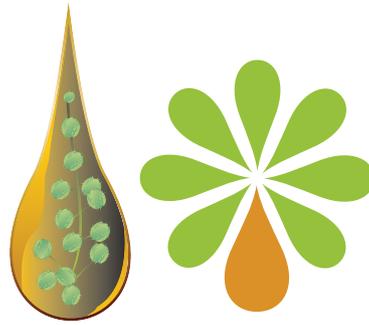


ISBN 978-85-65615-02-0



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 Margaretti 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)
Fergunson 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



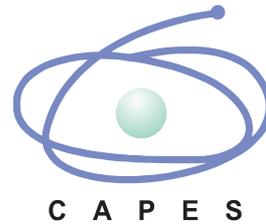
REALIZAÇÃO

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**

Análise de componentes principais aplicada à produção de biodiesel via transesterificação alcalina de óleo residual de fritura

Leonardo Bandeira dos Santos (CCT/UNICAP, leoband@hotmail.com), José Severino dos Santos (CCT/UNICAP, joseseverinodossantos@gmail.com), Karina Tavares Roque (CCT/UNICAP, karina.roque03@hotmail.com), Karla Micaele de Almeida e Silva (CCT/UNICAP, karlamicaele@hotmail.com), Valdemir A. dos Santos (CCT/UNICAP, valdemir.alexandre@hotmail.com).

Palavras Chave: Biodiesel, ACP, Óleo residual, Transesterificação alcalina, Conversão.

1 - Introdução

É comum analisar-se cientificamente as variáveis de um fenômeno isoladamente e, a partir dessa análise, fazer inferências sobre a realidade. Essa simplificação tem vantagens e desvantagens. Quando um fenômeno depende de muitas variáveis, geralmente esse tipo de análise falha, pois não basta conhecer informações estatísticas isoladas, mas é necessário também conhecer a totalidade dessas informações fornecida pelo conjunto das variáveis. As relações existentes entre as variáveis não são percebidas e assim efeitos antagônicos ou sinérgicos de efeito mútuo entre variáveis complicam a interpretação do fenômeno, a partir das variáveis consideradas¹.

A Análise de Componentes Principais (ACP), do inglês *Principal Component Analysis (PCA)*, é uma técnica estatística poderosa que pode ser utilizada para redução do número de variáveis e para fornecer uma visão estatisticamente privilegiada de um conjunto de dados². Esta técnica fornece as ferramentas adequadas para identificar as variáveis mais importantes no espaço das componentes principais. A *PCA* consiste em reescrever as variáveis originais em novas variáveis denominadas componentes principais, através de uma transformação de coordenadas³.

A literatura sobre o processo de produção de biodiesel tem mostrado trabalhos priorizando variáveis independentes, sem apresentar justificativas para que tais variáveis sejam adotadas, desprezando-se a utilização de outros fatores que também poderiam ser “relevantes”. O presente trabalho utiliza a técnica estatística multivariada de *PCA*, aplicada a dados experimentais de transesterificação alcalina de óleo residual de fritura, para mostrar uma ferramenta científica de avaliação de variáveis relevantes, responsáveis pela conversão no referido processo.

2 - Material e Métodos

Foram catalogadas como variáveis de interesse para aplicação da *PCA*, no processo de produção de biodiesel deste trabalho: tempo de reação, min (F1); temperatura de reação, °C (F2); rotação do agitador do reator, rpm (F3); tipo de catalisador, NaOH/KOH (F4); concentração do catalisador, % m/m (F5) e; razão molar etanol/óleo, - (F6). Os valores das referidas variáveis foram codificados, de forma a se denominar de -1 o menor valor e +1 o maior valor. No caso do tipo de catalisador atribuiu-se a NaOH o valor de +1 e a KOH o valor de -1.

A Figura 1 mostra uma vista parcial da unidade piloto utilizada para produção de biodiesel por meio de transesterificação alcalina de óleo residual de fritura.



Figura 1. Unidade piloto de produção de biodiesel instalada na UNICAP-Recife

A Figura 2 apresenta uma planilha elaborada com auxílio do software Statistica, da StatSoft®, Versão 12, para aplicação da *PCA*. O rendimento da reação (F7) foi adicionado à planilha para auxiliar na análise de correlações existentes entre as variáveis independentes e essa variável resposta.

	1	2	3	4	5	6	7
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,80
2	-1	1	1	1	-1	1	0,65
3	-1	1	1	-1	-1	-1	0,90
4	-1	-1	-1	1	-1	1	0,60
5	1	1	-1	1	-1	-1	0,65
6	1	-1	1	1	1	-1	0,60
7	1	1	-1	-1	-1	1	0,60
8	1	1	1	1	1	1	0,08
9	-1	-1	1	1	1	-1	0,21
10	-1	1	-1	1	1	-1	0,16
11	1	-1	-1	1	1	1	0,05
12	1	1	1	-1	1	-1	0,51
13	1	-1	-1	-1	1	-1	0,30
14	-1	-1	1	-1	1	1	0,60

Figura 2. Planilha com dados experimentais para aplicação de *PCA* à produção de biodiesel via transesterificação alcalina

3 - Resultados e Discussão

O número de autovalores significativos ou componentes principais foi determinado com auxílio do gráfico tipo *Scree Plot* (Figura 3) a seguir. O referido gráfico ilustra como a variabilidade dos dados está distribuída entre os eixos da ordenação, permitindo identificar o número de eixos mais significativos. Este método gráfico, sugerido por Cattell (1966), é utilizado para a seleção dos componentes principais, utilizando-se como critério seletivo valores acima de 1 para aceitação das componentes principais.

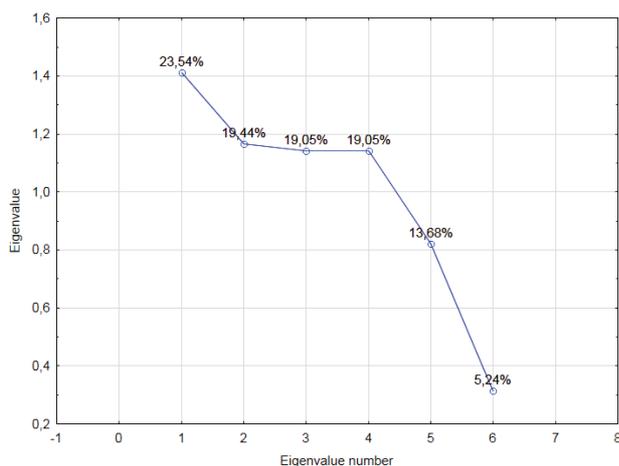


Figura 3. O *screeplot* dos autovalores dos componentes principais

Com auxílio da Figura 3 houve uma redução da dimensão de 6 variáveis originais para 4 componentes principais. Portanto decidiu-se utilizar unicamente as quatro primeiras componentes principais para a composição das equações de 1 a 4.

$$CP_1 = -0,388F_1 + 0,388F_2 - 0,388F_3 - 0,202F_4 - 0,938F_5 + 0,202F_6 \quad (1)$$

$$CP_2 = -0,764F_4 - 0,764F_6 \quad (2)$$

$$CP_3 = -0,781F_1 - 0,728F_2 + 0,053F_3 \quad (3)$$

$$CP_4 = 0,389F_1 - 0,482F_2 - 0,871F_3 \quad (4)$$

Os coeficientes das Equações de 1 a 4 são fornecidos pelo software *Statistica*. De acordo com a Equação (1) no primeiro componente principal destaca-se a concentração do catalisador. De acordo com a Equação (2) no segundo componente principal destacam-se o tipo de catalisador e a razão molar entre o etanol e o óleo. De acordo com a Equação (3) no terceiro componente principal destacam-se o tempo e a temperatura de reação. E na Equação (4) destaca-se a rotação do motor do misturador, a qual favorece o contato íntimo entre os reagentes.

A Figura 4 reforça as observações feitas anteriormente sobre as Equações de 1 a 2. Nesta mesma Figura pode-se ainda perceber que:

- a componente F_5 , em relação ao eixo CP1 é a única que se encontra nas extremidades da hipersfera e, portanto, bem localizada;
- a variável concentração de catalisador (F_5) tem sentido contrário ao da variável rendimento (F_7), ou seja, quanto maior uma menor a outra;
- com relação à componente principal 1 nada se pode afirmar das demais variáveis.

Com relação à componente principal 2 (CP2) a Figura 4 mostra que as variáveis tipo de catalisador (F_4) e a razão molar etanol/óleo (F_6) estão bem correlacionadas entre si (próximas), mas pouco correlacionada com as demais, sendo entretanto as duas que se encontram melhor localizadas, sendo por isso as mais significativas para o rendimento da reação.

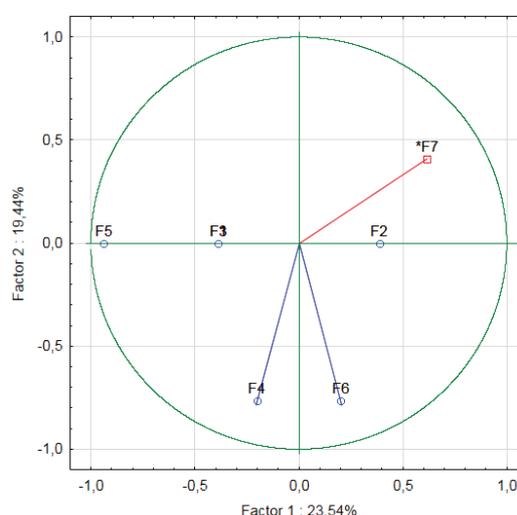


Figura 4. Biplot CP1 × CP2 sobre as variáveis relevantes da produção de biodiesel analisada neste trabalho pela ACP

4 – Conclusões

Apesar da redução de dimensões, de seis para quatro variáveis, ou componentes principais, demonstrou-se que todas as variáveis devem ser envolvidas para explicar variações de conversão no processo estudado.

5 – Agradecimentos

Os autores agradecem à FINEPE e FACEPE pelos suportes financeiros e à UNICAP (MDPA e CCT) pela disponibilidade de suas instalações laboratoriais.

6 - Bibliografia

- 1 Boscardin, W.J.; Zhang, X. Modeling the covariance and correlation matrix of repeated measures. John Wiley & Sons, New York, 2004.
- 2 Teixeira, S.C. Utilização de análise de componentes principais em séries temporais. Dissertação, USP. São Paulo, fevereiro de 2013.
- 3 Raiko, T.; Ilin, A.; Karhunen, J. Principal Component Analysis for sparse high-dimensional data. In: Proceedings of the 14th International Conference on Neural Information Processing, pages 566–575, Kitakyushu, Japan, 2008.