

## GANHOS SOCIOAMBIENTAIS NA UTILIZAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA NO TRANSPORTE PÚBLICO DE CURITIBA

Alexandre Dullius<sup>1</sup> ([alexandre.dullius@ifpr.edu.br](mailto:alexandre.dullius@ifpr.edu.br)), Macloviasilva<sup>2</sup> ([macloviasilva@utfpr.edu.br](mailto:macloviasilva@utfpr.edu.br)), Erick Renan Xavier de Oliveira<sup>3</sup> ([erickxavier@ufpr.br](mailto:erickxavier@ufpr.br)), Fernando Eduardo Kerschbaumer<sup>4</sup> ([fernando@laboralconsultoria.com.br](mailto:fernando@laboralconsultoria.com.br))

<sup>1</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR) Campus Paranaguá, Departamento de Controle e Processos Industriais, Paranaguá, PR, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UTFPR), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Curitiba, PR, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR) Setor Litoral, Câmara de Gestão e Empreendedorismo, Matinhos PR, Brasil

<sup>4</sup> Centro Universitário Internacional (UNINTER) Curitiba, Brasil.

**RESUMO:** A utilização de óleo de fritura residual para fins combustível é uma alternativa a ser considerada no transporte público que alia redução das emissões de gases de efeito estufa, redução da dependência do petróleo, melhoria da qualidade de vida, entre outros. Além disso, o óleo descartado inadequadamente causa grandes problemas ambientais, poluindo os solos e a água. Neste sentido, quantificou-se as emissões no transporte público da cidade de Curitiba ônibus urbano e, estimou-se com o volume de biodiesel utilizado na frota da cidade o potencial de redução de poluição da água considerando o mesmo volume descartado inadequadamente. Como principal resultado deste estudo identificou-se que o setor de transporte público de Curitiba emitiu aproximadamente 200.000 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> eq e, que com o volume de biodiesel utilizado na frota o potencial redutor de poluição da água é de aproximadamente 109 trilhões de litros. Ao dar visibilidade com estes resultados, acredita-se que políticas públicas locais devam ser prioridade com incentivos e investimentos no processo de reciclagem de óleo para fins combustível gerando ganhos sociais e ambientais presentes na melhoria da qualidade de vida das populações, ar, água e solo.

**Palavras-chave:** Óleo de Fritura Residual; Emissões de GEEs; Biodiesel.

## SOCIO-ENVIRONMENTAL GAINS IN THE USE OF RESIDUAL FRY OIL IN PUBLIC TRANSPORT OF CURITIBA

### ABSTRACT

The use of residual frying oil for fuel purposes is an alternative to be considered in public transport, which combines reduction of greenhouse gas emissions, adequate disposal of oil, reduction of oil dependence, improvement of quality of life, among Others, and this is what this study tries to give visibility. In order to do so, emissions were quantified in the public transport of the city of Curitiba urban bus, and it was estimated with the volume of biodiesel used in the city's fleet the potential of reduction of water pollution considering the same volume discarded inadequately. As main results of this study it was identified that the Curitiba public transport sector emitted approximately 200,000 metric tons of eq CO<sub>2</sub> and that with the volume of biodiesel used in the fleet the potential reducing water pollution is approximately 109 trillion liters. By giving visibility to these results, it is believed that local public policies should be a priority with incentives and investments in the process of recycling oil for fuel purposes, generating social and environmental gains in improving the quality of life of air, water, and soil pollution.

**Keywords:** Residual Fry oil; GHG emissions; Biodiesel.

## 1. INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de resíduos e as soluções para re/utilização destes têm sido considerado um dos maiores problemas atuais da humanidade. Os danos vão desde contaminação do solo, água e poluição do ar à saúde das populações. No Brasil, somente 12% dos resíduos sólidos urbanos e industriais são reciclados e apenas 14% da população brasileira é atendida pela coleta seletiva (IPEA, 2010). O óleo de fritura é um dos resíduos caracterizados pelo difícil manuseio, coleta e tratamento.

Os grandes centros urbanos, como por exemplo, a cidade de Curitiba, possuem uma grande quantidade de bares e restaurantes, com uma ampla variedade gastronômica onde alimentam diariamente milhares de moradores e turistas que vem conhecer a capital paranaense. Diariamente, são utilizados milhares de litros de óleo para as atividades. Entre 2007 e 2008, a Secretaria de Meio Ambiente de Curitiba, estima que foram recolhidos 28 mil litros de óleo de cozinha da capital paranaense, através de programas de descarte adequado. O Óleo de Fritura Residual (OFR) é classificado como um resíduo sólido urbano e industrial e, 1 litro de óleo, pode contaminar até 20 mil litros de água.

A ineficiência de políticas públicas, a cultura, a ausência de orientação e informação, falta de pontos de coleta e a coleta ineficiente, estão entre os problemas centrais que envolvem a problemática de descarte do óleo.

Segundo informações coletadas no site da Associação Brasileira Para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível (ecóleo) o consumo per capita brasileiro é estimado em 20 litros/ano sendo que o montante coletado de resíduo não ultrapassa 1% do total produzido (ECOLEO, 2012).

Bares e restaurantes produzem uma grande quantidade de óleo residual e o descarte indevido pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente, além de potencializar os efeitos catastróficos das mudanças do clima. Rosenhaim, (2009) ressalta que a falta de informação contribui de forma significativa para que este resíduo seja descartado de forma inadequada em redes de esgoto, rios, riachos e quintais.

Uma das alternativas para o problema causado pelo óleo poder ser a transformação e utilização para fins combustíveis no transporte público pois este tem parcela significativa no consumo de combustível, impactando diretamente em emissões de GEEs e poluentes que contribuem para o aquecimento global. Além disso, a poluição causa danos à saúde das populações, tal como doenças pulmonares e respiratórias. (VORMITTAG et al., 2013).

Um estudo da ONG Saúde e Sustentabilidade (2013), apontou que entre 2006 e 2011, morreram mais de 17.000 pessoas precocemente e, ocorreram, 68.500 internações relacionadas à poluição no estado de São Paulo.

A maior causa mortis oriunda da poluição fora devido à inalação de poeira fina e materiais particulados, onde 80% destes poluentes são advindos da combustão incompleta de combustíveis. As partículas, quando inaladas, prejudicam o sistema respiratório, sendo as crianças e idosos o grupo de risco mais vulneráveis a desencadear problemas respiratórios (VORMITTAG et al., 2013).

O estudo apontou ainda, que em cinco anos, a poluição fora responsável por 17.443 mortes no Estado de São Paulo, um índice de 2,21 vezes superior ao de mortes ocasionada por acidentes de trânsito no mesmo ano no Estado. Só na capital paulista, São Paulo, o número chegou a 4.655 óbitos e, na região metropolitana, 7.932 óbitos (VORMITTAG et al., 2013).

Além disso, em 2011, os gastos públicos com internações por doenças cardiovasculares, pulmonares e câncer de pulmão ocasionados pela inalação de gases poluentes somaram aproximadamente R\$ 31 milhões. No entanto, se considerado os gastos públicos e (suplementar) privado de internações pelas mesmas doenças esses valores assumem respectivamente R\$ 76 milhões e R\$ 170 milhões, totalizando os gastos em torno de R\$ 246 milhões (VORMITTAG et al., 2013).

Diante deste contexto, o presente estudo, objetivou quantificar emissões de GEEs advindos do transporte público (ônibus urbano) da cidade de Curitiba entre os anos de 2012 e 2013 e estimar o

potencial de redução de contaminação de água pelo descarte inadequado de óleo considerando o mesmo volume de biodiesel utilizado no mesmo período.

## 2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo geral estimar a potencial redução da contaminação de água por óleo de OFR diante da quantidade de biodiesel utilizada pelo setor de transporte público ônibus urbano na cidade de Curitiba, Paraná, no período compreendido entre os meses de setembro de 2012 a agosto de 2013. Além de avaliar a quantidade de GEEs emitida e evitada pelo uso de biodiesel. Para se atingir o objetivo geral, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a matriz energética do consumo de combustíveis no transporte público ônibus urbano de Curitiba-PR;
- Quantificar as emissões de GEEs utilizando a metodologia disponível no GHG Protocol;
- Quantificar as emissões evitadas pelo uso de biocombustível;
- Quantificar o potencial poluidor do OFR;
- Avaliar ganhos socioambientais pelo utilização de biodiesel de ORF.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 MATRIZ ENERGÉTICA

Inicialmente elaborou-se a matriz energética do consumo de combustíveis utilizados no transporte público ônibus urbano, onde utilizou-se dados obtidos da Empresa de Urbanização de Curitiba S/A URRBS, os quais foram dispostos em um gráfico e separados por Combustíveis Renováveis e Combustíveis Fósseis.

### 3.2 QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES

O GHG Protocol é uma ferramenta que possibilita, através de sua metodologia, a realização de inventários de gases de efeito estufa. É um programa brasileiro compatível com as normas ISO e com as diretrizes de qualificações do IPCC para contabilização, cálculo, elaboração e publicação de relatório voluntário de GEEs, com vistas a oferecer soluções que contribuam para uma economia de baixo carbono. (GHG PROTOCOL, 2009).

A análise de emissão teve sua consistência nos dados quantificando emissões compreendidas no período de 12 meses, ou seja, um ano, de setembro de 2012 a agosto de 2013, considerando os seguintes gases de efeito estufa: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, que expressam relevância nas emissões de GEEs no setor de transporte, oriundos da queima de combustível em ônibus que foram convertidos em tonelada de CO<sub>2</sub> eq (equivalência em dióxido de carbono), conforme GWP (*Global Warming Potentia*), medida de como uma determinada quantidade de gás do efeito estufa contribui para o aquecimento global.

Para quantificar as emissões advindas do consumo de combustível, utilizou-se a calculadora que encontra-se disponível em <http://www.fgv.br/ces/ghg> caracterizada como intersetorial, ou seja, que pode ser aplicada a diferentes setores, fazendo uso do banco de fatores de emissão da mesma, através do relato de dados compilados pela combustão móvel, no qual as emissões diretas resultantes da queima de combustíveis em fontes móveis foram calculadas em uma planilha de excel com seus fatores de emissão para transporte rodoviário, que considera os percentuais de biocombustíveis nos combustíveis nacionais.

### 3.3 EMISSÕES EVITADAS

As emissões aqui quantificadas pelo consumo de biodiesel foram calculadas com base nos fatores de emissão estabelecidos pela Environmental Protection Agency (US EPA).

Estas poderiam ser consideradas como evitadas, no entanto, o documento 334 da Embrapa Soja, apresenta um estudo intitulado do: Balanço de emissões de CO<sub>2</sub> por biocombustíveis no Brasil: histórico e perspectivas do balanço das emissões por biocombustível no Brasil.

O Estudo apresentou um fator de emissão para o biodiesel produzido no Brasil no qual foi avaliado o ciclo de vida de sua cadeia produtiva, considerando um mix médio da matéria prima de 82% de óleo de soja e 18% de sebo bovino (GAZONI, 2012).

Desta forma, para realização do cálculo das emissões evitadas, substituiu-se o fator de emissão contido na ferramenta GHG Protocol, pelo fator de emissão proposto pelo estudo de Gazoni (2012) por este apresentar um cálculo real das emissões oriundas do biodiesel produzido no país equivalendo a 862 g/l de CO<sub>2</sub>. Tendo como base a quantidade de biodiesel consumida em um ano no transporte público de Curitiba, os cálculos foram apresentados, considerando a sua diferença a caracterização das emissões evitadas em relação ao consumo real de biodiesel no período de um ano.

### 3.4 REDUÇÃO DA POLUIÇÃO ÁGUA

Conforme estudo de Rosenhaim (2009) o potencial poluidor de cada litro de óleo é de 18.400 litros de água. Desta forma, será utilizado o volume de óleo utilizado no período de um ano e multiplicado pelo seu potencial poluidor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 MATRIZ ENERGÉTICA DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL NO SETOR DE TRANSPORTE PÚBLICO DA CIDADE DE CURITIBA

Segundo informações da URBS o consumo total de combustível no período compreendido entre setembro de 2012 e agosto de 2013 foi de 74.803.475,49 litros de combustível, sendo 72.528.003,90 litros de diesel com B5 (5% de biodiesel adicionado ao diesel conforme legislação vigente no ano da pesquisa), 2.275.471,59 litros de biodiesel B100 (100% Biodiesel puro).

Para construção da matriz energética do consumo dos combustíveis consumidos em um ano, considerou-se o consumo fóssil a utilização de diesel puro 68.901.603,70 litros e, para a frota renovável, os 5% de biodiesel presente no diesel e o B100, utilizado puro nos ônibus com tecnologia para este fim, totalizando 5.901.871,78 litros.

Desta forma, obteve-se a matriz energética do consumo combustíveis utilizados no setor de transporte público de Curitiba disposto na figura1. Observa-se inicialmente a predominância do consumo combustível fóssil 92,11%, ao passo que, o combustível renovável representa 7,89% do consumo do período.



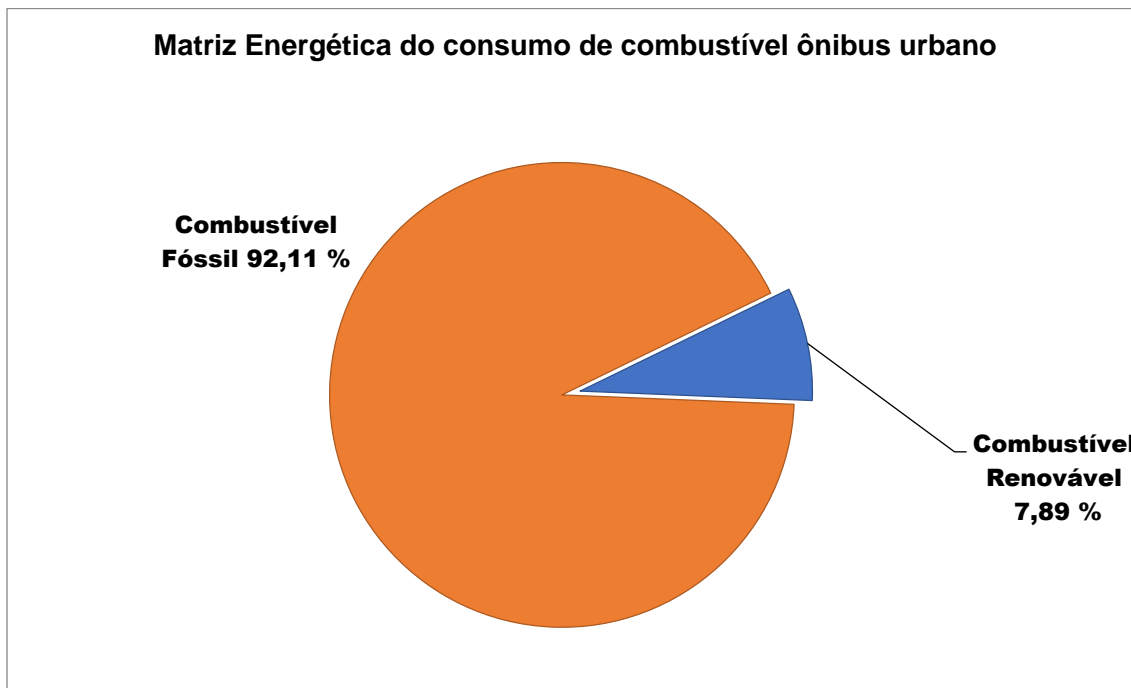


Figura 1. Matriz Energética Consumo de Combustível Fóssil e Renovável  
Fonte: Autor

#### 4.2 EMISSÕES TOTAIS

O setor de transporte público da cidade consumiu um total de 74.803.477,00 litros de combustível para movimentação dos ônibus urbanos na cidade no transporte coletivo, sendo que, 72.528.003,898 litros correspondem a utilização de diesel e, 2.275.471,59 litros a utilização de biodiesel B100.

Por este consumo, o transporte público da cidade foi responsável pela emissão de 184.036,19 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>, 14,93 toneladas métricas de CH<sub>4</sub>, 1,47 toneladas métricas de N<sub>2</sub>O, o que representam um total de 184.804,93 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> eq. oriundos da utilização de diesel nos motores.

Para a utilização de biodiesel nos motores, foram emitidas 14.749,18 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>, sendo que destes, 9.062,62 toneladas métricas são oriundas dos 5% presentes no diesel e, 5.686,56 toneladas métricas da utilização de biodiesel puro nos ônibus com motores adaptados e devidamente regulamentados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para este fim. Assim, o total de CO<sub>2</sub> eq. emitido no período correspondeu a uma emissão de 199.554,10 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> eq. no período contabilizado compreendido entre os meses de entre setembro de 2012 e agosto de 2013.

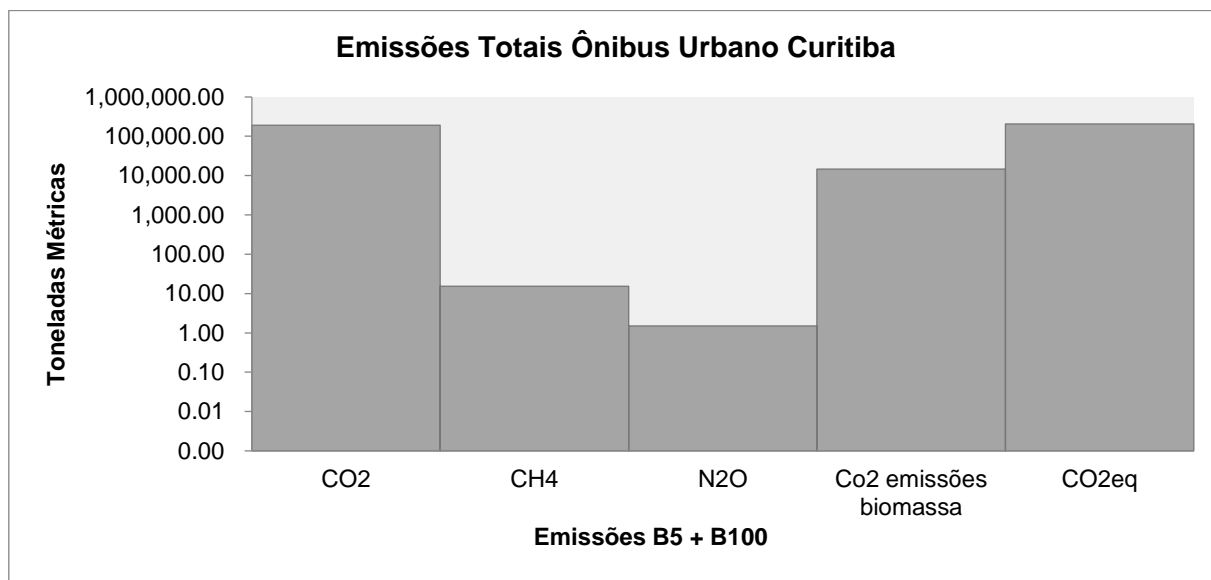


Figura 2. Emissões totais de GEE transporte público de Curitiba  
Fonte: Autor

#### 4.3 EMISSÕES EVITADAS

Considerando o consumo anual de B100 (Biodiesel 100% puro) utilizado no setor de transporte pelos ônibus com este combustível puro e, ainda, os 5% de biodiesel presente no diesel, têm-se um consumo de combustível renovável utilizado na frota de ônibus urbano da cidade de Curitiba entre os meses de setembro de 2012 a agosto de 2013 de 5.901.871,78 litros de biodiesel.

Tomando por base o valor total das emissões de B100 oriundos da queima do combustível e, descontado os resultados obtidos com o fator de emissão do biodiesel brasileiro, obteve-se uma diferença real na emissão, sendo considerado neste trabalho como emissões evitadas, totalizando um valor de 9.661.96 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> eq. conforme disposto na figura 3.

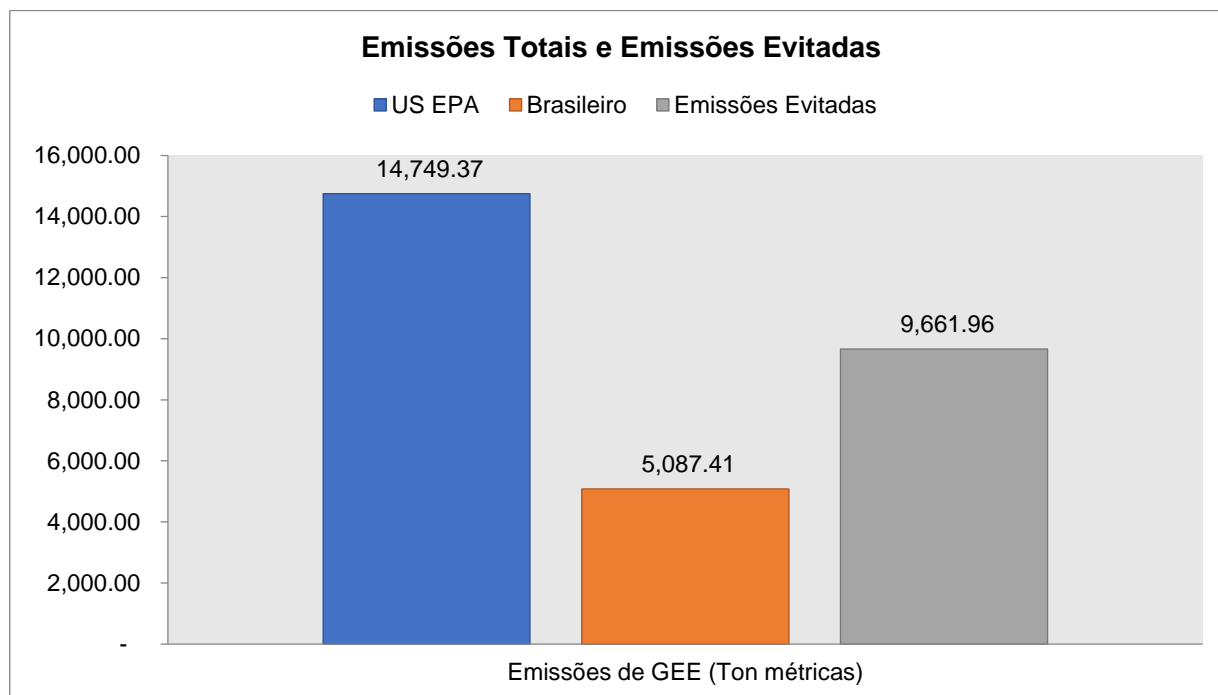


Figura 3. Emissões Totais e Emissões Evitadas pelo uso de Biodiesel com fatores de emissão US EPA e Brasil.

Fonte: Autor

Os resultados deste estudo evidenciam que os ganhos ambientais são significativos quando se utiliza combustível renovável. Do total das emissões advindas do transporte por ônibus urbano na cidade de Curitiba, aproximadamente 10.000 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> deixaram de ser emitidas no referido ano.

#### 4.4 REDUÇÃO DA POLUIÇÃO ÁGUA

Considerando que no período consumiu-se 5.901.871,78 litros de biodiesel, este volume se fosse proveniente de ORF, e, se este ORF estivesse sendo descartado inadequadamente nas redes de esgoto, rios, ralos e pias, evitar-se-ia a poluição de 108.594.440.752 litros de água.

### 5. CONCLUSÃO

A utilização de ORF para fins de combustível no transporte público pode trazer ganhos socioambientais significativos para a cidade de Curitiba. Além da cidade produzir seu próprio combustível, ela reduziria significativamente as emissões advindas da queima dos combustíveis no transporte público, proporcionando uma cultura de descarte que impactaria diretamente no descarte adequado de óleo.

O perfil de consumo de combustível utilizado no setor de transporte público ônibus urbano da cidade de Curitiba apresentou uma matriz energética composta 92,11%, de combustível fóssil (diesel puro) e, 7,89% de combustível renovável.

Frente ao consumo, verificou-se que 97,17%, da emissão de CO<sub>2</sub> eq. é advinda do uso de combustível de origem fóssil, e apenas 2,83% do consumo de biocombustível, neste caso, o biodiesel utilizado puro.

Entre o período de setembro de 2011 a agosto de 2012, a cidade teve uma emissão total de 199.554,10 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> eq. advindos do consumo de diesel e biodiesel.

Este estudo em sua análise não considerou a matéria prima advinda de ORF nem tão pouco as impurezas presentes no óleo que acabam por modificar a taxa de conversão no processo de transesterificação.

No período estudado, Curitiba deixou de emitir 9.661.96 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>. Estes números se ampliam ao se adotar o uso de ORF para produção de biocombustível. Para tanto, ainda se necessita uma investigação que considere a análise do ciclo de vida para o óleo residual. Os resultados desta investigação evidenciam que se o biocombustível consumido no transporte público da cidade de Curitiba fosse produzido de ORF e, que se este fosse resultado de coleta em bares e restaurantes que descartam este óleo inadequadamente, 108.594.440.752 litros de água deixariam de ser contaminados.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta, Reaproveitamento e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível (2015). **Reciclagem do óleo**. Disponível em: <http://ecoleo.org.br/projetos/6766-2/> Acesso em: 05 mar. 2017.

GAZZONI, D. L. **Balanço de emissões de dióxido de carbono por biocombustíveis no Brasil: histórico e perspectivas**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 102 p. (Documentos/ Embrapa Soja, ISSN: 2176-2937; n.334). Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc\\_334\\_OL.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc_334_OL.pdf)> Acesso em: 10 de Abril 2017.

GHG PROTOCOL. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <[http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes\\_pb\\_ghgprotocol.pdf](http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf)> Acesso em 02 janeiro 2013.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão e resíduos sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em [http://agencia.ipea.gov.br/images/stories/PDFs/100514\\_relatsau.pdf](http://agencia.ipea.gov.br/images/stories/PDFs/100514_relatsau.pdf). Acesso em 28 fevereiro 2017.

ROSENHAIM, R. (2009). **Avaliação das Propriedades Fluido-dinâmicas e Estudo Cinético por Calorimetria Exploratória Diferencial Pressurizada (PDSC) de Biodiesel Etílico Derivado de Óleo de Fritura Usado**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. Disponível em: [www.ppgq.quimica.ufpb.br/teses/Tese\\_Raul\\_Rosenhaim.pdf](http://www.ppgq.quimica.ufpb.br/teses/Tese_Raul_Rosenhaim.pdf)

VORMITTAG, E. M. A.; SALDIVA, P. H.; MIRANDA, M. J. de. **Avaliação do Impacto da Poluição Atmosférica no Estado de São Paulo sob a visão da saúde**. Instituto Saúde e Sustentabilidade. São Paulo, 2013.