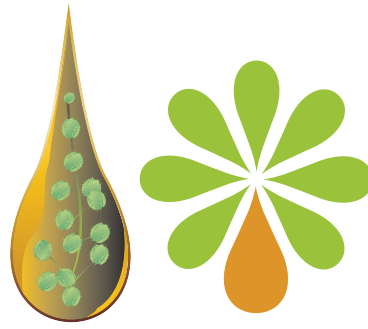


ISBN 978-85-65615-02-0



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL: 10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL



VOLUME 2

ANAIS - ARTIGOS CIENTÍFICOS
2016



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL:
10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL
Anais - Trabalhos Científicos

Editores:

Pedro Castro Neto

Antônio Carlos Fraga

Rafael Silva Menezes

Gustavo de Lima Ramos

Natal, 22 a 25 de Novembro de 2016
Rio Grande do Norte - Brasil

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
(6. : 2016 : Natal, RN).

Anais do 6. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel, 9. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel, Natal, RN, 22 a 25 de novembro
de 2016 / Editores: Pedro Castro Neto ... [et al.]. – Lavras :
UFLA, 2016.

1432 p.

Bibliografias

ISBN 978-85-65615-02-0

1. Biodiesel. 2. Plantas oleaginosas. 3. óleos vegetais. I

Castro Neto, Pedro et al. II. Congresso Brasileiro de Plantas
Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel.

CDD – 633.85

APRESENTAÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) possui papel fundamental no processo de aprimoramento tecnológico do biodiesel brasileiro. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCTIC e objetiva organizar e fomentar a base tecnológica existente no País e norteá-la a gerar resultados que atendam às demandas do PNPB.

Nesse sentido, foi implantada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que articula os diversos atores envolvidos, permitindo a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos na busca por soluções para os desafios tecnológicos da cadeia produtiva, levando em consideração aspectos de sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento regional.

Como ferramenta de avaliação e divulgação dos resultados dos projetos fomentados, o MCTIC promove, desde 2006, o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e a Universidade Federal de Lavras promove, desde 2004, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Eventos que em suas edições anteriores foram um sucesso, tanto em termos de público, como na divulgação do conhecimento gerado por pesquisadores de inúmeras universidades e institutos de pesquisa de todo o país. A partir de 2010 esses dois eventos foram realizados simultaneamente constituindo o maior evento técnico científico em biodiesel do mundo. Este evento é referência para as áreas de produção de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel.

APRESENTAÇÃO

É estratégico para o setor de biodiesel possuir fóruns de discussão para se debater temas ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em Biodiesel, como também promover encontros entre especialistas, estudantes, empresários e a sociedade civil para discutir meios para o desenvolvimento desse novo combustível.

Para o evento deste ano os organizadores receberam 884 trabalhos, dos quais 715 foram aprovados e serão expostos nas sessões de apresentação de pôster. Foram destacados trabalhos que também serão apresentados oralmente nas sessões temáticas. Busca-se atingir com a divulgação dos Anais do evento a difusão do conhecimento gerado, servindo como base para a continuidade das ações e como motivação para que a inovação tecnológica contribua de forma efetiva para os objetivos do PNPB.

Cordialmente,

Professor Pedro Castro Neto
Presidente do Congresso

Professor Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Rafael Silva Menezes
**Coordenador de ações de
desenvolvimento
energético RBTB-MCTIC**

COMISSÃO ORGANIZADORA

Pedro Castro Neto
**Presidente do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel**

Rafael Silva Menezes
**Presidente do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel**

Gustavo de Lima Ramos
Secretário-Geral

Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Juliana Espada Lichston
Presidente da Comissão Local da UFRN

Rafael Peron Castro
Anderson Lopes Fontes
Secretários Comissão Local da UFRN

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Antônio Carlos Fraga (UFLA) - Presidente

Pedro Castro Neto (UFLA) - Vice-Presidente

Lucas Ambrosano (UEM) - Secretário

Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA) - Secretário

Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA) - Secretário

MEMBROS DAS ÁREAS TEMÁTICAS

Aristeu Gomes Tininis (IFSP)

Bill Jorge Costa (TECPAR)

Bruno Galvêas Laviola (EMBRAPA)

Cláudio José de Araujo Mota (UFRJ)

Danilo Luiz Flumignan (IFSP)

Donato Alexandre Gomes Aranda (UFRJ)

Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (INT)

Fátima Menezes Bento (UFRGS)

Gustavo Lima Ramos (SETEC/MCTIC)

Iêda Maria Garcia dos Santos (UFPB)

Luiz Pereira Ramos (UFPR)

Maria Aparecida Ferreira César-Oliveira (UFPR)

Nelson Roberto Antoniosi Filho (UFG)

Paulo Anselmo Ziani Suarez (UnB)

Rafael Silva Menezes (SETEC/MCTIC)

Roberto Bianchini Derner (UFSC)

Rosenira Serpa da Cruz (UESC)

Sérgio Peres Ramos da Silva (UPE)

Simoni Margaretta Plentz Meneghetti (UFAL)

COMISSÃO EXECUTORA

Associação dos
Pesquisadores em Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel



Rede Brasileira de
Tecnologia de Biodiesel

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



REVISÃO E EDITORAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA)
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Lucas Ambrosano (UEM)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA)
Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA)

COMISSÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA) - Presidente
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Gilson Miranda Júnior (BCC/UFLA)
Jaime Daniel Corrêa Mendes (BCC/UFLA)
João Paulo de Araújo (BCC / G-Óleo/UFLA)
Ferguson Antônio Gomes Peres de Souza (G-Óleo/UFLA)
Henrique Fidencio (G-Óleo/UFLA)
Arnon de Castro Oliveira (G-Óleo/UFLA)
Saulo Kirchmaier Teixeira (G-Óleo/UFLA)

AGRADECIMENTOS

Apoiadores, Autores, Congressistas, Expositores e Palestrantes.

MEMBROS DA G-ÓLEO

Associação dos Pesquisadores em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Pedro Castro Neto (Presidente)
Lucas Ambrosano (Vice-Presidente)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (Tesoureiro)
Vinícius Reis Bastos Martins (Secretário)
Antônio Carlos Fraga
Arnon de Castro oliveira
Bárbara Lemes
Camilla Freitas Maia
Camilo José Rodrigues Dal Bó
Carlos Henrique Santos Fonseca
Carlúcio Queiroz Santos
Clara de Almeida Filippo
Daniel Augusto de Souza Borges
Danilo da Silva Souza
Diego Flausino Brasileiro
Erika Tokuda
Ferguson Antonio Gomes Peres de Souza
Gabriel Dlouhy Alcon
Gabriele de Faria Castro
Geovani Marques Laurindo
Gilson Miranda Júnior
Guilherme de Oliveira Martins
Gustavo de Almeida Adolpho
Hamilton Olinto Pimenta Lima Junior
Henrique Fidencio
Jaime Daniel Corrêa Mendes
Janice Alvarenga Santos Fraga
João Paulo de Araújo
Julia Andrade de Ávila
Juliana de Xisto Silva
Maraiza Assis Mattar Silva
Marcela Santos Moreira
Matheus Sterzo Nilsson
Paulo Rogério Ribeiro Pereira
Pedro Henrique Barcelos Mota
Pedro Rodolfo Bianchim de Oliveira
Rafael Peron Castro
Rodrigo Martins Santos
Sandra Regina Peron Castro
Sandro Freire de Araújo
Saulo Kirchmaier Teixeira
Stênio Carvalho
Thalita Caroline Azevedo Gonçalves
Thiago Matiulli
Vitor Favareto Silva

REALIZAÇÃO

O Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biocombustíveis (G-Óleo) idealizado

pelos professores Antônio Carlos Fraga

do Departamento de Agricultura

e Pedro Castro Neto do

Departamento de Engenharia

da Universidade Federal de

Lavras, desde 2006 promove a



produção científica e realiza eventos acadêmicos voltados a estudantes, pesquisadores e empreendedores que atuam nas diversas etapas da cadeia produtiva do biodiesel, transferindo ao produtor rural por meio de eventos de extensão, onde inovações da pesquisa e indústria são levadas e apresentadas à comunidade.

A diversidade das áreas de atuação do grupo torna os projetos amplamente diversificados, englobando atividades em fitotecnia, química, projetos e manutenção de máquinas agrícolas e industriais, gerência e tecnologia de informação, administração, extração e purificação de óleos e gorduras, gestão de coprodutos e resíduos, todas associadas à produção científica visando inovação para a indústria e melhoria na produção rural.

REALIZAÇÃO

Com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação do biodiesel no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) promove diversas ações, principalmente por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que envolve diversos atores da cadeia produtiva. Isso permite a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos, buscando soluções para os desafios tecnológicos do setor. Desde 2006, a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTIC) promove o Congresso da RBTB com objetivo de disseminar os conhecimentos tecnológicos gerados, a divulgação das potencialidades da Rede, as competências e os trabalhos em andamento. A realização do evento envolve a comunidade científica e empresarial e abrange sete diferentes áreas temáticas: Matéria Prima; Armazenamento, Estabilidade e Problemas Associados; Caracterização e Controle da Qualidade; Co-Produtos; Produção do Biocombustível; Uso de Biodiesel; e Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável.

Rede Brasileira de Tecnologia de

BioDiesel



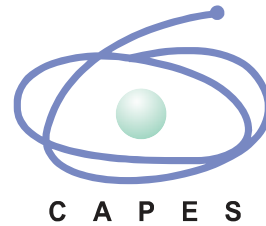
REALIZAÇÃO

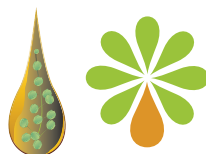
SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



APOIO





6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

Avaliação ambiental do ciclo de vida do combustível diesel nacional: consequências do aumento do percentual de biodiesel

Henrique Leonardo Maranduba (PPGDMA/BIOMA/UESC, henrique.leo@gmail.com), Joabe Vieira Andrade Souza (BIOMA/UESC, joabe.vas@gmail.com), Rosenira Serpa da Cruz (PROCIMM/BIOMA/DCET/UESC, roserpa@uesc.br), José Adolfo de Almeida Neto (PPGDMA/BIOMA/DCAA/UESC, jalmeida@uesc.br)

Palavras Chave: Impactos ambientais, avaliação consequencial do ciclo de vida, ReCiPe, demanda acumulada de energia, emissão de gases estufa

1 - Introdução

Apesar das projeções indicarem que, até o ano de 2030, o petróleo de origem fóssil permanecerá como a principal matéria-prima para os combustíveis do setor de transporte, nos últimos 20 anos, cresce continuamente a sua substituição por biocombustíveis como bioetanol e biodiesel¹.

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Brasil é um dos maiores *players* mundiais do setor energético, com uma participação três vezes superior à média nacional, das energias renováveis na matriz energética². Sendo o segundo maior produtor mundial de bioetanol, com cerca de 30 milhões de m³.ano⁻¹, e uma produção de biodiesel de 3,94 milhões de m³.ano⁻¹³.

O incentivo técnico e socioeconômico público do Governo Federal no setor de biodiesel se deu efetivamente a partir da criação e promulgação da lei 11.097/2005 que instituiu o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB⁴. O PNPB introduzia o biocombustível derivado de óleos e gorduras, de origem vegetal ou animal, na matriz energética brasileira, estabelecendo compulsoriamente um percentual, de mistura do biodiesel no diesel fóssil. Atualmente este percentual encontra-se em 7%, com previsão de 8% a partir de março de 2017 e previsão para 15% a partir de 2020³.

O principal desafio à melhoria da sustentabilidade do programa está na diversificação da produção das matérias-primas (atualmente 98% do biodiesel brasileiro é proveniente da soja, do sebo bovino e do algodão)⁴. Além da dependência da soja, projeções até o ano de 2050 preveem valores para matérias-primas que manterão o custo de produção do biodiesel nacional acima do diesel fóssil⁵.

A viabilidade ambiental do biodiesel demanda uma reorganização do sistema de produção¹. Essa mudança de pensamento, proposta pela Ecologia Industrial, propõe quatro elementos principais: otimização no uso de recursos; ciclos fechados de fluxos de materiais, com minimização de emissões para o ambiente; desmaterialização das atividades e; redução/eliminação do uso de fontes não-renováveis de energia no ciclo de vida do produto⁶.

Esses elementos se interligam dentro de uma abordagem orientadora, que é o Pensamento no Ciclo de Vida, que considera os impactos (sociais, ambientais e

econômicos) de um produto desde a extração das matérias-primas até a sua disposição final⁷.

O aumento do percentual de biodiesel na mistura ao longo do tempo poderá influenciar no aumento e, ou na diminuição da demanda de determinadas matérias-primas, interferindo no mercado de biodiesel e de outros produtos correlacionados, dentro e fora do Brasil⁸.

A Avaliação Consequencial do Ciclo de Vida (ACV_C), em contraposição à Atribucional, considera os processos marginais, ou seja, fora da fronteira do sistema de produto estudado, afetados pela variação na demanda provocada pelo biodiesel⁹. Este estudo considerou a abordagem consequencial para avaliar os impactos ambientais da projeção da mistura diesel-biodiesel de 2016 a 2030.

2 - Material e Métodos

Este estudo, além do cenário base B7_A, analisou cinco cenários prospectivos de produção da mistura diesel-biodiesel: B7_C, B8_C, B10_C, B13_C e B20_C.

Todos os cenários considerados foram analisados sob a perspectiva de ciclo de vida do “berço ao portão”, como pode ser visualizado na Figura 1.

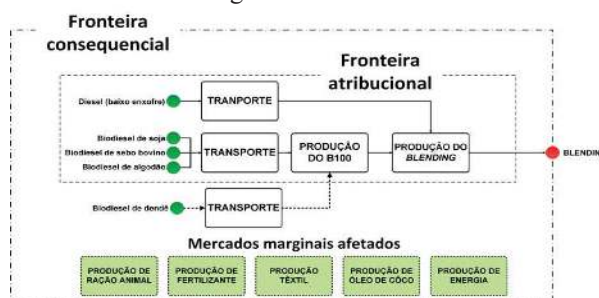


Figura 1. Fluxograma simplificado considerando as fronteiras atribucionais e consequenciais do estudo.

O cenário atribucional *base* (B7_A) foi modelado utilizando a ACV_A (fluxos mássicos e energéticos) e considerando a composição atual de matérias-primas do 7% biodiesel (77,6% de soja, 18,5% de sebo bovino e 2% de algodão).

Os cenários prospectivos foram modelados, utilizando a ACV_C (fluxos mássicos, energéticos e mercadológicos) e considerando uma demanda 280% superior à demanda atual do *blending*⁵. Para isso, foi assumida como sendo a composição do biodiesel (50% de soja, 18,5% de sebo bovino, 2% de algodão e 27,6% de dendê).

Foram utilizadas quatro categorias do método ReCiPe¹ (Mudança Climática - MC, Eutrofização - EU, Uso da terra - UT e Depleção Hídrica -DH), além do método Cumulative Exergy Demand² (Demanda Acumulada de Exergia – DAEx).

Os dados primários e secundários foram organizados em planilhas eletrônicas, incluindo dados de literatura especializada e do banco de dados proprietário ecoinvent 3.1. A modelagem do sistema e os cálculos matemáticos foram realizadas através do *software* proprietário SimaPro 8.1® (*Pré Consultants*). Os inventários foram tratados e normalizados para a unidade funcional (UF) de 1 tonelada de mistura.

3 - Resultados e Discussão

Os resultados apontam para uma tendência de redução dos impactos quando consideramos a abordagem consequencial, ACV_C em comparação à atribucional ACV_A. Considerando o cenário base B7_A e o consequencial B7_B, a inclusão dos mercados marginais afetados representou uma redução dos impactos na EU e UT em aproximadamente 60% e 24,6%, respectivamente. As categorias MC, DH e DAEx não apresentaram diferenças significativas, sendo <10%, no caso da MC e DAEx, e possuem elevado grau de incerteza, no caso da DH.

Tabela 1. Análise comparativa entre os impactos ambientais por tonelada de mistura entre abordagem atribucional (B7_A) e consequencial (B7_C).

Unidade	B7 _A	B7 _C	Probabilidade (%)*	
			B7 _A ≥ B7 _C	B7 _A < B7 _C
MC kg CO ₂ eq	509,15	494,24	69,31	30,69
EU kg P eq	0,05	0,02	100,00	0,00
UT ha.a	0,032	0,024	99,01	0,99
DH m ³	3,78	11,39	43,56	56,44
DAEx GJ	40,30	40,20	49,33	50,67

* As probabilidades foram estimadas através da combinação entre a Matriz Pedigree e a Simulação de Monte Carlo (1000 iterações; intervalo de confiança de 95%)

Com a abordagem consequencial prospectiva, ou incluindo os mercados afetados pelo aumento de produção do biodiesel (diminuição da soja; aumento da importação de metanol, da produção de dendê, de farelo para ração animal, de óleo de palmiste, etc.).

Considerando o cenário atual (B7_A) como 100%, os cenários prospectivos apresentaram impactos reduzidos, com exceção da categoria de impacto DH (com elevado grau de incerteza), os cenários B7_C, B8_C e B10_C, apresentaram menor impacto ambiental do que B7_A.

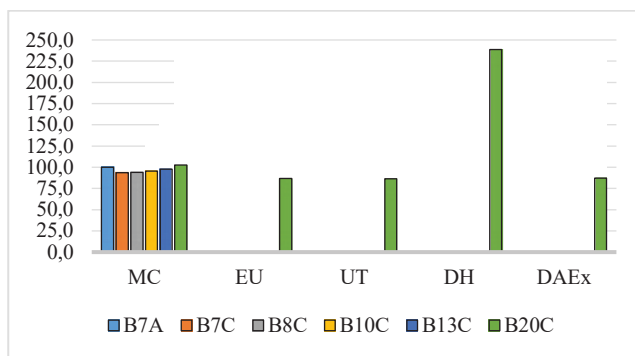


Figura 2. Análise comparativa entre os impactos relativos dos cenários atribucionais (A) e consequenciais (C) de produção da mistura até 2030.

O cenário da mistura com maior teor de biodiesel (B20_C) apresentou resultados equivalentes ao cenário atual de produção (B7_A). Na categoria MC, a diferença entre B7_A e B20_C foi de apenas 2,8% (B20_C > B7_A). Já nas categorias EU, TU e DAEx, a diferença entre B7_A e B20_C ficou na ordem de 13% (B20_C < B7_A).

4 – Conclusões

A substituição da soja por outras matérias-primas com melhor desempenho ambiental, como o dendê e a inclusão dos benefícios dos coprodutos do processo (expansão de fronteiras), incorporando os impactos dos mercados afetados (ACV_C), possibilita uma abordagem mais próxima da realidade do desempenho ambiental da mistura biodiesel no Brasil, podendo contribuir para que os tomadores de decisão tomem decisões coerentes do ponto de vista da sustentabilidade dos combustíveis tipo diesel.

5 – Agradecimentos

À CAPES pelo financiamento da bolsa de doutorado. Ao Grupo de Bioenergia e Meio Ambiente da Uesc (BioMA) pelo apoio institucional na realização da pesquisa.

6 - Bibliografia

- Maranduba, H. L.; Robra, S.; Nascimento, I. A.; da Cruz, R. S.; Rodrigues, L. B.; de Almeida Neto, J. A. Reducing the life cycle GHG emissions of microalgal biodiesel through integration with ethanol production system. *Bioresour. Technol.* **2015**, *194*, 21.
- BEA Balanço Energético Nacional 2015: Ano Base 2014. *Empres. Pesqui. Energética - EPE* **2015**, 291.
- DCR Boletim mensal dos combustíveis renováveis - Junho de 2016. *Bol. Mens. dos combustíveis Renov.* **2016**, *100*, 29.
- Rathmann, R.; Szklo, A.; Schaeffer, R. Targets and results of the Brazilian Biodiesel Incentive Program – Has it reached the Promised Land? *Appl. Energy* **2012**, *97*, 91.
- EPE Demanda de Energia 2050. **2014**, 1.
- Erkman, S.; Francis, C.; Ramaswamy, R. *Ecologia Industrial: uma agenda para a evolução do sistema industrial* Instituto Pólis: São Paulo, 2005.
- Kloepffer, W. Life cycle sustainability assessment of products. *Int. J. Life Cycle Assess.* **2008**, *13*, 89.
- Li, Y.-G.; Xu, L.; Huang, Y.-M.; Wang, F.; Guo, C.; Liu, C.-Z. Microalgal biodiesel in China: Opportunities and challenges. *Appl. Energy* **2011**, *88*, 3432.
- Weidema, B. *Market information in life cycle assessment* Copenhagen, 2003.

¹ ReCiPe Midpoint (H) V1.12 | World ReCiPe

² Cumulative Exergy Demand V1.05