

DESEMPENHO AMBIENTAL DOS CACHOS DE FRUTOS DE DENDÊ DE PRODUÇÕES CONVENCIONAL E ORGÂNICA NA REGIÃO DO BAIXO SUL DA BAHIA

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF PALM FRUIT BUNCHES FROM CONVENTIONAL AND ORGANIC PRODUCTION IN THE SOUTH BAHIA REGION

Ittana de Oliveira Lins

Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UESC – Ilhéus (BA), Brasil.

Henrique Leonardo Maranduba

Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Doutorando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UESC – Ilhéus (BA), Brasil.

Luciano Brito Rodrigues

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Minas Gerais (UFMG). Professor Titular no Departamento de Tecnologia Rural e Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – Itapetinga (BA), Brasil.

José Adolfo de Almeida Neto

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Kassel, Alemanha, reconhecido pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Titular no Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da UESC – Ilhéus (BA), Brasil.

Endereço para correspondência:

Ittana de Oliveira Lins – Rua Osmundo Marques, 37 – São Francisco – 45659-200 – Ilhéus (BA), Brasil – E-mail: ittanalins@gmail.com

RESUMO

Este trabalho avaliou o desempenho ambiental dos cachos de frutos de dendê na região do Baixo Sul do estado da Bahia, comparando os cultivos convencional e orgânico. A avaliação seguiu os passos indicados pelas normas ISO 14040 e 14044 para avaliar as categorias de impacto: acidificação, aquecimento global e uso de recursos não renováveis. O cultivo orgânico apresentou o melhor desempenho, reduzindo, comparativamente ao cultivo convencional, os impactos em 27,6% para o aquecimento global, 69,0% para o uso de recursos não renováveis e 89,4% para a acidificação. O principal fluxo elementar no sistema de cultivo convencional foi o uso de fertilizantes sintéticos, devido a seu elevado consumo energético e emissões na fase de uso. Para o cultivo orgânico, o principal fluxo elementar foi o transporte do fertilizante orgânico, com consumo de recursos fósseis (diesel) e emissões relacionadas ao aquecimento global e à acidificação. Apesar dos indicadores favorecerem o cultivo orgânico, é importante considerar a interdependência entre os sistemas produtivos.

Palavras-chave: avaliação do ciclo de vida; impacto ambiental; sistemas de cultivo; *Elaies guineenses*.

ABSTRACT

This study evaluated the environmental performance of palm fruit bunches in the Southern region of Bahia state, Brazil, comparing the conventional and organic crops. The assessment followed the steps in ISO 14040 and 14044 to assess the impact categories: acidification, global warming and use of non-renewable resources. In comparison to conventional crops, organic crops presented the best environmental performance, reducing the impacts in 27.6% for global warming, 69.0% for non-renewable resources and 89.4% for acidification. The main elementary flow in conventional crops system has been the use of synthetic fertilizers, due to their high energy demand and direct emissions in the use phase. In organic crops, the main elementary flow has been the organic fertilizers transportation, due to fossil (diesel) burning and emissions related to global warming and acidification. Although the organic crops present the best results, compared with conventional crops, it is important to consider the production systems interdependence.

Keywords: life cycle assessment; environmental impact; farming systems; *Elaies guineenses*.

INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas, além de fornecedoras de alimentos para o consumo humano, são fontes de matérias-primas para diversas atividades econômicas. Por outro lado, a demanda das atividades agrícolas modernas por grandes quantidades de recursos naturais, renováveis ou não renováveis, resulta em impactos negativos ao meio ambiente (CLAUDINO & TALAMINI, 2013). Tais impactos podem variar em função de diversos fatores, como a tecnologia empregada, o manejo praticado e as condições edafoclimáticas do local onde a cultura está sendo desenvolvida (NTIAMOAH & AFRA-NE, 2008; OFORI-BAH & ASAFU-ADJAVE, 2011; BESSOU *et al.*, 2016a, 2016b; CASTANHEIRA & FREIRE, 2016).

Associados ao processo de modernização e intensificação de áreas de cultivo, com o objetivo principal de aumentar a produção e a produtividade, o manejo em diversas culturas inclui práticas como o desmatamento e o uso intensivo de insumos agrícolas originados de fontes não renováveis, as quais são causadoras de impactos ambientais à montante e à jusante da atividade agrícola (GALHARTE & CRESTANA, 2010; HAPPE *et al.*, 2011; TUOMISTO *et al.*, 2012; SIREGAR *et al.*, 2015; BESSOU *et al.*, 2016a, 2016b).

A partir da década de 1960, com a Revolução Verde, as atividades agrícolas foram intensificadas pela utilização em grande escala de adubos sintéticos solúveis, pesticidas, herbicidas e pela mecanização agrícola intensiva, associada ao uso de sementes melhoradas ou modificadas geneticamente. Tais práticas, as quais passaram desde então a caracterizar a agricultura convencional, resultaram em um aumento tanto da produtividade como também dos consequentes impactos ambientais (ALBERGONE & PELAEZ, 2007).

Contrapondo esse modelo de produção e manejo agrícolas, denominado neste trabalho como “cultivo convencional”, tem-se o modelo de produção e manejo orgânico. Também conhecido como “agricultura orgânica” (neste trabalho denominado “cultivo orgânico”), tal prática apresenta-se como uma proposta promissora para a redução dos impactos ambientais negativos, identificados no modelo convencional, especialmente com relação ao uso de insumos agrícolas de origem não renovável, uma vez que prescinde do uso dos insumos já mencionados (NEMECEK *et al.*, 2011).

Focando na prática de adubação como uma das características que diferencia esses dois tipos de manejos agrícolas, Reinhardt, Rettenmaier e Gärtner (2007) constataram que adubos sintéticos solúveis garantiram elevadas produtividades em sistemas de cultivo conduzidos sob o manejo convencional. Porém, Choo *et al.* (2011) verificaram danos irreversíveis aos sistemas envolvidos, tais como contaminação do solo e emissão de gases poluentes para a atmosfera, cujos impactos foram identificados tanto na fase de uso como na fase de produção desses insumos.

Tomando como referência uma das principais culturas agrícolas da região Baixo Sul da Bahia, o dendê (*Elais guineenses* L.) tem sido cultivado sob o modelo de monocultura convencional, contando com mais de 53 mil ha de área em produção (IBGE, 2012). O dendezeiro, espécie de palmeira oleaginosa pertencente à família *Arecaceae*, destaca-se das demais oleaginosas pela elevada produtividade de óleo, com rendimento anual de 4,0 a 6,0 t.ha⁻¹.a⁻¹, podendo produzir até 10 vezes mais óleo do que outras oleaginosas, o que o torna a espécie vegetal que apresenta a maior produtividade em óleo bruto (SUMATHI; CHAI; MOHAMED, 2008; QUEIROZ; FRANÇA; PONTE, 2012). As formas de cultivo e manejo convencional adotadas para a cultura do dendê têm causado diversos impactos negativos ao ambiente, destacando-se a perda de biodiversidade e alterações das propriedades físico-químicas do solo (REINHARDT; RETTENMAIER; GÄRTNER, 2007; SCHMIDT, 2007, 2010). A expansão de grandes áreas cultivadas nesse modelo, mesmo considerando o uso de áreas degradadas e a substituição de áreas de cultivo subspontâneo — populações naturais de dendezeiros predominantemente da variedade dura, que se expandiram em áreas abertas, exploradas pelo sistema extrativista — podem provocar significativos impactos ambientais negativos (CORLEY, 2009). Este trabalho avaliou o desempenho ambiental dos cachos de frutos de dendê produzidos na região Baixo Sul do estado da Bahia, comparando dois sistemas de cultivo, o convencional e o orgânico, de dendê da variedade *Tenera*, fruto do cruzamento das variedades dura e *pisifera*, sendo a variedade que predomina nos cultivos comerciais de dendê.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo está inserida no Bioma Mata Atlântica, compreendendo dois municípios da região Baixo Sul do estado da Bahia (Figura 1). Nessa região são cultivados 54.031 ha, cuja produção, segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2014, foi de 204.961 toneladas de cachos de frutos de dendê (IBGE, 2012).

O clima predominante nessa região é do tipo B2r (classificação de Thornthwaite), úmido com pequena ou nenhuma

deficiência hídrica mensal e com pequenas oscilações de temperatura do ar ao longo do ano. Possui ainda forte influência do clima litorâneo, com umidade relativa média em torno de 80 a 90% e velocidade média dos ventos entre 1,29 e 2,9 m.s⁻¹, dependendo dos meses do ano (ALMEIDA, 2001). Os solos são bastante variados, predominando os Latossolos Podzólicos (profundos, típicos de clima úmido e de baixa fertilidade).

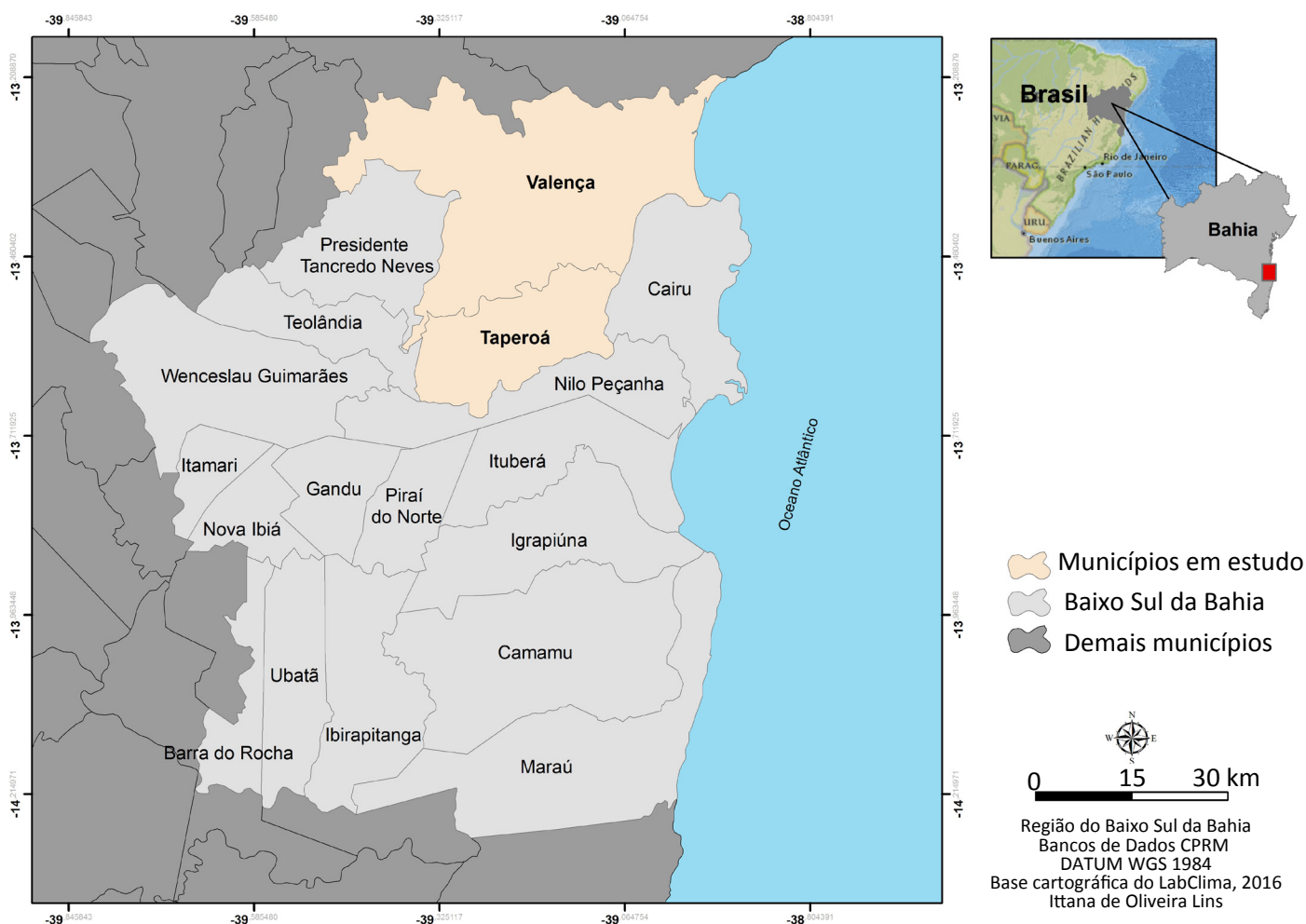


Figura 1 – Região Baixo Sul, Bahia, destacando-se os dois municípios onde estão localizadas as fazendas de cultivo de dendzeiros, consideradas neste estudo.

Método de pesquisa

Este trabalho foi realizado seguindo os princípios da metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), nor-

matizada segundo as ISO 14040 e 14044 (ISO, 2006a, 2006b). Conforme previstas na ISO, procedeu-se a mo-

delagem dos sistemas de produto, a construção do inventário de dados, a análise dos fluxos de massa e de energia e a avaliação dos impactos ambientais no ciclo de vida dos frutos nos cultivos convencional (CC) e orgânico (CO).

O método considerado para avaliação dos impactos ambientais foi o desenvolvido pelo Instituto de Ciências Ambientais da Universidade de Leiden, o *Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden* (CML 2), *baseline* 2000 com normalização *World* 1995 (GUINÉE, 2001; GRANT; RIES; THOMPSON, 2016; CASTANHEIRA & FREIRE, 2016). As categorias de impacto ambiental utilizadas do método CML 2 foram definidas conforme sua relevância para o estudo em questão, a saber: acidificação — por avaliar as emissões de óxido de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO_x) e amônia (NH_3) e a deposição de ácidos nítrico e sulfúrico sobre a vegetação e os recursos hídricos, originados das práticas de adubação —; aquecimento global (por avaliar as emissões de CO_2 e de outros gases causadores do efeito estufa para a atmosfera, devido, principalmente, ao consumo de combustível fóssil (CF) nas práticas de manejo e no ciclo de vida dos insumos agrícola); e uso de recursos não renováveis (para avaliar o consumo total de energia e de recursos naturais).

A fronteira estabelecida para o sistema de produto baseou-se na abordagem “berço a portão”, sendo consideradas as etapas relacionadas à produção agrícola dos cachos de frutos de dendê. Os inventários de dados foram construídos a partir de dados primários

Descrição do processo

Foram analisados comparativamente os cachos de frutos de dendê da variedade *Tenera* produzidos por meio do CC e CO (Quadro 1).

Os sistemas de cultivo são caracterizados pelas mesmas etapas: produção de mudas, preparo da área, plantio, tratamentos culturais, colheita e transporte, conforme representação na Figura 2. A diferença entre eles está no tipo dos insumos agrícolas utilizados nas etapas preparo da área, plantio e tratamentos culturais, conforme entradas indicadas pela representação pontilhada, demonstrando as diferenças entre os dois sistemas (*inputs*).

Os fluxos mássicos e energéticos de fertilizantes e consumo de diesel que entram e saem dos sistemas foram

e secundários. Os dados primários foram coletados por meio de visitas às empresas produtoras e processadoras de dendê na região Baixo Sul da Bahia, utilizando-se observação direta, aplicação de formulários aos técnicos agrícolas responsáveis pelo cultivo e consulta telefônica a técnicos e especialistas. Os dados levantados foram validados por especialistas na cultura do dendê da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), em Ilhéus, na Bahia, por meio de reuniões técnicas. Os dados primários obtidos nas coletas referem-se às informações agronômicas sobre o manejo da cultura, tais como tipo e quantidade de cada insumo agrícola utilizado e práticas de manejo adotadas. No caso da mecanização, foram levantadas informações de equipamentos utilizados (se necessário), consumo de combustível e produtividade.

Os dados secundários são referentes às especificações técnicas dos insumos agrícolas e consumo de combustível das máquinas agrícolas utilizadas, obtidos a partir de artigos científicos, relatórios técnicos das empresas e da CEPLAC e complementados com a base de dados ecoinvent versão 2.2 (ecoinvent Centre).

Os dados foram coletados com auxílio de planilhas eletrônicas e incluídos no *software* proprietário SimaPro 8.0 (Pré Consultant), para manuseio, modelagem dos sistemas de cultivo, cálculos de caracterização, avaliação de impacto, análise de incertezas e interpretação. As incertezas foram estimadas com base na matriz Pedigree associada à simulação de Monte Carlo (1.000 interações, intervalo de confiança de 95%) (CIROTH *et al.*, 2013).

processados e normalizados para a unidade funcional de 18.720 kg de cachos de frutos de dendê, o equivalente à produtividade média de 1 ha.a⁻¹ (Tabela 1).

Os impactos relacionados à infraestrutura das propriedades agrícolas e relacionados à ocupação e transformação do uso da terra, tais como a vegetação existente, e/ou prática de desmatamento, foram desconsideradas. Foi desconsiderado na alocação dos impactos entre os sistemas que, para o suprimento em cachos vazios para 1 ha de cultivo orgânico de dendê, foi necessário o uso dos cachos vazios de 8 ha de cultivo convencional.

Quadro 1 – Descrição dos sistemas de cultivo avaliados.

Cultivo convencional	Cultivo orgânico
Sistema modelado a partir de dados médios para os aspectos ambientais do ciclo de vida dos cachos frutos de dendê, originados de sistemas de cultivo de dendê <i>Tenera</i> sob o manejo convencional, incluindo recomendação de adubação, consumo de combustível fóssil na mecanização agrícola e etapas de transporte, obtidos nas áreas agrícolas das duas principais empresas que cultivam dendezeiros e extraem o óleo de dendê, instaladas nos municípios de Taperoá e de Nazaré, no estado da Bahia.	Sistema modelado a partir de dados médios para os aspectos ambientais do ciclo de vida dos cachos de frutos de dendê <i>Tenera</i> sob manejo orgânico, incluindo consumo de combustível fóssil na mecanização agrícola e etapas de transporte. Os dados de recomendação de adubação foram baseados em Viégas e Botelho (2000, p. 267), considerando a mesma produtividade de cachos de frutos de dendê estimada para o cultivo convencional. Os aspectos ambientais foram estimados a partir de parâmetros técnicos obtidos por consulta à empresa nacional com área de produção orgânica certificada pelo Instituto Biodinâmico.

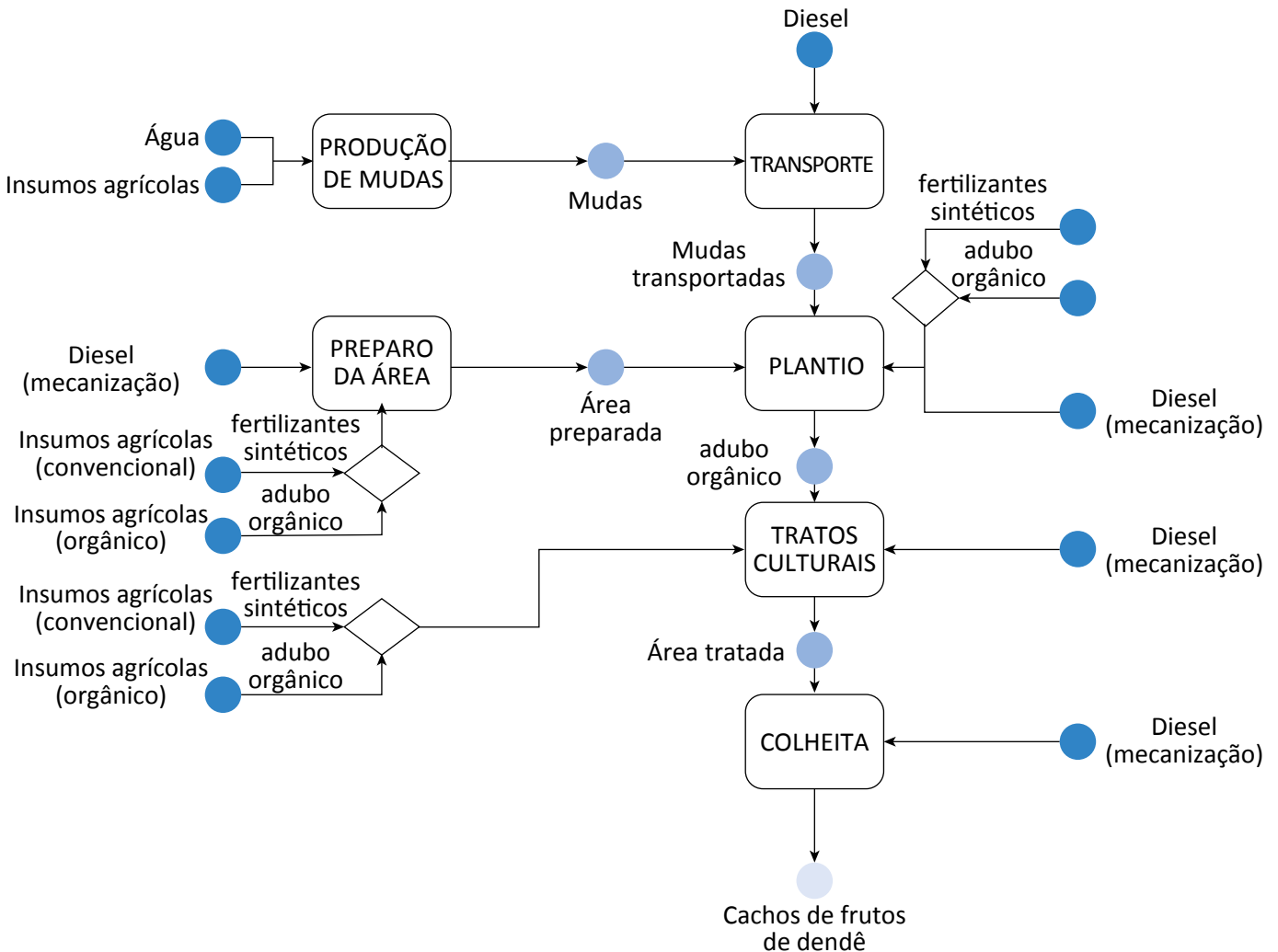


Figura 2 – Fluxograma simplificado da produção de cachos de frutos de dendê, conforme os dois sistemas de cultivo analisados, indicando a fronteira deste estudo e os respectivos *inputs*.

Tabela 1 – Inventário do ciclo de vida com dados normalizados para a unidade funcional de 18.720,0 kg.a⁻¹, de cachos de frutos de dendê sob os cultivos convencional e orgânico.

Aspectos ambientais (inputs)	Unidade	Cultivo convencional ^{1,2}	Cultivo orgânico ^{3,2}
Consumo de diesel	L	60,96	94,35
Cloreto de potássio (KCl)	kg	152,28	–
Fertilizante nitrogenado (ureia)	kg	267,92	–
Fertilizante superfosfato triplo (P ₂ O ₅)	kg	189,00	–
Fertilizante fosfato natural	kg	20,00	20,00
Sulfato de magnésio (MgSO ₄)	kg	0,26	–
Cachos vazios (bucha)	t	–	28,6
Pesticidas (herbicida, fungicidas e formicida) ⁴	–	–	–
Cachos de frutos de dendê	kg	18.720,00	18.720,00

¹Cálculos baseados nos parâmetros técnicos da planilha de custos de 1 ha de dendê (ceplac, 2007); ²análise estatística utilizando simulação Monte Carlo, com Intervalo de Confiança de 95% e 1.000 interações; ³com base em dados de Viégas e Botelho (2000) e Müller (2000); ⁴considerando um ciclo produtivo de 25 anos para o dendezeiro, o consumo de pesticidas em cc foi restrito a formicidas na fase inicial da cultura, tendo sido desconsiderado neste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de produto com CO apresentou uma redução expressiva para as categorias de impacto acidificação (AC) e uso de recursos não renováveis (RNR), com 89,4 e 69,0%, respectivamente. Para a categoria aquecimento global (AG), a redução foi menos expressiva, alcançando 27,6% (Figura 3).

No caso da categoria AC, essa diferença favorável ao sistema no CO está relacionada, principalmente, ao uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados no sistema de produto no CC, contribuindo para as emissões de NH₃ e NO_x. De acordo com Milà i Canals, Romanyà e Cowell (2007), o principal contribuinte para essa categoria é a NH₃, originada da volatilização dos fertilizantes nitrogenados, sendo relevante o controle do manejo na aplicação, observando-se o tipo, a dosagem e as condições climáticas. Nesse mesmo estudo, verificou-se que as emissões de NO_x também estão associadas à produção e ao uso de insumos de origem fóssil (emissões oriundas do ciclo de vida dos derivados fósseis).

Com relação às categorias RNR e AC, a diferença a favor do sistema de CO foi menor, devido ao maior consumo de CF na mecanização das atividades agrícolas e no transporte e na aplicação do adubo orgânico, compensando parcialmente as emissões de gases do efei-

to estufa (GEE) oriundas da mecanização e da produção e do uso de fertilizantes sintéticos do cenário CC. Queiroz, França e Ponte (2012) constataram que o uso de fertilizantes contribui para o maior consumo de recurso natural não renovável na fase agrícola de cultivo de dendezeiros na Amazônia, recomendando ajustes no uso de fertilizantes de origem fóssil com os adubos orgânicos de forma que reduza o consumo de energia nessa fase. Castanheira e Freire (2016) consideraram a recomendação de adubação conforme necessidade nutricional da cultura como prioridade ambiental para a redução da contribuição do cultivo de dendezeiros para as categorias AC, AG e RNR.

Segundo Viégas e Botelho (2000), o fato de o dendezeiro ser classificado como uma cultura perene resulta em vantagens frente às demais oleaginosas, principalmente por não demandarem o preparo anual do solo para o plantio. Isso traz como consequência o uso menos intensivo da mecanização e, conseqüentemente, um menor consumo de CF, bem como maior estoque de carbono no sistema, em forma de biomassa vegetal aérea e no solo. Na dendeicultura, o maior consumo de CF está associado ao transporte dos cachos de fruto do campo para a indústria de processamento do óleo.

Segundo Soraya *et al.* (2014), a etapa de transporte contribuiu significativamente para os impactos ambientais decorrentes do ciclo de vida do biodiesel de óleo de dendê produzido na Indonésia, principalmente na fase agrícola da produção do óleo bruto.

Quanto às emissões de GEE para os sistemas de produto com CC e CO na etapa agrícola de produção do cacho de dendê para produção de óleo, o CC apresentou um potencial de contribuição para a categoria AG 42% maior do que no CO, com valores absolutos de 2,49 e 1,44 kg CO₂eq.kg⁻¹ de CF para o CC e o CO, respectivamente.

Os valores referentes às emissões de gases que contribuem para a categoria AC, AG e o consumo de recursos fósseis, referentes à categoria RNR, podem ser visualizados na Tabela 2.

A Figura 4 destaca os principais processos que contribuíram para emissão de GEE. Enquanto para o CC as principais contribuições foram da ureia (48,0 g CO₂.kg⁻¹ de CF) e do superfosfato triplo (21,0 g CO₂.kg⁻¹ de CF), para o CO o único processo com emissão considerada foi o transporte, especialmente relacionado à operação com os cachos vazios (21,4 g CO₂.kg⁻¹ de CF).

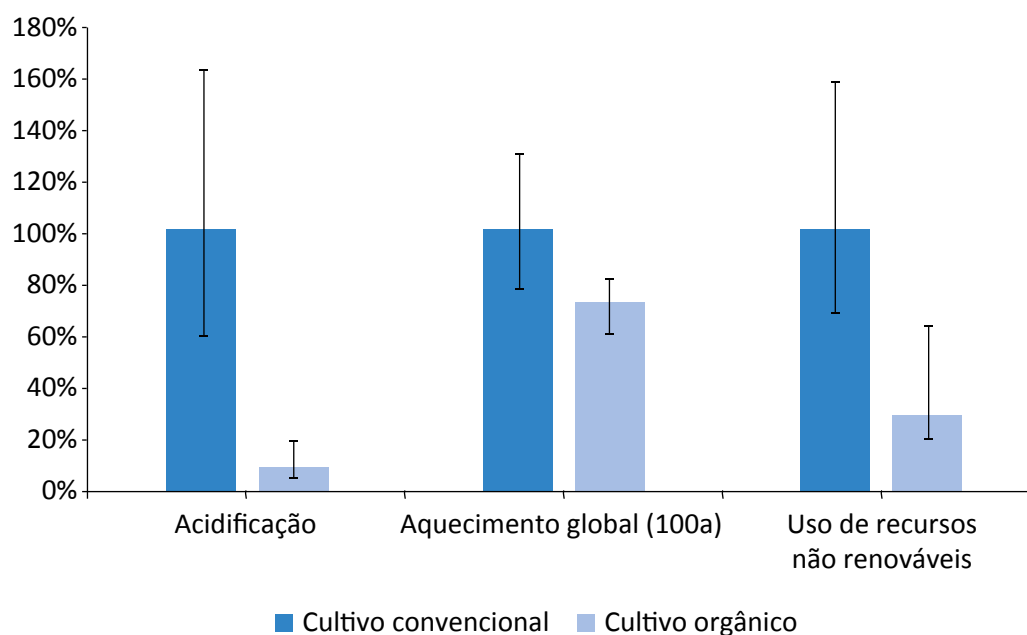


Figura 3 – Comparação dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, para as categorias acidificação, aquecimento global e uso de recursos não renováveis. O coeficiente de variação foi estimado utilizando-se o software Simapro 8.0[®], combinando a Matrix Pedigree e a Simulação Monte Carlo (1.000 interações, 95%).

Tabela 2 – Impacto do sistema de produto com cultivo convencional e orgânico para as categorias acidificação, aquecimento global e uso de recursos não renováveis, normalizadas para a unidade funcional 18.720 kg de cachos de frutos de dendê.

Categorias	Unidade	Cultivo convencional*	Cultivo orgânico*
Acidificação	tSO ₂ eq	0,183	0,0262
Aquecimento global	tCO ₂ eq	71,042	51,4234
Uso de recursos não renováveis (fóssil)	GJeq	119,622	36,5421

*Análise estatística utilizando simulação Monte Carlo, com Intervalo de Confiança de 95% e 1.000 interações.

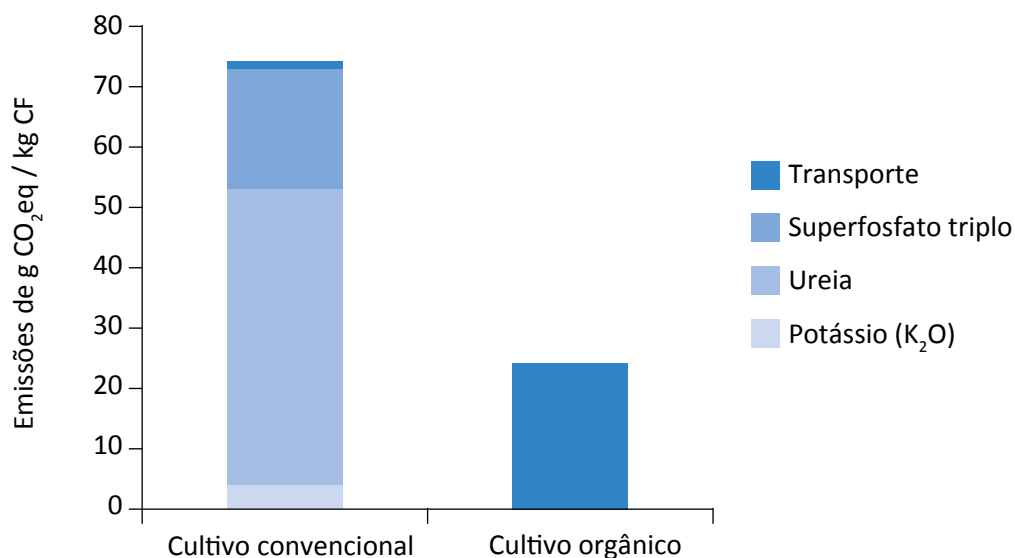


Figura 4 – Valores de emissões de CO_{2eq} (aquecimento global) para o sistema de produto com cultivo convencional e cultivo orgânico na fase agrícola do ciclo de vida dos cachos de frutos de dendê.

Cabe ressaltar que o modelo de produção orgânico adotado prevê uma quantidade de cachos vazios para atender às necessidades nutricionais da planta e que permitam atingir produtividades agrícolas equivalentes ao sistema convencional. Nesse caso, para produzir a quantidade de cachos vazios para adubação de 1 ha de dendê no sistema CO, são necessários cerca de 8 ha de dendê convencional, com suas exigências e seus impactos previstos ao longo da cadeia de produção.

Soraya *et al.* (2014) confirmam que o uso de fertilizantes no CC de dendê foi o principal contribuinte para

a categoria de impacto AG. Milà i Canals, Romanyà e Cowell (2007) também constataram que o uso de fertilizantes sintéticos no CC de maçãs foi o maior contribuinte na emissão de GEE, seguido das emissões de CO₂ na queima de CF nas operações de mecanização. No caso deste estudo, no CO de dendê, o que mais contribuiu na categoria AG foi a combustão de diesel na mecanização intensiva das atividades agrícolas e de transporte, o que justifica a escolha e a importância da seleção das categorias de impactos deste estudo.

CONCLUSÃO

A avaliação do desempenho ambiental dos cachos de frutos do dendê utilizando-se a ACV possibilitou constatar que mudanças nas práticas de manejo dessa cultura apresentam os principais desafios na redução dos impactos ambientais.

Os aspectos ambientais destacados neste estudo e as suas contribuições para cada categoria de impacto ambiental foram analisados considerando-se uma mesma produtividade de cachos de frutos de dendê para os dois sistemas de cultivo. Assim, observou-se que mu-

danças nas práticas de adubação no CO, principalmente no uso de adubos sintéticos produzidos a partir de recursos não renováveis, e redução no uso de combustível nas práticas de manejo foram ações identificadas para reduzir os impactos ambientais nas categorias estudadas e alcançar a mesma capacidade produtiva do sistema de CC.

Se por um lado o CO utiliza mais diesel no processo de transporte do adubo orgânico, isso é compensado nas categorias de impacto AG e RNR por não demandar fer-

tilizantes sintéticos, que foram responsáveis pelos impactos ambientais negativos no sistema de CC.

O CO apontou um potencial para redução de impactos ambientais por meio do aproveitamento de resíduos orgânicos da indústria de extração do óleo, condicionado à logística de retorno dos cachos vazios para as áreas de cultivo orgânico, uma vez que os impactos do transporte são significativos e crescem com a distância transportada.

Nesta perspectiva, um resultado do ponto de vista de redução dos impactos ambientais poderia ser alcançado também utilizando os resíduos orgânicos da indústria para reduzir o consumo de fertilizantes sintéticos nas áreas de CC.

Nesse sentido, é importante mencionar que as vantagens do CO, considerando as categorias de impacto estudadas, são limitadas às fontes de aquisição de re-

síduos orgânicos necessários ao atendimento das demandas nutricionais do CO, dependendo, em princípio, de um outro sistema agropecuário que produza matéria orgânica excedente próximo às áreas de cultivo.

Com base nas premissas e condições deste estudo, o CO não se justificaria somente pelos critérios ambientais. É importante ressaltar que os principais argumentos para a manutenção de áreas de cultivo orgânico podem estar relacionados a mercados diferenciados e qualidade nutritiva dos produtos derivados do dendê.

Os resultados alcançados neste estudo corroboram para a consolidação da ACV como metodologia de avaliação de impactos ambientais de produtos agropecuários, auxiliando na tomada de decisão e melhoria de processos e práticas de cultivo, com vistas ao atendimento das expectativas de consumidores, mercados e legislações cada vez mais exigentes.

AGRADECIMENTOS

À CEPLAC pelo apoio técnico, financeiro e facilitador do acesso às áreas de cultivo de dendê. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq) pelo investimento na infraestrutura técnica e compra de licenças de *softwares* para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBERGONE, L. & PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? *Revista de Economia*, Paraná, v. 33, n. 1, p. 31-53, 2007.

ALMEIDA, H. A. *Probabilidade de ocorrência de chuvas no Sudeste da Bahia*. Boletim Técnico nº 182. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC. 32 p, 2001.

BESSOU, C.; BASSET-MENS, C.; BENOIST, A.; BIARD, Y.; BURTE, J.; FESCHET, P.; PAYEN, S.; TRAN, T.; PERRET, S. Life cycle assessment to understand agriculture-climate change linkages. In: TORQUEBAU, E. (Ed.). *Climate Change and Agriculture Worldwide*. Netherlands: Springer, 2016a. p. 263-275.

BESSOU, C.; BASSET-MENS, C.; LATUNUSSA, C.; VÉLU, A.; HEITZ, H.; VANNIERE, H.; CALIMAN, J. P. Partial modelling of the perennial crop cycle misleads LCA results in two contrasted case studies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 21, n. 3, p. 297-310, 2016b.

CASTANHEIRA, É. G. & FREIRE, F. Environmental life cycle assessment of biodiesel produced with palm oil from Colombia. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 21, p. 1-14, 2016.

CEPLAC – COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. *Plano de Ação Imediata do Dendê – PAI Dendê*. Ilhéus: CEPLAC, 2007.

CHOO, Y. M.; MUHAMAD, H.; HASHIM, Z.; SUBRAMANIAM, V.; PUAH, C. W.; TAN, Y. Determination of GHG contributions by subsystems in the oil palm supply chain using the LCA approach. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 16, p. 669-681, 2011.

- CIROTH, A.; MULLER, S.; WEIDEMA, B.; LESAGE, P. Empirically based uncertainty factors for the pedigree matrix in ecoinvent. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 3, p. 1-11, 2013.
- CLAUDINO, E. S. & TALAMINI, E. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 77-85, 2013.
- CORLEY, R. H. V. How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy*, v. 12, n. 2, p. 134-139, 2009.
- GALHARTE, C. A. & CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, 2010.
- GRANT, A.; RIES, R.; THOMPSON, C. Quantitative approaches in life cycle assessment – part 1 – descriptive statistics and factor analysis. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 21, n. 6, p. 903-911, 2016.
- GUINÉE, J. B. *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- HAPPE, K.; HUTCHINGS, N. J.; DALGAARD, T.; KELLERMAN, K. Modeling the interactions between regional farming structure, nitrogen losses and environmental regulation. *Agricultural Systems*, v. 104, n. 3, p. 281-291, 2011.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Senso Lavouras Permanentes 2012 – BA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ba>> Acesso em: 10 nov. 2014.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Environmental management: life cycle assessment – principles and framework*. ISO 14040. Genebra: ISO, 2006a.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Environmental management: life cycle assessment – principles and framework*. ISO 14044. Genebra: ISO, 2006b.
- MILÀ i CANALS, L.; ROMANYÀ, J.; COWELL, S. J. Method for assessing impacts on life support functions (LSF) related to the use of ‘fertile land’ in Life Cycle Assessment (LCA). *Journal of Cleaner Production*, v. 15, n. 15, p. 1426-1440, 2007.
- MÜLLER, A. A. Produção de mudas de dendzeiro. In: VIÉGAS, I. J. M.; Müller, A. A. *A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira*. Belém/Manaus: EMBRAPA Amazônia Oriental/Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 175-191.
- NEMECEK, T.; DUBOIS, D.; HUGUENIN-ELIE, O.; AILLARD, G. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems*, v. 104, n. 3, p. 217-232, 2011.
- NTIAMOAH, A. & AFRANE, G. Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 16, p. 1735-1740, 2008.
- OFORI-BAH, A. & ASAFU-ADJAYE, J. Scope economies and technical efficiency of cocoa agroforestry systems in Ghana. *Ecological Economics*, v. 70, n. 8, p. 1508-1518, 2011.
- QUEIROZ, A. G.; FRANÇA, L.; PONTE, M. X. The life cycle assessment of biodiesel from palm oil (“dendê”) in the Amazon. *Biomass and Bioenergy*, v. 36, p. 50-59, 2012.
- REINHARDT, G.; RETTENMAIER, N.; GÄRTNER, S. *Rain forest for biodiesel? Ecological effects of using palm oil as a source of energy*. Germany: WWF, 2007.
- SCHMIDT, J. H. *Life cycle assessment of rapessed oil and palm oil. Part 3: life cycle inventory of rapeseed oil and palm oil*. 2007. 276 f. Thesis (Ph.D) – Department of Development and Planning, Aalborg University, Aalborg, 2007.
- SCHMIDT, J. H. Comparative life cycle assessment of rapeseed oil and palm oil. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 15, n. 2, p. 183-197, 2010.

SIREGAR, K.; TAMBUNAN, A. H.; IRWANTO, A. K.; WIRAWAN, S. S.; ARAKI, T. A comparison of life cycle assessment on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.) as feedstock for biodiesel production in Indonesia. *Energy Procedia*, v. 65, p. 170-179, 2015.

SORAYA, D. F.; GHEEWALA, S.; BONNET, S.; TONGURAI, C. Life cycle assessment of biodiesel production from palm oil in Indonesia. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, v. 5, n. 1, p. 27-32, 2014.

SUMATHI, S.; CHAI, S. P.; MOHAMED, A. R. Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 12, n. 9, p. 2404-2421, 2008.

TUOMISTO, H. L.; HODGE, I. D.; RIORDAN, P.; MACDONALD, D.W. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management*, v. 112, p. 309-320, 2012.

VIÉGAS, I. J. M. & BOTELHO, S. M. Nutrição e adubação do dendezeiro. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. *A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira*. Belém/Manaus: EMBRAPA Amazônia Oriental/Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 229-273.