



## MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO BIODIESEL NOS TANQUES DE ARMAZENAMENTO

Wellington W. D. Vechiatto<sup>1</sup>, Daniele C. Adão<sup>2</sup>, Giuliano F. Zagonel<sup>3</sup>, Luiz P. Ramos<sup>4</sup>, Elisa M. Suchek<sup>5</sup>, José C. Laurindo<sup>6</sup>, Bill J. Costa<sup>7</sup>, Mônica C. Brotto<sup>8</sup>, Fernanda C. Fonseca<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Químico Industrial, Mestrando em Bioenergia, <sup>2</sup>Bacharel em Química, Mestre em Química dos Recursos Naturais, <sup>3</sup>Bacharel em Química, Mestre em Química, <sup>4</sup>Bacharelado e Licenciatura em Química, Ph. D, Professor do departamento de Química da UFPR, <sup>5</sup>Técnica em Química, <sup>6</sup>Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Biomédica, <sup>7</sup>Químico, Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, <sup>8</sup>Graduanda em Engenharia Química, <sup>9</sup>Graduanda em Engenharia Química, Tecnóloga em Química Ambiental. Centro de Energias Renováveis - CERBIO, Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR, Rua Professor Algacyr Munhoz Mader, n° 3775, CIC, CEP: 81350-010, Curitiba/PR. E-mail: [dbio@tecpa.br](mailto:dbio@tecpa.br) Website: [www.tecpa.br/cerbio](http://www.tecpa.br/cerbio). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Departamento de Química. Centro Politécnico Jardim das Américas, 81531-990 - Curitiba, PR - Brasil - Caixa-Postal: 19081. Website: <http://www.quimica.ufpr.br/lramos>

### RESUMO

Uma das maiores preocupações com o uso de biodiesel está relacionada às etapas de manuseio e de armazenamento. Vários pesquisadores relacionam uma degradação mais rápida e menor tempo de armazenamento do biodiesel, em comparação como óleo diesel, pelo fato do biodiesel apresentar como característica uma higroscopia maior e também uma menor estabilidade à oxidação. A eventual degradação do biodiesel durante o tempo de estocagem pode acarretar no aumento de sua acidez, tornando o produto mais corrosivo, podendo ocasionar uma série de problemas aos motores que o utilizam. Contudo, este trabalho mostra que quando o biodiesel atende aos requisitos de qualidade exigidos pela legislação e possui uma renovação do estoque a cada 15 dias, não foi possível detectar nenhuma alteração na sua qualidade que impedisse a sua aplicação nos veículos do transporte coletivo municipal - como é o caso do biodiesel utilizado no projeto Linha Verde da prefeitura de Curitiba. O único problema observado foi o acúmulo de sujeira no fundo dos tanques de armazenamento, detectado pelos resultados do ensaio de contaminação total. Esse problema pode ser facilmente contornado através da adoção de sistemáticas de manutenção como a drenagem regular dos tanques de armazenamento e instalação de filtros.

**Palavras chave:** Biodiesel, armazenamento, contaminação total.

### ABSTRACT

#### MONITORING THE QUALITY OF BIODIESEL IN STORAGE TANKS

*A major concern with the use of biodiesel is related to the stages of handling and storage. Many researchers relate a faster degradation and shorter storage time of biodiesel to the larger hygroscopic feature and lower oxidative stability compared to petrodiesel. The possible degradation of biodiesel during the storage time can result in an increase in its acidity, making the product more corrosive and can cause a lot of problems with the engines that use it. However, this work shows that when the biodiesel meets the quality requirements required by legislation and has a renewal of inventory every 15 days, we could not detect any change in their capacity that would prevent its implementation in the municipal public transport vehicles - such as the case of biodiesel used in the project Linha Verde in Curitiba. The only problem observed was the accumulation of dirt in the bottom of storage tanks, detected by the test results of total contamination. This problem is easily solved by adopting a systematic maintenance and regular drainage from storage tanks and installation of filters.*

**Keywords:** Biodiesel, Storage, total contamination.

### INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações das grandes cidades é com a emissão de poluentes pelos ônibus que operam no transporte coletivo de passageiros. A criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, em 2004, e a aprovação da Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005, introduziu o biodiesel na matriz energética nacional. Atualmente, todo o óleo diesel veicular comercializado ao consumidor final possui 5% volume de biodiesel (ANP, 2011).

Desde agosto de 2009 a chamada Linha Verde de Curitiba, opera com seis ônibus movidos 100% a biocombustível à base de soja, o B100. O projeto de cooperação técnica envolve as seguintes instituições:



Prefeitura Municipal de Curitiba, Urbs - Urbanização de Curitiba S/A, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Auto Viação Redentor Ltda, Viação Cidade Sorriso Ltda, Instituto de Tecnologia do Paraná, PROBIODIESEL, BsBios - Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A, Volvo do Brasil, Scania Latin América e RDP Distribuidora de Petróleo Ltda. O Tecpar, através do Centro de Energias Renováveis, executa o monitoramento da qualidade do biodiesel usado nos ônibus da Auto Viação Cidade Sorriso e Redentor, além de acompanhar o desempenho dos veículos e as condições de armazenamento.

Para assegurar que o combustível apresente a mesma qualidade durante todo processo de transporte e manuseio, é necessário conhecer as condições ideais de armazenamento a fim de garantir que não haja degradação das propriedades físico-químicas durante o período de estocagem (CORREIA *et al.*, 2009). Em alguns casos, os depósitos formados pelo efeito solvente do biodiesel pode ser confundido com gomas e sedimentos formados pela oxidação, para isso os parâmetros de acidez e a estabilidade à oxidação deveriam estar fora de especificação (NREL, 2009). A fim de evitar a oxidação (KNOTHE *et al.*, 2006) do combustível ou a incorporação de contaminantes é recomendado realizar semanalmente a drenagem de produto remanescente no fundo do tanque de armazenagem, para a retirada de água, material microbiológico ou outras impurezas (NAZZARO e PORTER, 2005; ANP, 2011), entretanto, não é isso que ocorre na prática.

Estudos relacionados ao armazenamento e manuseio do biodiesel são quase que em sua totalidade simulando o efeito do tempo de estocagem. Nosso trabalho, porém, visa monitorar a qualidade do biodiesel em condições normais de operação dos tanques de armazenamento, onde a renovação do estoque é contínuo e o efeito do tempo desprezível.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Todas as operações de carregamento do combustível, biodiesel metílico de soja, foram realizadas com o combustível especificado conforme Resolução ANP nº 7.

O monitoramento dos tanques de armazenamento foi realizado logo após a operação de descarregamento do caminhão tanque. Esse procedimento favoreceu a homogeneização do material para uma amostragem mais representativa. Os tanques das empresas eram reabastecidos quinzenalmente, sendo importante destacar que entre as novas descargas não era realizados nenhum tipo de manutenção nos tanques e/ou tubulações.

Os tanques de armazenamento, do tipo aéreo, foram identificados como Tanque Redentor e Tanque Cidade Sorriso. As amostras de biodiesel foram coletadas uma vez por mês, no período de 17/11/2009 a 14/04/2011. A cada coleta dos tanques de armazenamento, uma amostra do tanque do caminhão também era coletada para controle de eventuais contaminações e essas amostras foram identificadas como Tanque Caminhão Redentor e Tanque Caminhão Cidade Sorriso, de acordo com o local de abastecimento atendido.

As amostras de biodiesel coletadas dos tanques Redentor e Cidade Sorriso foram analisadas para os seguintes parâmetros: Aspecto (método Visual), Estabilidade à Oxidação a 110°C (EN 14.112:2003), Corrosividade ao Cobre - 3h a 50 °C (NBR 14.359:2005), Contaminação Total (EN 12.662:2008), Índice de Acidez (NBR 14.248:2009), Índice de Iodo (EN 14.111:2003), Massa Específica a 20 °C (NBR 7.148:2001), Microrresíduo de Carbono (ASTM D 4.530:2007), Ponto de Entupimento de Filtro a Frio (NBR 14.747:2008), Ponto de Fulgor (NBR 14.598:2007), Teor de Água por Karl Fischer (ASTM D 6.304:2007), Teor de Cinzas Sulfatadas (NBR 6294), Teor de Éster (EN 14.103:2003), Teor de Álcool (EN 14.110:2003), Viscosidade Cinemática a 40°C (NBR 10.441:2007), Sódio (Na) + Potássio (K) (EN 14.538:2006), Cálcio (Ca) + Magnésio (Mg) (EN 14.538:2006), Fósforo (P) (EN 14.107:2007), Glicerina Livre, Monoglicerídeos, Diglicerídeos, Triglicerídeos e Glicerina Total (ASTM D 6.584:2008).

Para as amostras do tanque do caminhão apenas os ensaios de Estabilidade à Oxidação a 110 °C (EN 14.112:2003), Índice de Acidez (NBR 14.248:2009) e Teor de Água por Karl Fischer (ASTM D 6.304:2007) foram analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas análises das amostras do tanque da empresa de ônibus Viação Cidade Sorriso, **Tabela 1**, foram detectados apenas 7 resultados acima do limite especificado pela Resolução ANP nº7, sendo 3 ensaios de contaminação total, 3 de teores de água e 1 de teor de glicerina total. No tanque da empresa Viação Redentor, **Tabela 2**, foram detectados 6 resultados acima do limite da especificação: 5 nos ensaios de contaminação total e 1 no teor de água. Com relação as amostras coletadas do tanque do caminhão foram detectados apenas três resultados acima da especificação, sendo todos no teor de água.



**Tabela 1.** Caracterização físico-química das amostras de biodiesel coletadas do Tanque Cidade Sorriso.

**Table 1.** Physico-chemical characterization of biodiesel samples collected from Tanque Cidade Sorriso.

Ensaio	ANP 07	Unidades	17/11/09	16/12/09	20/01/10	10/03/10	10/05/10	24/06/10	07/07/10	05/08/10	09/09/10	22/10/10	09/11/10	03/12/10	03/03/11	07/04/11
Aspecto	LII	-----	LII / 23,8°C	LII / 21,8°C	LII / 22,2°C	LII / 19,4°C	LII / 19,2°C	LII / 19,1°C	LII / 21,8°C	LII / 19 °C	LII / 18,8°C	LII / 21,2°C	LII / 23,3°C	LII / 20 °C	LII / 20,8°C	LII / 19,4°C
Estabilidade à Oxidação a 110 °C	6 ( mín.)	h	8,3	9,2	11,0	10,4	11,2	9,4	11,2	9,3	11,6	9,3	9,4	9,4	11,4	9,2
Corrosividade ao Cobre - 3h a 50 °C	1 (máx.)	-----	1a	1b	1b	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a
Contaminação Total	24 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	22	16,2	17,9	19,9	7,3	7,9	14,4	<b>30,9</b>	23,2	20,2	19,3	22,7	<b>86,8</b>	<b>66,4</b>
Índice de Acidez	0,50 (máx.)	mgKOH g <sup>-1</sup>	0,344	0,41	0,382	0,449	0,38	0,32	0,35	0,31	0,36	0,41	0,372	0,339	0,43	0,42
Índice de Iodo	Anotar	gI <sub>2</sub> 100 g <sup>-1</sup>	117	120	125	125	128	126	126	126	130	128	132	124	127	125
Massa Específica a 20 °C	850 - 900	kg m <sup>-3</sup>	878,8	881,6	881,5	881,1	883	857,8	881,3	881,9	881,4	881,4	881,3	881,6	882	882,1
Microrresíduo de Carbono	0,050	% massa	0,01	0,01	0,00	0	0	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0,01	0,04
Ponto de entupimento de Filtro a Frio	19 (máx.)	°C	-4	-3	-4	-2	-2	-2	-3	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4
Ponto de Fulgor - Corrigido	100,0 (mín.)	°C	124,5	143,5	127,5	138,5	122	142	131,5	136,5	106	137	109,5	130,5	108,5	115
Teor de Água - Karl Fischer	500 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	<b>503</b>	<b>668</b>	465	393	351	306	286	456	309	425	341	435	433	<b>528</b>
Teor de Cinzas Sulfatadas	0,020 (máx.)	% massa	0,003	0,002	0,003	0,005	0	0	0,002	0,002	0,001	—	—	—	—	—
Teor de Éster	96,5 (mín.)	% massa	97	96,6	96,6	97,1	97	96,9	97,2	96,6	97,5	97,2	98	96,8	97,4	0,06
Teor de Álcool	0,20 (máx.)	% massa	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	98,5
Viscosidade Cinemática a 40 °C	3,0 - 6,0	mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	4,107	4,135	4,131	4,13	4,096	4,075	4,085	4,085	4,08	4,095	4,093	4,09	4,105	4,124
Sódio (Na) + Potássio (K)	5 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Na 230	Na 2,0
Cálcio (Ca) + Magnésio (Mg)	5 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0
Fósforo (P)	10(máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0
Glicerina Livre	0,02 (máx.)	% massa	0,01	0,01	0,00	0	0	0,01	0,01	0	0,002	0,001	0,001	0,001	0,005	0,007
Monoglicérides	Anotar	% massa	0,58	0,73	0,74	0,62	0,51	0,65	0,67	0,75	0,71	0,624	0,554	0,689	0,661	0,659
Diglicérides	Anotar	% massa	0,22	0,26	0,24	0,17	0,17	0,21	0,24	0,26	0,23	0,197	0,174	0,218	0,227	0,232
Triglicérides	Anotar	% massa	0,11	0,14	0,15	0,09	0,09	0,09	0,12	0,12	0,09	0,074	0,066	0,08	0,082	0,09
Glicerina Total	0,24	% massa	0,2	<b>0,25</b>	0,24	0,19	0,16	0,21	0,22	0,24	0,23	0,2	0,177	0,22	0,219	222

Obs: LII: lípido e isento de Impureza. Nd: Não detectado em nível de 1,0, 2,0, e 5,0 mg kg<sup>-1</sup>



**Tabela 2.** Caracterização físico-química

**Table 2.** Physico-chemical characterization of biodiesel samples collected from Tanque Redentor.

Ensaios	ANP N°7	Unidades	26/11/09	20/01/10	09/02/10	13/03/10	09/04/10	28/05/10	05/07/10	10/08/10	10/09/10	15/10/10	09/11/10	06/12/10	03/03/10	14/04/2011
Aspecto	LII	-----	LII / 24°C	LII / 19,6 °C	LII / 23,8 °C	LII / 19,8 °C	LII / 19,2 °C	LII / 19 °C	LII / 19,2 °C	LII / 19,6 °C	LII / 20,6 °C	LII / 19,2 °C	LII / 22,8 °C	LII / 21 °C	LII / 20,8 °C	LII / 20,0 °C
Estabilidade á Oxidação a 110 °C	6 ( mín.)	h	<b>5,8</b>	9,8	10,6	10,3	10,7	10,8	11,4	12	11,5	9,7	9,8	8,7	9,7 h	9,7
Corrosividade ao Cobre - 3h a 50 °C	1 (máx.)	-----	1b	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a	1a
Contaminação Total	24 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	4,4	19,9	17,6	18,3	<b>25</b>	16,5	3,8	21,1	<b>31,9</b>	24	20,7	<b>35,3</b>	<b>56,9</b>	<b>64,4</b>
Índice de Acidez	0,50 (máx.)	mgKOH g <sup>-1</sup>	0,399	0,423	0,389	0,5	0,47	0,41	0,3	0,33	0,36	0,38	0,385	0,329	0,41	0,38
Índice de Iodo	Anotar	gl <sub>2</sub> 100 g <sup>-1</sup>	118	121	127	125	124	132	132	141	133	129	128	121	127	132
Massa Específica a 20 °C	850 - 900	kg m <sup>-3</sup>	881,4	881,21	881,1	881,2	881,6	882,1	881,6	881,8	851,5	882,1	881,5	881,8	882	882,1
Microrresíduo de Carbono	0,050	% massa	0,008	0,00	0	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,02	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Ponto de entupimento de Filtro a Frio	19 (máx.)	°C	-2	-4	-2,5	-2	-2	-1,8	-1	-2	0	0	-1	-2	-3	-4
Ponto de Fulgor - Corrigido	100,0 (mín.)	°C	126,5	125	123,5	118,5	114,5	120,5	133,5	129,5	140,5	123	125	116	107,5 °C	122
Teor de Água - Karl Ficher	500 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	468	127	502	260	237	310	398	316	311	446	338	457	446	395
Teor de Cinzas Sulfatadas	0,020 (máx.)	% massa	0,003	0,004	0,004	0,005	0,001	0	0,001	0,003	0,003	---	---	---	---	---
Teor de Éster	96,5 (mín.)	% massa	96,7	96,9	96,9	96,5	97,1	97,1	9,9	97,6	97,4	97,6	97,2	98	97,1	97,1
Teor de Álcool	0,20 (máx.)	% massa	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07
Viscosidade Cinemática a 40 °C	3,0 - 6,0	mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	4,155	4,130	4,2	4,141	4,123	4,092	4,096	4,084	4,085	4,094	4,101	4,095	4,108	4,116
Sódio (Na) + Potássio (K)	5 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Nd 2,0	Na 2,0	Na 2,0
Cálcio (Ca) + Magnésio (Mg)	5 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0	Nd 1,0
Fósforo (P)	10(máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0	Nd 5,0
Glicerina Livre	0,02 (máx.)	% massa	0	0,000	0	0	0	0,01	0,01	0	0,001	0	0,001	0,001	0,005	0,004
Monoglicerídeos	Anotar	% massa	0,63	0,61	0,73	0,63	0,66	0,58	0,68	0,69	0,716	0,385	0,551	0,69	0,665	0,655
Diglicerídeos	Anotar	% massa	0,22	0,19	0,23	0,19	0,18	0,21	0,25	0,24	0,235	0,124	0,172	0,221	0,228	0,234
Triglicerídeos	Anotar	% massa	0,12	0,09	0,13	0,1	0,08	0,11	0,12	0,1	0,091	0,046	0,063	0,085	0,079	0,093
Glicerina Total	0,24	% massa	0,21	0,19	0,23	0,2	0,2	0,2	0,23	0,22	0,231	0,123	0,176	0,221	0,219	0,218

Obs: LII: lípido e isento de Impureza. Nd: Não detectado em nível de 1,0, 2,0, e 5,0 mg kg<sup>-1</sup>



**Tabela 3.** Caracterização físico-química das amostras de biodiesel coletadas do Tanque Caminhão Cidade Sorriso.

**Table 3.** Physico-chemical characterization of biodiesel samples collected from Tanque Caminhão Cidade Sorriso.

Ensaio	ANP 07	Unidades	17/11/09	16/12/09	20/01/10	10/03/10	10/05/10	24/06/10	07/07/10	05/08/10	09/09/10	22/10/10	09/11/10	03/12/10	03/03/11	07/04/11
Estabilidade á Oxidação a 110 °C	6 ( mín.)	h	9,9	9,2	7,9	10,3	10	9,1	10,1	10,2	11,5	9,6	10,1	9,7	10,8	9,2
Índice de Acidez	0,50 (máx.)	mgKOH g <sup>-1</sup>	0,3522	0,418	0,432	0,444	0,37	0,32	0,35	0,31	0,37	0,34	0,399	0,365	0,42	0,400
Teor de Água - Karl Ficher	500 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	<b>559</b>	<b>676</b>	268	294	233	256	251	562	300	424	319	452	473	<b>506</b>

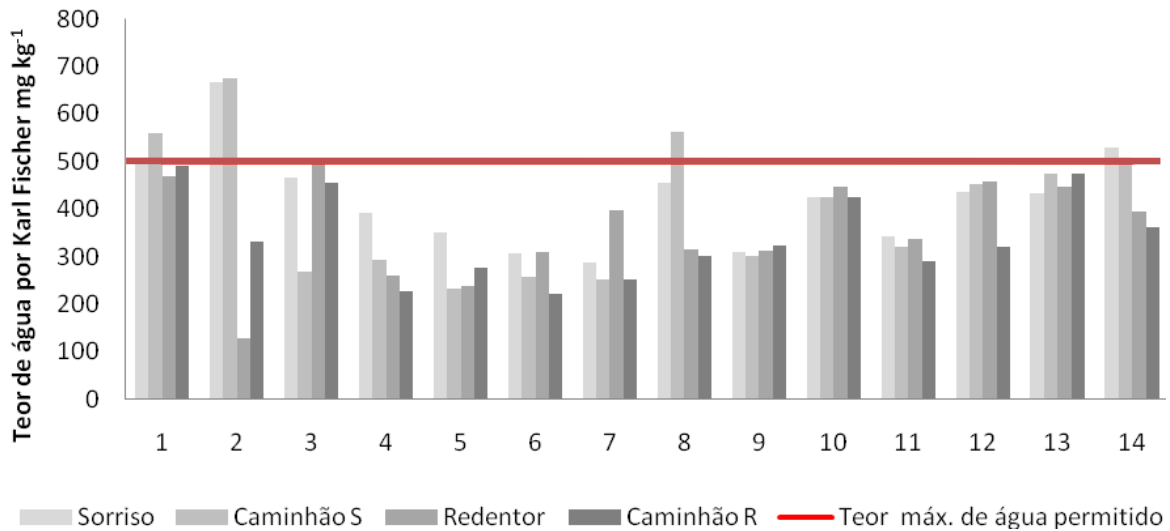
**Tabela 4.** Caracterização físico-química das amostras de biodiesel coletadas do Tanque Caminhão Redentor.

**Table 4.** Physico-chemical characterization of biodiesel samples collected from Tanque Caminhão Redentor.

Ensaio	ANP N°7	Unidades	26/11/09	20/01/10	09/02/10	13/03/10	09/04/10	28/05/10	05/07/10	10/08/10	10/09/10	15/10/10	09/11/10	06/12/10	03/03/10	14/04/11
Estabilidade á Oxidação a 110 °C	6 ( mín.)	h	10,6	7,9	11,2	10	11,8	11,5	11,4	11,1	11,7	10,1	10,1	10,1	10,8	10
Índice de Acidez	0,50 (máx.)	mgKOH g <sup>-1</sup>	0,3945	0,432	0,374	0,454	0,486	0,39	0,4	0,31	0,38	0,35	0,399	0,399	0,42	0,35
Teor de Água - Karl Ficher	500 (máx.)	mg kg <sup>-1</sup>	491,3	268	456	227	277	222	251	302	324	424	319	319	473	362



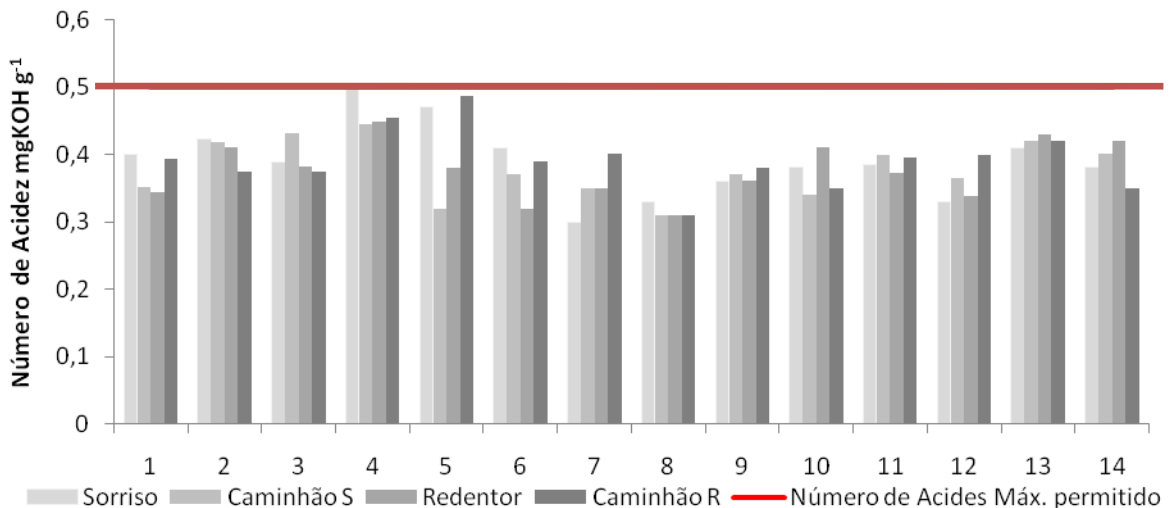
Estudos relacionados à estocagem normalmente monitoram os parâmetros de teor de água, número de acidez e estabilidade à oxidação. Podemos observar na **Figura 1** que nem mesmo o fato do biodiesel ser higroscópico contribuiu para o acúmulo de água no Tanque Redentor, mantendo os valores nas amostras coletadas abaixo do limite de especificação, 500 mg/kg. Porém, o Tanque Cidade Sorriso apresenta alguns resultados fora de especificação, essa umidade entretanto, não pode ser associada à estocagem uma vez que também foi determinada no tanque do caminhão indicando que o problema estaria no transporte ou na origem do biodiesel.



**Figura 1.** Teor de água das amostras de biodiesel coletadas dos tanques de armazenamento e dos caminhões de abastecimento.

*Figure 1.* Water content of biodiesel samples collected from storage tanks and supply trucks.

Com relação ao número de acidez, inicialmente era esperado um aumento como comportamento característico, porém, na **Figura 2** podemos observar que todas as amostras ficaram dentro do limite especificado, valor máximo de 0,50 mgKOH/g.

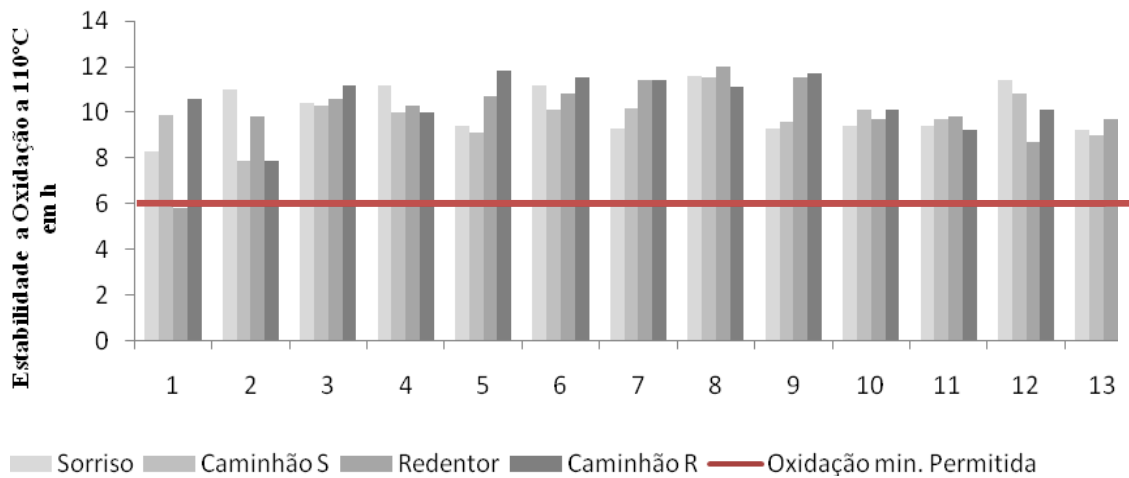


**Figura 2.** Número de acidez das amostras de biodiesel coletadas dos tanques de armazenamento e dos caminhões de abastecimento.

*Figure 2.* Acid number of biodiesel samples collected from storage tanks and supply trucks.



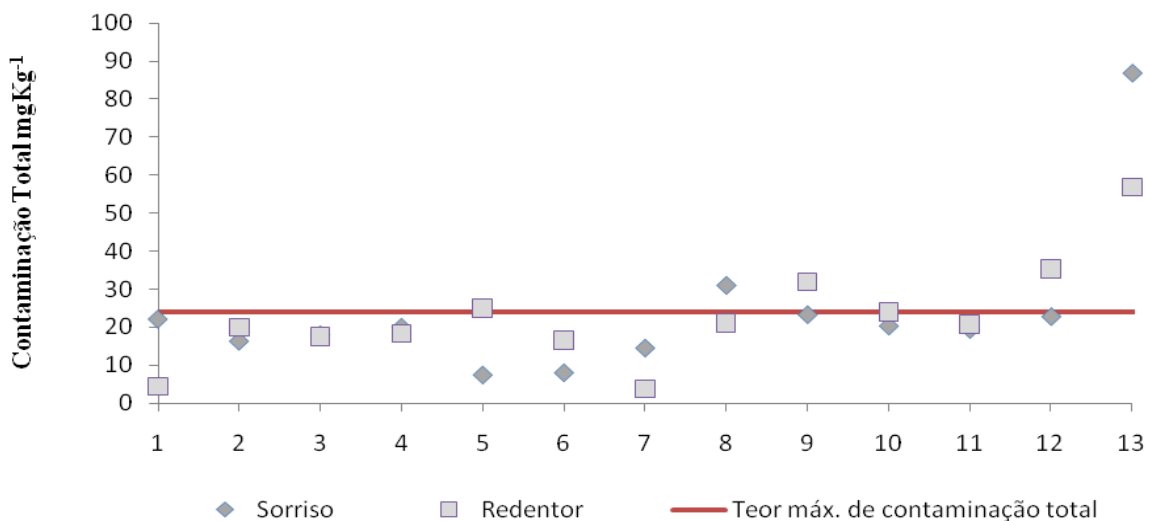
Na **Figura 3**, verificamos que apesar de sempre haver uma quantidade de biodiesel residual nos tanques de armazenamento, proveniente de lotes anteriores, quando o mesmo foi reabastecido, os valores de estabilidade à oxidação ficaram sempre acima do valor mínimo de 6 horas.



**Figura 3.** Estabilidade à oxidação das amostras de biodiesel coletadas dos tanques de armazenamento e dos caminhões de abastecimento.

*Figure 3. Oxidation stability of biodiesel samples collected from storage tanks and supply trucks.*

A ausência de manutenção nos tanques de armazenamento não influenciou significativamente na qualidade do biodiesel estocado. Contudo, nas duas últimas coletas foi constatado um aumento significativo no parâmetro de contaminação total, **Figura 4**, muito acima do limite de especificação, 24 mg/kg.



**Figura 4.** Contaminação total das amostras de biodiesel coletadas dos tanques de armazenamento.

*Figure 4. Total contamination of biodiesel samples collected from storage tanks and supply trucks.*

As impurezas determinadas pelo ensaio de contaminação total normalmente são associados a desvios no processo de purificação do biodiesel durante a sua produção ou durante o manuseio e transporte do biocombustível. Verificamos que houve um aumento considerável de contaminantes no reabastecimento dos tanques, entretanto, esse fato não está associado à qualidade do biodiesel descarregado nos tanques em questão, pois se apresentava dentro da especificação. Com a finalidade de confirmar se a contaminação do biodiesel estava ocorrendo antes da entrega do produto nas empresas de ônibus, uma amostra foi coletada também do tanque dos caminhões de abastecimento. Porém, os resultados encontrados de contaminação total para o tanque do caminhão descarregado na Cidade Sorriso e Redentor ficaram dentro do limite de 24 mg/kg, com 10 e 8,6 mg/kg respectivamente.



## CONCLUSÕES

Verificamos que as características físico-químicas do biodiesel armazenado em tanques com grande rotatividade não sofrem alterações significativas, isto é, não há alteração na qualidade do combustível. Porém, essa afirmação só é válida desde que todo o volume do combustível presente no tanque e do combustível a ser descarregado esteja especificado conforme Resolução ANP nº 7.

As impurezas encontradas no ensaio de contaminação total podem ser associadas à falta de manutenção e drenagem, tanto no Tanque Redentor quanto no Tanque Cidade Sorriso. A fim de evitar problemas de entupimentos de filtros, entre outros relacionados a esse parâmetro, sugerimos a limpeza dos tanques e tubulações, assim como a instalação de filtros na saída dos mesmos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Energias Renováveis do Instituto de Tecnologia do Paraná pela infraestrutura oferecida para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos Participantes do Projeto Linha Verde, Urbs, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, as empresas Cidade Sorriso, Viação Redentor, Scânia Latin América, Volvo do Brasil, BSBios Indústria e Comércio de Biodiesel Brasil Sul S/A e a RDP, Distribuidora de Petróleo Ltda, pela colaboração na pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANP. Manuseio e Armazenamento de óleo diesel B. Orientações e procedimentos. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Consultado em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acessado em: 22 de maio de 2011.

CORREIA, B. M. O, MATOS, D. B., CAMPOS, E. B., SILVA, G. F. Armazenamento de biodiesel puro e em misturas com diesel. In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, 2009.

KNOTHE, G.; GERPEN, V.J.; KRAHL, J.; RAMOS, P.L. Manual de Biodiesel. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

NAZZARO, P. e PORTER, S. A fleet managers guide for the handling, receipt and storage of biodiesel fuel. Ottawa. Biodiesel Association of Canada, 2005.

NREL. Biodiesel handling and use guide, 4th edition. NREL/TP-540-43672. Oak Ridge TN: National Renewable Energy Laboratory, 2009.