

ANÁLISE DAS MATÉRIAS-PRIMAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BIODIESEL EM 2009 E 2010

Brunela Bonatto Milli¹, Danielly Cristina Gripa², George Simonelli³, Moysés Ost
Damm Martins⁴

1. Graduada em Engenharia Química pela Faculdade de Aracruz
(brunelabonatto@hotmail.com), Aracruz – Brasil.
2. Mestranda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais do Instituto Federal Espírito
Santo (daniellycristinagripa@yahoo.com), Vitória – Brasil.
3. Mestrando em Engenharia Metalúrgica e de Materiais do Instituto Federal Espírito
Santo (ggsimonelli@gmail.com), Vitória – Brasil.
4. Doutorando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito
Santo (moysesost@fsjb.edu.br), Vitória – Brasil.

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

RESUMO

O óleo de soja, a gordura bovina e o óleo de algodão são as matérias-primas mais utilizadas na produção brasileira de biodiesel. Com o objetivo de analisar as matérias-primas empregadas na produção de biodiesel em 2009 e 2010, testes estatísticos foram realizados. Com testes de comparação de médias, foi possível constatar com confiabilidade estatística que de 2009 para 2010, a porcentagem média das matérias-primas mais empregadas na produção de biodiesel, não sofreu mudança significativa. Através do teste ANOVA com efeitos aleatórios, observou-se que não há diferença significativa na porcentagem de cada matéria-prima utilizada em 2009 e 2010 ao longo dos meses. Porém, diferença significativa foi verificada entre os insumos empregados em 2009 e 2010, evidenciando que para cada tipo de material, a porcentagem utilizada muda significativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil, biocombustível, óleo vegetal, gordura animal.

ANALYSIS OF RAW MATERIALS USED IN BIODIESEL PRODUCTION IN BRAZIL IN 2009 AND 2010

ABSTRACT

Soybean oil, beef fat and cottonseed oil are the raw materials commonly used in Brazilian production of biodiesel. In order to analyze the raw materials used in biodiesel production in 2009 and 2010, statistical tests were performed. With the comparison of means tests, it was possible to establish the reliability statistic from 2009 to 2010, the average percentage of raw materials more jobs in biodiesel production, has not experienced significant change. By ANOVA with random effects, it was observed that no significant difference in the percentage of each raw material used in 2009 and 2010 over the month. However, significant differences were observed between the inputs used in 2009 and 2010, showing that for each type of material, significantly changes the percentage used.

KEYWORDS: Brazil, biofuel, vegetable oil, animal fat.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei nº. 11.097, em seu artigo 4 (inciso XXV), de 13 de janeiro de 2005, é estabelecida a seguinte definição para biodiesel:

XXV – Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (BRASIL, 2005, p. 1).

Quanto à biomassa renovável, os óleos e gorduras têm sido as matérias-primas mais empregadas na produção brasileira de biodiesel.

Conceitualmente, óleos e gorduras são compostos de origem biológica classificados como lipídios. Esta denominação origina-se da palavra grega lipos, que na língua portuguesa significa gordura. Quimicamente, óleos e gorduras são triacilgliceróis (Figura 1), ou seja, ácidos carboxílicos de origem animal ou vegetal que se apresentam como ésteres de glicerol (SOLOMONS, 1996).

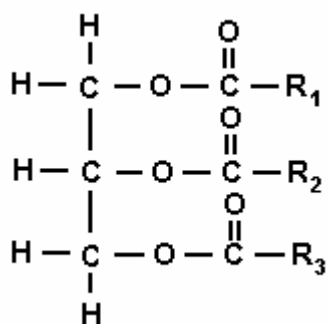


FIGURA 1 – Estrutura dos triacilgliceróis
Fonte: Adaptado de Allinger (1985).

Os triacilgliceróis sob a forma sólida na temperatura ambiente são denominados gorduras. Estas possuem elevadas proporções de ácidos graxos saturados e têm pontos de fusão elevados. Em contra partida, triacilgliceróis que se encontram na forma líquida a temperatura ambiente são denominados óleos. Estes possuem elevado teor de ácidos graxos insaturados e poliinsaturados e são dotados de pontos de fusão mais baixos. Óleos e gorduras podem ser satisfatoriamente utilizados na produção de biodiesel (SOLOMONS, 1996).

No que tange os óleos vegetais, destacam-se o óleo de soja, algodão, canola, milho, amendoim, palma, mamona e babaçu. Já entre as gorduras de origem animal tem-se o sebo bovino, a banha de porco e a gordura de frango. É interessante citar que os óleos e gorduras residuais, como o óleo usado em fritura e matéria graxa dos esgotos, vêm sendo estudadas para serem usadas na produção de biocombustíveis.

Atualmente no Brasil a soja é a matéria-prima mais usada para a obtenção do biodiesel, pois apresenta baixo custo de produção, grandes áreas plantadas e grande disponibilidade de óleo no mercado (SALVADOR et al., 2009).

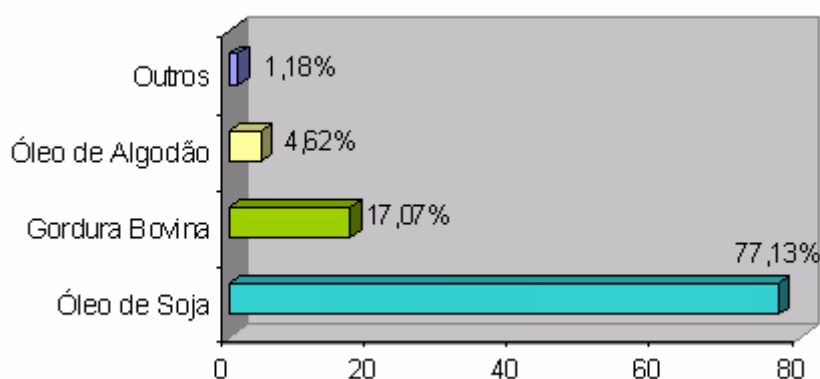


FIGURA 2 – PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Fonte: ANP (2011).

Conforme o gráfico da Figura 2, adaptado do relatório de Fevereiro de 2010 da ANP, seguida da soja, a gordura bovina é a segunda matéria-prima mais utilizada na produção de biodiesel. Por ser uma matéria-prima rica em ácidos graxos saturados, o biocombustível resultante da mesma possui a tendência de apresentar viscosidade e temperatura de congelamento elevada. Porém, devido o biodiesel ser misturado em pequena quantidade ao diesel (5%), o combustível resultante não apresenta problemas na utilização. Com o aumento do percentual de biodiesel no diesel, surgirá a necessidade de alternativas que viabilizem o uso do sebo bovino, no sentido de serem evitados problemas nos motores dos veículos.

O óleo de algodão é a terceira matéria-prima mais empregada na produção brasileira de biodiesel. Carvalho (2009) afirma que as características físico-químicas do óleo de algodão possuem boas condições para obtenção de biodiesel, e que físico-quimicamente o biodiesel deste óleo é apto a ser utilizado como combustível.

Segundo Peres et al. (2006), o custo relativamente baixo do óleo de algodão é um atrativo para a sua utilização como matéria-prima para o biodiesel, apesar de apresentar uma quantidade de óleo menor quando comparada a outras oleaginosas disponíveis na região sudeste.

Na escolha da matéria-prima existem alguns atributos que devem ser levados em consideração, como o teor de óleo, a produtividade por unidade de área, a tecnologia de produção e a sua disponibilidade em cada região. Este último é um dos fatores mais importantes nessa escolha, pois geralmente utiliza-se a matéria graxa de maior abundância não só pelo fato de poder produzir mais combustível, mas pela relação inversamente proporcional que há entre oferta e custo, ou seja, quanto maior a disponibilidade no mercado e mais fácil o acesso, menor o seu preço (KNOTHE et al., 2006).

A Figura 2 mostra as principais oleaginosas disponíveis em cada região, e a partir disso, a matéria-prima mais adequada para a produção de biodiesel em cada lugar do país.

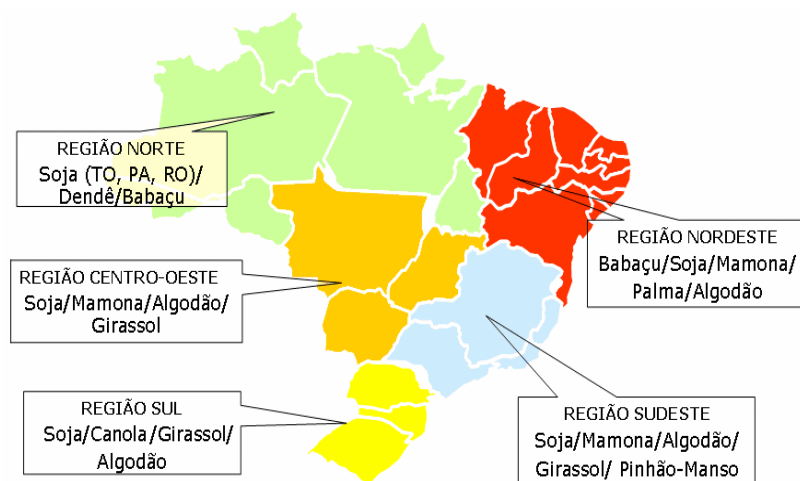


FIGURA 3 – Oleaginosas produzidas por região
Fonte: Crestana (2005).

A Tabela 1 apresenta para diferentes oleaginosas o teor de óleo que pode ser extraído, a produtividade e o rendimento em óleo por hectare.

TABELA 1 – TEOR DE ÓLEO, PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DE ALGUMAS OLEAGINOSAS

Matéria-prima	Teor de óleo (%)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Rendimento de óleo (L.ha ⁻¹)
Algodão	18 – 20	1900	361
Amendoim	39 – 43	1800	738
Babaçu	66	15000	6600
Canola	40 – 48	2200	968
Palma	20	10000	2000
Pinhão-manso	32 - 35	4000	1340
Girassol	38 – 48	1700	748
Mamona	45 – 50	1500	712,5
Soja	18	2000	360

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007).

De acordo com a Tabela 1, o babaçu é a oleaginosa que mais se consegue extrair óleo, e que possui a maior produtividade por hectare. Isto o torna uma matéria-prima de grande interesse para obtenção do biodiesel. No entanto, até o momento sua utilização com esta finalidade em outras regiões do país ainda é inviável, pois sua disponibilidade não é grande como nas regiões norte e nordeste.

O pinhão-manso, também é uma oleaginosa que tem grande potencial para ser usada como fonte de óleo para fazer biodiesel, mas ainda está em fase de estudos para ser empregado com esta finalidade.

A mamona, por sua vez, também possui elevado teor de óleo. Porém o biodiesel oriundo de tal óleo apresenta problemas como elevada viscosidade. Sendo assim, seu uso puro não é indicado, mas sim como um aditivo para o biodiesel de outras oleaginosas e para o diesel. (MAURO, 2010).

2. OBJETIVO

Analisar quantitativamente e qualitativamente as matérias-primas empregadas na produção brasileira de biodiesel dos anos de 2009 e 2010.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação dos dados

Os dados necessários para a análise das matérias-primas usadas na produção de biodiesel foram obtidos através de pesquisa nos boletins mensais que são divulgados pela ANP, e elaborados pela Superintendência de Refino e Processamento de Gás Natural.

Por meio dos boletins, constatou-se que a porcentagem das matérias-primas empregadas no ano de 2009 e 2010 na produção brasileira de biodiesel são as seguintes:

TABELA 2 – PORCENTAGEM DAS MATÉRIAS-PRIMAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM 2009

Matérias-primas	Meses do ano											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Óleo de soja	71,2	73,7	85,4	76,4	81,3	81,1	78,7	83,3	74,9	77,4	75,0	71,9
Gordura bovina	24,5	19,3	10,9	19,4	16,1	14,0	14,6	10,3	16,3	15,5	17,8	19,4
Óleo de algodão	3,3	5,0	1,6	2,0	2,6	3,0	4,1	2,6	6,2	4,3	5,1	5,6
Outras	1,1	2,1	2,1	2,2	0,0	1,9	2,6	3,8	2,7	2,9	2,1	3,0

Fonte: ANP (2011)

TABELA 3 – PORCENTAGEM DAS MATÉRIAS-PRIMAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM 2010

Matérias-primas	Meses do ano											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Óleo de soja	77,1	82,9	85,6	83,9	83,8	84,1	85,8	81,0	81,4	82,9	80,6	75,2
Gordura bovina	17,1	12,1	11,2	13,5	14,4	12,5	10,7	13,9	13,4	12,9	13,7	20,6
Óleo de algodão	4,6	2,4	1,5	0,5	0,3	0,5	2,4	3,6	4,1	3,2	3,6	2,4
Outras	1,2	2,6	1,7	2,1	1,5	2,9	1,0	1,6	1,2	1,0	2,1	1,8

Fonte: ANP (2011).

Nas Tabelas 2 e 3, a especificação “outras”, se refere a óleos e gorduras utilizados em porcentagens pouco significativas na produção de biodiesel. As matérias-primas utilizadas em pequena quantidade são: óleo de fritura usado, gordura de frango, gordura de porco e outros materiais graxos.

Na sequência são apresentados os Gráficos referentes às porcentagens de matérias-primas registradas nas Tabelas 2 e 3.

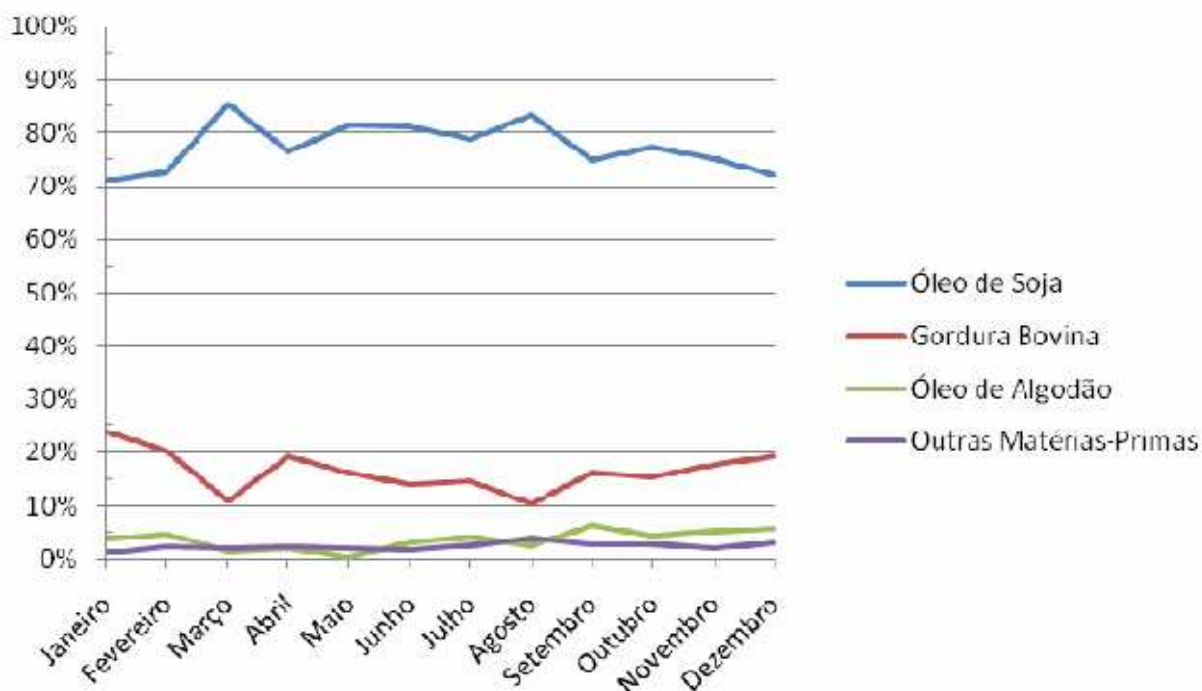


FIGURA 4 - PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL AO LONGO DO ANO DE 2009

Fonte: ANP (2011).

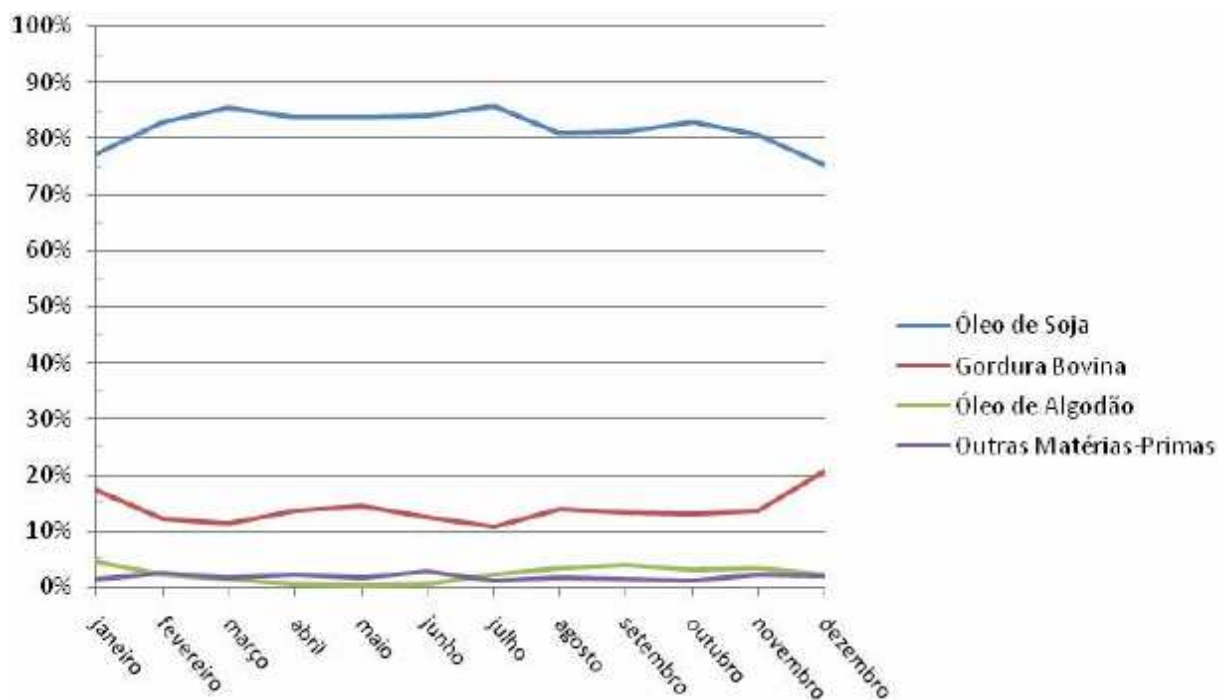


FIGURA 5 - PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL AO LONGO DO ANO DE 2010

Fonte: ANP (2011).

3.2. Resultados e discussão

Os dados pesquisados foram tratados estatisticamente através do software livre *Action*, versão 2.0, elaborado pela empresa Estatcamp (ESTATCAMP, 2011).

Para as matérias-primas utilizadas em cada ano determinou-se a probabilidade de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk (p-valor), a média e o desvio padrão.

Os parâmetros média e desvio padrão podem ser utilizados confiavelmente para representar os dados apenas quando a normalidade dos resultados for verificada. Ou seja, quando p-valor é maior que 0,05 (RODRIGUES, IEMMA, 2009).

Também foram realizados testes de comparação de médias para cada matéria-prima (teste T), e o teste ANOVA com efeitos aleatórios para os fatores mês e matéria-prima. O objetivo do teste de comparação de médias foi o de observar se de 2009 para 2010 houve diferença significativa entre a porcentagem usada de cada uma das matérias-primas na produção de biodiesel. Já na análise ANOVA com efeitos aleatórios, o objetivo foi o de observar estatisticamente se as matérias-primas e os meses do ano afetam significativamente a porcentagem de insumo utilizado no processo produtivo de biodiesel.

Conforme as Tabelas 4 e 5, fazendo testes de normalidade, constatou-se que a porcentagem de cada uma das matérias-primas utilizadas nos anos de 2009 e 2010 apresentam o comportamento de uma curva gaussiana, exceto as porcentagens de sebo bovino de 2010 (p-valor = 0,03). Como a realização da comparação de médias necessita que todos os conjuntos de dados possuam um comportamento normal; aplicou-se a função logarítmica de base 10 em cada um dos valores de porcentagem de sebo bovino utilizada em 2010, e verificou-se que o novo conjunto de dados passou a apresentar um comportamento gaussiano, e pôde então ser utilizado nas análises estatísticas.

Tendo em vista o comportamento gaussiano de todos os insumos em cada ano, as Tabelas 4 e 5 apresentam a porcentagem média de óleo de soja, gordura bovina, óleo de algodão e outras matérias-primas empregadas na produção dos anos de 2009 e 2010.

TABELA 4 – P-VALOR DO TESTE DE NORMALIDADE E PORCENTAGEM (%) MÉDIA DAS MATÉRIAS-PRIMAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM 2009

Matérias-primas	P-Valor	Média	Desvio padrão
Óleo de soja	0,83	78	5
Gordura Bovina	0,81	17	4
Óleo de algodão	0,73	4	2
Outras	0,42	2	1

TABELA 5 – P-VALOR DO TESTE DE NORMALIDADE E PORCENTAGEM (%) MÉDIA DAS MATÉRIAS-PRIMAS EMPREGADAS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM 2010

Matérias-primas	P-Valor	Média	Desvio padrão
Óleo de soja	0,17	82	3
Gordura Bovina	0,2	14	1
Óleo de algodão	0,36	2	2
Outras	0,5	1,7	0,6

Com a comparação de médias pelo teste T e a análise de variância (ANOVA) com efeitos aleatórios, pôde-se concluir que a um nível de confiança de 95%, a igualdade de médias da porcentagem de óleo de soja em 2009 e 2010 não é verdadeira. Adicionalmente, o mesmo foi verificado para a gordura bovina e o óleo de algodão (p-valor<0,05). Para “outras” matérias-primas, comparando-se as

médias, conclui-se que de 2009 para 2010 não houve mudança significativa na porcentagem utilizada ($p\text{-valor} > 0,05$). Ou seja, com o teste T de comparação de médias, constatou-se que de 2009 para 2010, a porcentagem média das matérias-primas mais empregadas na produção de biodiesel, não sofreu mudança significativa.

Através do teste ANOVA com efeitos aleatórios pôde-se concluir com confiabilidade estatística, que a porcentagem de cada uma das matérias-primas não variou de forma significativa ao longo dos meses de 2009 e 2010. Como o p-valor é maior que 0,05, não houve diferença significativa. Já para os tipos de matérias-primas empregadas, houve variação significativa entre as porcentagens, uma vez que o p-valor encontrado é menor que 0,05.

Os p-valores que permitiram a interpretação do teste T de comparação de médias, e do teste ANOVA com efeitos aleatórios, encontram-se nas Tabelas 6 e 7.

TABELA 6 – RESULTADO DO P-VALOR DO TESTE T DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

Matérias-primas	P-Valor
Óleo de soja	0,01
Gordura Bovina	$3,34 \times 10^{-8}$
Óleo de algodão	0,04
Outras	0,16

TABELA 7 – RESULTADO DO P-VALOR DO TESTE ANOVA COM EFEITOS ALEATÓRIOS PARA 2009 E 2010

Fatores	P-Valor (2009)	P-Valor (2010)
Mês	1,00	1,00
Matéria-prima	$1,32 \times 10^{-43}$	$1,59 \times 10^{-56}$

Por fim, é importante ressaltar que as variações nas porcentagens utilizadas de cada um dos insumos podem ser justificadas em termos das oscilações observadas normalmente no preço das matérias-primas. Este fato é evidenciado por meio da Figura 4.

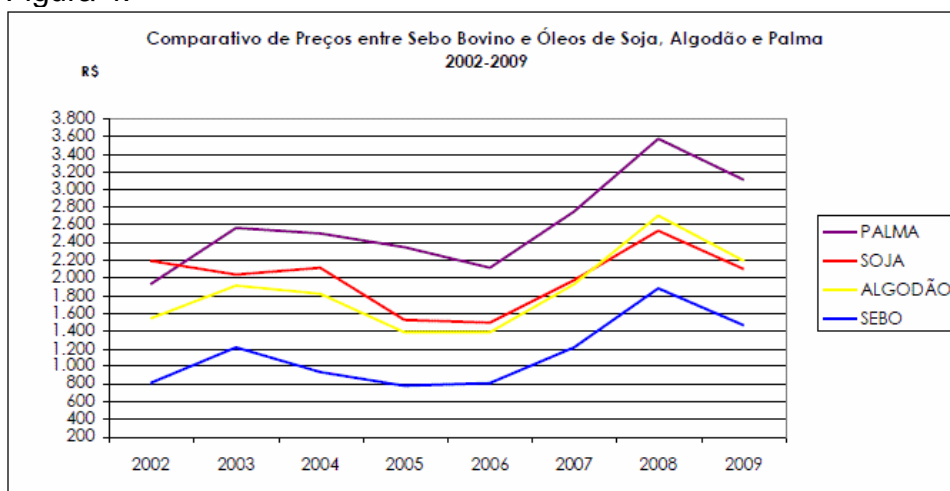


FIGURA 6 – COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO SEBO BOVINO COM OLEAGINOSAS

Fonte: TRAVAIN (2009).

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, o objetivo de analisar as matérias-primas empregadas na produção brasileira de biodiesel dos anos de 2009 e 2010 foi satisfatoriamente alcançado.

Com o teste T de comparação de médias, constatou-se que de 2009 para 2010, a porcentagem das matérias-primas mais empregadas (óleo de soja, gordura bovina e óleo de algodão), e também, das menos empregadas (óleo de fritura usado, gordura de frango, gordura de porco e outros materiais graxos) na produção de biodiesel, não sofreram mudança significativa.

Adicionalmente, o teste ANOVA com efeitos aleatórios, permitiu concluir com confiabilidade estatística que não houve diferença significativa na porcentagem de cada matéria-prima utilizada no processo produtivo de biodiesel em 2009 e 2010 ao longo dos meses de cada um dos anos. Porém, diferença significativa foi verificada entre os insumos empregados em 2009 e 2010, evidenciando que para cada tipo de material, a porcentagem utilizada muda significativamente.

REFERÊNCIAS

ALLINGER, N L. **Química Orgânica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985.

ANP - **AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS**. Superintendência de Refino e Processamento de Gás Natural. Boletins mensais da produção Brasileira de biodiesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=57522&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1314800907750>>. Acesso em: 04 ago. 2011.

BRASIL. **LEI Nº 11.097**, de 13 de Janeiro de 2005.

CARVALHO, R. H. R. **Avaliação da eficiência de catalisadores comerciais na obtenção de biodiesel de algodão (*Gossypium hisutum* L.)**. Dissertação de mestrado. Natal, RN, 2009. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/RicardoHRC.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2010.

CRESTANA, S. Matérias-primas para produção de biodiesel: priorizando alternativas. In: **COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS, VISÃO, ESPECTATIVAS E SOLUÇÕES**. São Paulo, 2005.

ESTATCAMP. **Action**. Versão 2.0. Licença Pública geral. São Carlos: Estatcamp, 2011.

KNOTHE, G., GERPEN, J.V., KRAHL, J. **Manual de biodiesel**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Balanco Nacional da Cana-de-açúcar e Agroenergia**. Edição Especial de Lançamento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Brasília; DF. 2007.

MAURO, S. **Agência Funcap – Pesquisadores avaliam misturas de até 20% de biodiesel de mamona**. Disponível em: <<http://www.funcap.ce.gov.br/agencia-funcap-pesquisadores-avaliam-mistura-de-ate-20-de-biodiesel-de-mamona>>. Acesso em: 24 jun. 2010.

PERES, J. R. R. et. al. Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial. In: FERREIRA, J. R.; CRISTO, C. M. P. N. (Org.). **O futuro da indústria: biodiesel: coletânea de artigos**. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2. ed. São Paulo: Caso do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009.

SALVADOR, A. A. et. al. **Biodiesel: aspectos gerais e produção enzimática**. Florianópolis. 28 abr. 2009. Disponível em: <http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad/trabalhos_grad_2009_1/biodiesel/biodiesel.pdf> Acesso em: 25 maio 2010.

SOLOMONS, T. W. **Química orgânica 2**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

TRAVAIN, V. **Mercado global de matérias primas: reflexos e influências no seu negócio**. 27º Congresso da ABISA. . Fortaleza. Out. 2009. Disponível em: <http://www.freedom.inf.br/abisa/Downloads/Mercado_global_materias_primas_Refl_exos_influencia_negocio_Valerio_Travain_Uniamerica.pdf>. Acesso em: 03 maio 2010.