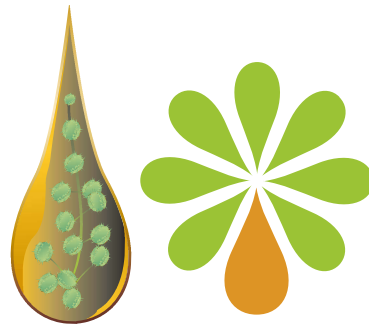


ISBN 978-85-65615-02-0

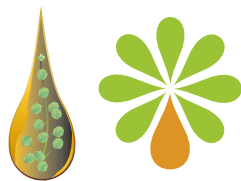


6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

# 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 Matioli  
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**



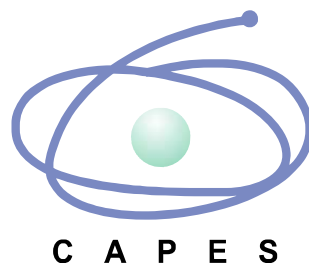
REALIZAÇÃO

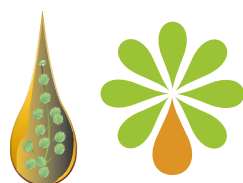
SECRETARIA DE  
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
E INOVAÇÃO**

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



## APOIO





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

# TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

## Comportamento da mistura b10-s10 durante armazenamento simulado em tanques de aço carbono

Aline Oliboni de Azambuja (LAB-BIO/UFRGS, alineoliboni@gmail.com), Sabrina Anderson Beker (LAB-BIO/UFRGS, sabrinabeker@gmail.com), Vanessa Souza Breder Valente (CTAQ/IPIRANGA, vanessav@ipiranga.com.br), Sérgio Luiz Camacho Viscardi (IPIRANGA, viscardi@ipiranga.com.br), Roberta Miranda Teixeira (CTAQ/IPIRANGA, robertamt@ipiranga.com.br), Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (LACOR/INT, eduardo.cavalcanti@int.gov.br), Bernardo Brito Vacaro (IQ/UFRGS, bernardovacaro@gmail.com), Marco Flôres Ferrão (IQ/UFRGS, ferrao@iq.ufrgs.br), Fátima Menezes Bento (LAB-BIO/UFRGS, fatima.bento@ufrgs.br)

**Palavras Chave:** ULSD, mistura B10, estocagem, biodegradação, estabilidade, corrosão.

### 1 - Introdução

A estabilidade ao armazenamento é uma das mais importantes características dos combustíveis para motores automotivos, sendo caracterizada pela capacidade de manter a composição e propriedades do combustível durante o período de estocagem, transporte e utilização no motor<sup>1</sup>. Dentre os vários fatores que influenciam a estabilidade dos combustíveis, a estabilidade oxidativa, no caso do biodiesel, é uma das mais importantes. Neste sentido, o biodiesel de soja, que corresponde a 84% do biodiesel utilizado no País, possui uma significativa quantidade de ácidos graxos insaturados, que conferem uma maior suscetibilidade a oxidação durante o período de estocagem<sup>2</sup>. Além disso, se comparado ao óleo diesel, o biodiesel é mais sensível a luz, temperatura, íons metálicos, higroscópico, suscetível à degradação microbiana e com maior tendência a corrosividade<sup>3</sup>. Devido as exigências ambientais, o óleo diesel é submetido ao processo de hidrotreatamento, para a remoção de compostos organosulfurados, os quais podem alterar algumas propriedades do diesel, como a lubrificidade<sup>4</sup>. Neste sentido, a adição de biodiesel pode restaurar algumas características perdidas do diesel, porém, induzir o desenvolvimento dos microrganismos durante a estocagem incorreta da mistura<sup>3</sup>. A redução do enxofre no óleo diesel tem sido citada como um fator que poderia incrementar o desenvolvimento microbiano<sup>5,6</sup> e que a estabilidade pode ser afetada na mistura final. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento da mistura B10, confeccionada com óleo diesel com ultrabaixo teor de enxofre (ULSD) S10, quanto a estabilidade abiótica e biótica, durante 90 dias de armazenamento simulado.

### 2 - Material e Métodos

A mistura B10 foi confeccionada em laboratório contendo 10% de biodiesel e 90% de óleo diesel S10. Foi utilizado biodiesel metílico de soja e sebo bovino (65:35); correspondendo ao biodiesel comercializado na região Sul do Brasil, no período de verão no RS. O óleo diesel (A) sem biodiesel, com até 10 ppm de enxofre (S10) foi utilizado para compor a mistura. Todos os combustíveis foram fornecidos pela Ipiranga Produtos de Petróleo S/A.

O experimento piloto foi montado em 8 tanques de aço carbono com capacidade para 20 L, jateados com granalha de ferro e considerando dois cenários. Condição de **POSTOS** revendedores de combustível, simulando a presença de fase aquosa, com 1 % de água de drenagem (pH 4,8) e a condição de **BASE** refinadora e distribuidora que não recebeu a fase aquosa. Em quatro tanques foram

adicionados um consórcio microbiano não caracterizado<sup>7</sup>, na concentração aproximada de  $10^5$  células/espores  $\text{mL}^{-1}$ , correspondente a média contaminação e os outros 4 tanques foram avaliados conforme o combustível recebido da distribuidora, ou seja, com baixa contaminação ( $\sim 10^3$  UFC  $\text{L}^{-1}$ ) como mostra a Tabela 1. Os tanques foram armazenados numa área externa, porém protegidos da incidência direta de luz solar e chuva.

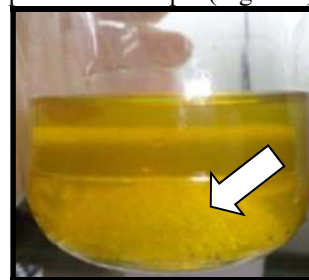
**Tabela 1.** Condições avaliadas no experimento piloto de armazenagem simulada da mistura B10 S10 no RS.

Cenário	Níveis de contaminação microbiana	
	Baixo ( $\sim 10^3$ UFC $\text{L}^{-1}$ )	Médio $10^5$ cel/esp $\text{mL}^{-1}$
<b>POSTOS</b> - presença de fase aquosa	Tanques 1 e 2	Tanques 5 e 6
<b>BASE</b> - ausência de fase aquosa	Tanques 3 e 4	Tanques 7 e 8

Foram monitorados os parâmetros relacionados a estabilidade química como: aspecto da mistura B10; teor de água; estabilidade à oxidação a 110 °C; lubrificidade a 60 °C, massa específica a 20 °C e índice de acidez. A avaliação da degradação da fração biodiesel foi feita por espectroscopia no infravermelho nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias. A estimativa de microrganismos heterotróficos totais cultiváveis (fungos e bactérias), da fase oleosa e aquosa, foi realizada com laminocultivo nos tempos 0, 15, 30, 60 e 90 dias.

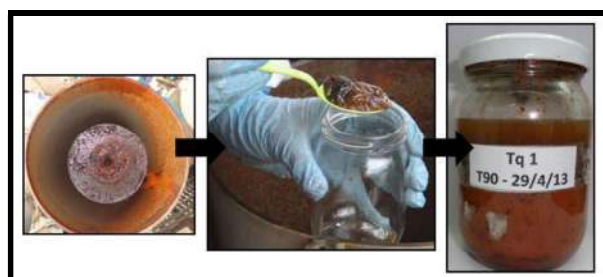
### 3 - Resultados e Discussão

A mistura B10 apresentou-se isenta de impurezas, ao final de 90 dias, na condição de BASE (sem fase aquosa). No entanto, a formação de microgotículas de água na fase óleo foi observada, provavelmente devido a água condensada nas paredes do tanque (Figura 1).



**Figura 1.** Aspecto da mistura B10 S10 com microgotículas de água no fundo do frasco experimental (seta), coletados de tanques sem adição de fase oleosa (BASE) após 90 dias de avaliação.

Na condição de POSTOS (com fase aquosa) foi observado sedimentos que podem ser de origem química e biológica (Figura 2).



**Figura 2.** Aspecto do material coletado no fundo dos tanques, com adição de fase aquosa (POSTOS), após 90 dias de avaliação.

Os resultados de estabilidade química da mistura B10 S10 para os parâmetros de teor de água, massa específica a 20 °C e índice de acidez, estiveram de acordo com os valores estabelecidos pelo Regulamento Técnico da ANP (04/2013), ao final de 90 dias de avaliação. A estabilidade oxidativa também apresentou conformidade com o Regulamento Técnico (ANP 03/2014), então vigente, com exceção do Tanque 1 (sem água) com baixa contaminação microbiana, que registrou período de indução menor que o mínimo exigido de 8 horas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Monitoramento da estabilidade química das propriedades de estabilidade oxidativa (EO), teor de água (KF), massa específica (ME) e índice de acidez (IA) da mistura B10 ao final de 90 dias de avaliação.

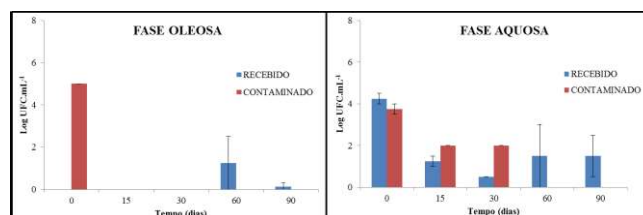
Tanques	Nível de contaminação microbiana	Propriedades			
		EO (h)	KF (ppm)	ME (kg/m <sup>3</sup> )	IA (mg KOH/g)
TANQUE 1 com água	Baixo	7,76	86,6	842	0,149
TANQUE 2 com água	Baixo	11,66	87,5	842	0,132
TANQUE 3 sem água	Baixo	-	-	-	-
TANQUE 4 sem água	Baixo	8,36	82,6	844	0,127
TANQUE 5 com água	Médio	9,03	85,8	842	0,135
TANQUE 6 com água	Médio	9,86	88,2	841	0,125
TANQUE 7 sem água	Médio	-	86,5	842	0,133
TANQUE 8 sem água	Médio	-	-	-	-
Parâmetros		Mín.	Máx.	815-853	Anotar p/
Reg. Téc. ANP 04/2013		8 h	200	kg/m <sup>3</sup>	óleo diesel B
e ANP 03/2014		Rancimat	mg/kg	ASTM	ASTM D664
		EN 14112	ASTM	D4052	
		(biodiesel)	D6304		
		EN 15571			
		(mistura)			

- Amostra perdida

A lubrificidade da mistura B10 foi verificada no tempo inicial (zero) e ao final de 90 dias, e em ambos os casos, foi duas vezes menor que os valores máximos aceitáveis (460 µm), estando de acordo com a especificação da ANP 04/2103. Embora o biodiesel puro (B100), no tempo inicial tenha apresentado valores fora da especificação para o teor de água (773,3 ppm), índice de acidez (0,25 mg KOH/g) e estabilidade oxidativa (7,56 h), após a confecção da mistura B10 esses valores foram corrigidos. No processo de hidrotreatamento, para remoção do enxofre no diesel, algumas propriedades como a lubrificidade e a densidade são alteradas<sup>4</sup>. Nesse estudo a adição de biodiesel 10% provavelmente restaurou a possível perda desses parâmetros durante a produção do ULSD.

Em relação a estimativa de microrganismos cultiváveis, foi verificado que independente da presença de água nos tanques, fator fundamental para o crescimento orgânico, a contaminação microbiana tanto na fase oleosa quanto na fase aquosa esteve dentro da faixa **aceitável** para

combustíveis (~ 10<sup>3</sup> UFC L<sup>-1</sup>), de acordo com Hill e Hill (2009)<sup>8</sup> ao final de 90 dias (Figura 3).



**Figura 3.** Estimativa da contaminação microbiana cultivável na mistura B10 S10 ao longo de 90 dias. **Fase oleosa:** todos os tanques; **Fase aquosa:** tanques 1, 2, 5 e 6.

Os dados de degradação da mistura B10 S10, pela análise no infravermelho, indicaram que as metilas terminais dos ésteres de ácidos graxos do biodiesel de todos os tratamentos foram degradados ao longo de 90 dias, quando comparados aos controles (tempo zero). Foi observado que a degradação ocorreu independente da presença de água livre, mas os tanques que receberam a contaminação (Tanques 6, 7, 8) apresentaram maior tendência de degradação, especialmente nos primeiros 15 dias. Esse fato pode ser evidenciado no crescimento microbiano entre os tanques que apresentaram média contaminação no tempo 15 dias (Figura 3).

## 4 – Conclusões

Os resultados da estabilidade ao armazenamento da mistura B10 com o óleo diesel S10 (ULSD) em 90 dias, quanto a degradação abiótica e biótica, não indicaram uma maior propensão à contaminação microbiana, conforme reporta a literatura<sup>5,6</sup>. Após os 90 dias, a contaminação microbiana da mistura foi caracterizada como dentro do nível aceitável para combustíveis armazenados, assim como os parâmetros químicos foram classificados de acordo com os limites exigidos pela ANP.

## 5 – Agradecimentos

O financiamento dessa pesquisa foi concedido pela CAPES/FAPERGS e recursos do LAB-BIO da UFRGS. Agradecemos a Ipiranga Produtos de Petróleo S/A pelas instalações, suporte técnico na realização do experimento e análise das propriedades químicas.

## 6 - Bibliografia

- Grishin, D.F.; *Russ J Appl Chem* **2015**, 88, 7.
- Knothe, G.; *Fuel Process Technol* **2007**, 88.
- Jakeria, M.R.; *Renew Sust Energ Rev* **2014**, 30.
- Knothe, G.; *Energy Fuels* **2005**, 19.
- Passman, J.F.; IASH - 9<sup>th</sup> International Conference on the Stability and Handling of Liquid Fuels, Sidges, Spain, 2005.
- Srivastava, N.K.; *IJEPR* **2012**, 1, 1.
- ASTM 1259-10 Standard Practice for Evaluation of Antimicrobials in Liquid Fuels Boiling Below 390°C, 2010.
- Hill, E.C.; IASH - 11<sup>th</sup> International Conference on Stability, Handling and Use of Liquid Fuels, Prague, Czech Republic, 2009.