Conference on Oil Palm and Environment (ICOPE 2010) "Measurement and Mitigation of Environmental Impact of Palm Oil Production. Bali, Indonesia.
- RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; RODRIGUES, I.A.; MARCOS LIGO, A.V.; PIRES, A.M.M. & FRIGHETTO, R.T.S. 2007. Gestão ambiental de culturas oleaginosas para obtenção de biocombustíveis. *Relatório Técnico*. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariuna, SP. CD-ROM.
- RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil). 2005. Princípios e Critérios da RSPO para a produção sustentável de óleo de palma. *Relatório Técnico*. <www.rspo.org/.../RSPO%20Criteria%20Final%20Guidance%20with%20NI%20Doc> (Acesso em 02/02/2011).
- RSB (Roundtable on Sustainable Biofuel). 2010. Compliance Indicators for RSB Principles & Criteria - Version 2. *Relatório Técnico*. <www.rsb.epfl.ch> (Acesso em 26/02/2011).
- SACHS, I.; LOPES, C.; DOWBOR, L. 2010. Crises e Oportunidades em tempos de mudança. Documento de referência

para as atividades do núcleo Crises e Oportunidades no Fórum Social Mundial Temático – Bahia. <<http://criseoportunidade.wordpress.com/2010/01/20/crises-e-oportunidades-em-tempos-de-mudanca-coordenacao-cientifica-crise-e-oportunidade/>> (Acesso em 10/02/2010).

SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R. & VARGAS, R.M. 1998. Transesterification of vegetable oils: A review. *Journal of Brazilian Chemistry Society*, 9(1):199-210.

SILVA, F.B.; SAMPAIO, A.P.C.; CARMO, B.B.T. & ALBERTIN, M.R. 2009. Relação entre sustentabilidade e certificação: caso da cadeia produtiva do biodiesel. *In: FEA/USP & FGV (orgs.). XI ENGEMA. Fortaleza- CE. Brasil.*

SUAREZ, P.A.Z.; MENEGHUETTI, S.M.P. & MENEGHUETTI, S.R. 2007. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais polímeros e insumos químicos: Algumas aplicações na catálise oleoquímica. *Quimica Nova*, 30(3): 665-669.

VIÉGAS, I.J.M. & MÜLLER, A.A. 2000. *A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira*. Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA. 374p.

WILKINSON, J. & HERRERA, S. 2010. Biofuels, climate change and sustainability in Brazil. <www.iica.int/Esp/regiones/.../brasil/.../Artigo_John%20Wilkinson_Selena.pdf> (Acesso em 02/02/2011).

ZAPATA, C.D.; MARTINEZ, I.D. & CASTIBLANCO, E.A. 2007. Producción de biodiesel a partir de aceite crudo de palma: Evaluación económica. *Dyna*, 74: 71-82.

Recebido em 27/01/2011

Aceito em 21/05/2011