



SENAI CIMATEC

PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM

COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia industrial

Tese de Doutorado

**REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A
EMISSÃO DE HPA NA QUEIMA DE MISTURAS
COMBUSTÍVEIS CONTENDO DIESEL/BIODIESEL**

Apresentada por: Rodrigo Pereira Vieira

Orientadora: Prof. Dra. Lílian Lefol Nani Guarieiro

Co-orientador: Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira

Outubro de 2017

Rodrigo Pereira Vieira

**REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A
EMISSÃO DE HPA NA QUEIMA DE MISTURAS
COMBUSTÍVEIS CONTENDO DIESEL/BIODIESEL**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Curso de Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

Área de conhecimento: Sistemas Complexos

Orientadora: Prof. Dra. Lílian Lefol Nani Guarieiro

Co-orientador: Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira

Outubro de 2017

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

V657r Vieira, Rodrigo Pereira

Representação do conhecimento sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel / Rodrigo Pereira Vieira. – Salvador, 2017.

153 f. : il. color.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lílian Lefol Nani Guarieiro.

Coorientador: Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira.

Tese (Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2017.

Inclui referências.

1. Representação do conhecimento. 2. Emissão de HPA. 3. Biodiesel. 4. Diesel. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Guarieiro, Lílian Lefol Nani. III. Pereira, Hernane Borges de Barros. IV. Título.

CDD: 660.2

Nota sobre o estilo do PPGMCTI

Esta Qualificação de doutorado foi elaborada considerando as normas de estilo (i.e. estéticas e estruturais) propostas aprovadas pelo colegiado do Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial e estão disponíveis em formato eletrônico (download na Página Web http://ead.fieb.org.br/portal_faculdades/dissertacoes-teses-mcti.html ou solicitação via e-mail à secretaria do programa) e em formato impresso somente para consulta.

Ressalta-se que o formato proposto considera diversos itens das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entretanto opta-se, em alguns aspectos, seguir um estilo próprio elaborado e amadurecido pelos professores do programa de pós graduação supracitado.

SENAI CIMATEC

Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Banca Examinadora

Orientadora- Profa. Dra. Lilian Lefol Nani Guarieiro

Doutora em Química, UFBA/Brasil

Centro Universitário SENAI CIMATEC

Co- Orientador - Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira

Doutor em Engenharia Multimídia, UPC/Espanha.

Centro Universitário SENAI CIMATEC

Prof. Dr. Davidson Martins Moreira– Membro Interno

Doutor em. Engenharia Mecânica, UFRGS/Brasil.

Centro Universitário SENAI CIMATEC

Prof. Dr. Valter de Senna– Membro Interno

Ph.D. Pesquisa Operacional, University of Southampton/Inglaterra.

Centro Universitário SENAI CIMATEC.

Profa. Dra. Aline Lefol Nani Guarieiro– Membro Externo

Ph.D. em Química Ambiental, UFBA/Brasil, University of California UCLA/EVA

Centro Universitário SENAI CIMATEC

Profa. Dra. Claudia Ribeiro Santos Lopes– Membro Externo

Doutora em Difusão do Conhecimento - FACED/UFBA

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

Prof. Dr. Alailson Falcão Dantas– Membro Externo

Doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia - UFBA

Universidade Federal da Bahia - UFBA

Dedico este trabalho a minha família.

Agradecimento

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente com meu trabalho. Em especial a minha orientadora Lilian Lefol pela dedicação, ao Professor Hernane Pereira toda contribuição e orientação e a FAPESB pelo recurso disponibilizado para realização deste projeto.

Salvador, Brasil

Rodrigo Pereira Vieira

Outubro de 2017

RESUMO

A queima de combustíveis fósseis lança na atmosfera, dentre outros poluentes, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), que são considerados danosos à saúde humana por apresentarem um potencial de carcinogenicidade relevante. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi representar o conhecimento por meio de redes semânticas oriundas de um inventário de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas diesel/biodiesel. Foi realizada uma revisão sistemática e análise quantitativa dos resultados das publicações avaliando o grau de correlação entre a adição de diesel/biodiesel e a emissão de HPA. Foi observado um crescimento significativo de pesquisas nos últimos 10 anos. Os termos: emissão, motor diesel, gases de escape, combustíveis, dinamômetro e regulamentação foram identificados como nós centrais e nós com maior grau de centralidade de proximidade e intermediação nas redes semânticas. Os pesquisadores com maior participação na rede são LEE, W.J.(Taiwan); LIN, Y.C. (Taiwan); CHEN,C.B. (Taiwan). Os países com maior quantidade de pesquisadores envolvidos são Taiwan, Estados Unidos, China, República Tcheca, Austrália e o Brasil. As instituições associadas às pesquisas com maior grau de participação apontadas na rede de coautoria foram a Nacional Cheng Kung University localizada em Taiwan, Leeds University (no Reino Unido) e a Science and Technology Branch (no Canadá). A Instituição Brasileira com melhor classificação foi a Universidade Federal da Bahia. Foi observado nos trabalhos publicados que o nível de adição do diesel/biodiesel não possui correlação negativa representativa quando comparados ao nível de concentração de HPA emitida para atmosfera. Contudo, outros fatores como o tipo de biodiesel utilizado foi observado que reflete no grau de correlação tendo alguns tipos de biodiesel como o biodiesel girassol e de mamona possuem correlação maior de -0,65 e -0,70, respectivamente. Para tipos de biodiesel a correlação não é significativa. Todavia, a utilização de condições equitativas de testes pode influenciar no grau de onde o grau de correlação é mais significativo.

Palavras-chave: Representação do conhecimento; Emissão de HPA; Biodiesel; Diesel

ABSTRACT

The burning of fossil fuels releases into the atmosphere, among other pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons (HPA), which are considered harmful to human health because they present a relevant carcinogenicity potential. In this context, the objective of this work was to represent the knowledge through semantic networks derived from an inventory of publications on the emission of HPA in the burning of diesel / biodiesel blends. A systematic review and quantitative analysis of the results of the publications was carried out, evaluating the degree of correlation between the addition of diesel / biodiesel and the emission of HPA. It was observed a significant growth of research in the last 10 years. The terms: emission, diesel engine, exhaust, fuel, dynamometer and regulation were identified as central nodes and nodes with greater degree of centrality of proximity and intermediation in the semantic networks. The researchers with the largest participation in the network are LEE, W.J. (Taiwan); LIN, Y.C. (Taiwan); CHEN, C.B. (Taiwan). The countries with the largest number of researchers involved are Taiwan, the United States, China, the Czech Republic, Australia and Brazil. The institutions associated with the highest level of research in the co-authoring network were National Cheng Kung University located in Taiwan, Leeds University (UK) and Science and Technology Branch (Canada). The Brazilian Institution with the best classification was the Federal University of Bahia. It was observed in the published studies that the level of diesel / biodiesel addition has no representative negative correlation when compared to the level of HPA emitted to the atmosphere. However, other factors such as the type of biodiesel used were reflected in the degree of correlation with some types of biodiesel, such as sunflower and castor oil biodiesel, with correlations of -0.65 and -0.70, respectively. Other kinds of biodiesel hadnot significant correlation. However, the same testing conditions may influence the degree of correlation positively.

Keywords: Representation of knowledge; Emissions of PAH; Biodiesel; Diesel

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. O combustível biodiesel	5
2.2. Poluição Veicular	10
2.2.1. Poluentes Veiculares regulamentados	17
2.2.1.1. Aspectos legais sobre a poluição veicular no Mundo	17
2.2.1.2. Aspectos legais sobre a poluição veicular no Brasil	20
2.2.2. Poluentes Veiculares não regulamentados	23
2.2.3. Material Particulado e Toxicidade	25
2.3. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos	26
2.3.1. Toxidade dos HPA	29
2.4. Impactos do tipo de combustível na emissão veicular	33
2.5. Representação do conhecimento	38
2.6. Revisão Sistemática e Metanálise	42
2.7. Redes Complexas	45
3. METODOLOGIA	52
3.1. Inventário de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel	53
3.2. Análise de redes semânticas de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel	55
3.3. Síntese quantitativa e correlação entre o percentual de biodiesel adicionado no diesel e a concentração de HPA emitida para atmosfera	58
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
4.1. Inventário de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel	61
4.2. Análise de redes semânticas de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel	69
4.2.1. Análise da Rede de coautoria	69
4.2.2. Análise da Rede de palavras chave	77
4.2.3. Análise da Rede de títulos	80
4.2.4. Análise da Rede de citações	83
4.2.5. Análise da Rede de Abstract	88
4.3. Síntese quantitativa e correlação entre o percentual de biodiesel	92

adicionado no diesel e a concentração de HPA emitida para atmosfera	
4.3.1 Análise quantitativa com dados classificados pelo tipo de HPA emitido e nível de adição de B100 ao diesel.	92
4.3.2. Análise quantitativa com dados classificados pelo tipo de HPA emitido e nível de adição ao diesel tendo a análise classificada pelo tipo de biodiesel utilizado nas publicações	103
5. CONCLUSÕES	117
6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	121
7. DIVULGAÇÃO DA PESQUISA	122
7.1 Publicações em periódicos indexados	122
7.2 Publicações em congressos	123
8. REFERÊNCIAS	125

Lista de Figuras

Figura 1: Produção de biodiesel no Brasil de 2006 à 2015	6
Figura 2: Produção de biodiesel segundo grandes regiões do Brasil de 2006 à 2015	6
Figura 3: Percentual das matérias primas utilizadas para produção de biodiesel por região no Brasil	7
Figura 4: Matérias primas mais adequadas para produção de biodiesel por região	8
Figura 5: Evolução do percentual de adição do diesel/biodiesel no Brasil biodiesel no Brasil de 2006 à 2015	9
Figura 6: Tipo de emissões veiculares	10
Figura 7: Frota de veículos pesados em São Paulo no período de 2005 à 2015	12
Figura 8: Frota de veículos leves em São Paulo no período de 2005 à 2015	13
Figura 9: Quantitativo da frota de veículos Leves e Pesados em São Paulo entre os anos 2005 e 2015	13
Figura 10: Quantificação da poluição atmosférica e de veículos no Estado de São Paulo nos anos de 2002 e 2012.	14
Figura 11: Quantificação da poluição veicular no Estado de São Paulo nos anos de 1992 e 2012	15
Figura 12: Evolução da emissão veicular no Estado de São Paulo entre 1992 e 2012	15
Figura 13: Reflexo da regulamentação na Europa com a emissão cronológica de poluentes	18
Figura 14: Evolução de Limites Emissão para Veículos Pesados no Brasil	22
Figura 15: Exemplos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	27

Figura 16: Composição dos HPA prioritários segundo EPA	27
Figura 17: Origem de óleos e/ou gorduras para fabricação do biodiesel	35
Figura 18: Ilustração do objetivo da revisão sistemática	42
Figura 19: Exemplo de um Grafo	45
Figura 20: Importância da Teoria dos Grafos para o Estudo de Redes Complexas	46
Figura 21: Principais autores responsáveis por marcos históricos na teoria de redes complexas	47
Figura 22: Exemplos de modelos de redes complexas	48
Figura 23: Fluxograma de etapas da metodologia utilizada para a representação do conhecimento sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel	51
Figura 24: 8 passos para a Elaboração da Revisão Sistemática	52
Figura 25: Publicações sobre os descritores Biodiesel, Diesel, PAH e Vehicle, no período de 1998 à janeiro de 2017	59
Figura 26: Quantitativo de publicações usando os descritores PAH e Diesel no período de 1998 à janeiro de 2017	60
Figura 27: Quantitativo de publicações obtidas nas três bases estudadas, no período de 1998 à janeiro de 2017, utilizando os descritores biodiesel e PAH	61
Figura 28: Quantitativo de publicações obtidas nas três bases estudadas, no período de 1998 à janeiro de 2017, utilizando os descritores Diesel, biodiesel e PAH	62
Figura 29: Quantitativo de publicações obtidas nas três bases estudadas, no período de 1998 à janeiro de 2017, utilizando os descritores Vehicle, Diesel, biodiesel e PAH.	63
Figura 30: Origem dos pesquisadores que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel	68
Figura 31: Classificação das 10 Instituições de origens dos pesquisadores com maior percentual na rede de coautoria, que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel	69
Figura 32: Rede de coautoria do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	70

Figura 33: Maior Componente da rede de coautoria do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	72
Figura 34: Distribuição de graus da rede de coautoria de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	75
Figura 35: Rede de Palavras chave do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	76
Figura 37: Rede de Títulos do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	79
Figura 38: Rede de Citações do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	81
Figura 39: Rede de Abstract do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	86
Figura 40: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de A(acenaftileno, (b) Fenantreno; e (c) Naftaleno	94
Figura 41: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de (a) Benzo(a)Pireno; (b) Indeno(1,2,3)Pireno; (c) Benzo(g,h,i); (d)Pirileno; e e (e) Criseno	95- 96
Figura 42: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de (a) Benzo(b)Fluoranteno; (b) Antraceno; (c) Acenafteno; (d) Fluoreno; (e) Dilbenzo(a,h)Antraceno; (f) Benzo(k)Fluoranteno; (g) Fluoranteno; e (h) Benzo(a)Antraceno	97- 98
Figura 43: Avaliação da adição de biodiesel no diesel para emissão de HPA totais (a) diagrama de dispersão; e (b)distribuição empírica dos dados.	99 95
Figura 44: Nível de correlação para todos os HPA do inventário de dados de emissões	100
Figura 45: Grau de correlação entre adição de biodiesel ao diesel e emissão de HPA pelo tipo de biodiesel utilizado	102
Figura 46: Quantidade de publicações x tipo de biodiesel utilizado nos testes	104
Figura 47: Diagrama de dispersão de dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de HPA gerais pelo tipo de biodiesel utilizado nos testes e percentual de adição de B100 (a)	105

coco; (b) colza; (c) dendê; (d) girassol; (e) soja; (f) OGR

Figura 48: Diagrama de dispersão de dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de HPA gerais pelo tipo de biodiesel utilizado nos testes e percentual de adição B20 e B100 (a) colza; (b) OGR; (c) dendê; (d) soja 106

Figura 49: Coeficientes de correlação de publicações envolvendo a utilização de origem animal, vegetal e residual adicionado ao diesel e a emissão de HPA 107

Figura 50: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de HPA pela condição de coleta – fase gasosa e fase particulada 108-111

Figura 51: Grau de correlação de diferentes tipos de HPA classificadas pela condição de teste – fase gasosa e fase particulada 112

Figura 52: Grau de correlação de diferentes tipos de HPA utilizando as mesmas condições de teste 113

Figura 53: Grau de correlação de diferentes tipos de HPA utilizando as mesmas condições de teste e equivalência com correlações gerais 142

Lista de Quadros

Quadro 1: Evolução da norma PROCONVE para veículos pesados.	21
Quadro 2: Carcinogenicidade dos HPA	31
Quadro 3: Tipo de biodiesel utilizado nas pesquisas	34
Quadro 4: Exemplo de estudos que identificaram a tipologia de rede Mundo Pequeno	47
Quadro 5: Principais propriedades das redes complexas	49
Quadro 6: Resultados de pesquisas sobre adição de diesel/biodiesel e a emissão de HPA extraídas do inventário de publicações.	66

Lista de Tabelas

Tabela 1: Quantificação da frota de veículos no Estado de São Paulo nos anos de 2005 e 2015	11
Tabela 2: Padrões limites de emissão de componentes de veículos pesados	19
Tabela 3: Padrões limites de emissão de componentes de veículos à gasolina	19
Tabela 4: Indicadores de matérias primas do biodiesel	36
Tabela 5: Avaliação Quantitativa e Qualitativa dos periódicos indexados nas bases do Inventário de pesquisas envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA	64
Tabela 6: Instituições dos pesquisadores que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel	68- 69
Tabela 7: Instituições Brasileiras que pesquisam sobre emissão de HPA oriundo da combustão incompleta de misturas Diesel/Biodiesel	70
Tabela 8: Índices da análise de redes complexas de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema emissão de HPA oriundos da combustão incompleta de misturas de diesel/biodiesel	73
Tabela 9: Classificação dos principais pesquisadores da rede de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema HPA oriundos da combustão incompleta de misturas de diesel/biodiesel	74
Tabela 10: Índices da análise de redes palavras chave do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	77
Tabela 11: Classificação das principais palavras chave da rede de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema HPA e misturas de diesel/biodiesel	77
Tabela 12: Índices da análise de redes títulos do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	79
Tabela 13: Classificação dos principais termos da rede pelos índices centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de	80

intermediação da rede de títulos de pesquisas relacionadas ao tema a associados com misturas de diesel/biodiesel

Tabela 14: Índices da análise de redes de citações do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA	82
Tabela 15: Classificação dos principais termos da rede pelos índices centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação da rede de citações de pesquisas relacionadas ao tema HPA associados com misturas de Diesel/biodiesel.	83
Tabela 16: Índices da análise da rede de abstract do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.	87
Tabela 17: Classificação dos principais termos da rede pelos índices centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação da rede de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema HPA associados com misturas de diesel/biodiesel	87
Tabela 18: Sumário do resultado obtido na avaliação das redes estudadas sobre uso de misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA	88
Tabela 19: Concentração da emissão de HPA do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA	90
Tabela 20: valores referentes às medidas de variação do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA	91
Tabela 21: Regressão linear do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA	92
Tabela 22: Correlação dos dados de emissão de HPA com o tipo de biodiesel utilizado no motor diesel	101
Tabela 23: Regressão linear do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA por tipo de biodiesel	103
Tabela 24: Comparação de resultados de grau de correlação em condições de testes diferentes	114

Listas de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

<i>Ace</i>	<i>Acenafteno</i>
<i>Acen</i>	<i>Acenaftileno</i>
<i>Ant</i>	<i>Antraceno</i>
<i>BaA</i>	<i>Benzo(a)Antraceno</i>
<i>BaP</i>	<i>Benzo(a)Pireno</i>
<i>B(g,h,i)P</i>	<i>Benzo(g,h,i)Perileno</i>
<i>BbF</i>	<i>Benzo(b)Fluoranteno</i>
<i>BkF</i>	<i>Benzo(k)Fluoranteno</i>
<i>CETESB</i>	<i>Companhia Ambiental do Estado de São Paulo</i>
<i>CH₄</i>	<i>Metano</i>
<i>CO</i>	<i>Monóxido de Carbono</i>
<i>CONAMA</i>	<i>Conselho Nacional do Meio Ambiente</i>
<i>COV</i>	<i>Compostos Orgânicos Voláteis</i>
<i>Cr</i>	<i>Criseno</i>
<i>D(a,h)A</i>	<i>Dibenzo(a,h)antracen</i>
<i>EUA</i>	<i>Estados Unidos da América</i>
<i>Fen</i>	<i>Fenantreno</i>
<i>Flt</i>	<i>FLuoranteno</i>
<i>Flu</i>	<i>Fluoreno</i>
<i>HC</i>	<i>Hidrocarbonetos</i>
<i>HPA</i>	<i>Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos</i>
<i>Ind</i>	<i>Indeno(1,2,3-cd)Pireno</i>
<i>MMA</i>	<i>Ministério de Minas e Energia</i>
<i>MP</i>	<i>Material Particulado</i>
<i>Naf</i>	<i>Naftaleno</i>
<i>NO</i>	<i>Monóxido de carbono</i>
<i>NO₂</i>	<i>Dióxido de ozônio</i>
<i>O₃</i>	<i>Ozônio</i>
<i>OGR</i>	<i>Óleos e gorduras residuais</i>
<i>Pb</i>	<i>Compostos de chumbo</i>
<i>POP</i>	<i>Poluentes orgânicos de alta resistência</i>
<i>PROCONVE</i>	<i>Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores</i>
<i>PTS</i>	<i>Partículas totais em suspensão</i>
<i>Py</i>	<i>Pireno</i>
<i>SO₂</i>	<i>Dióxido de enxofre</i>
<i>USEPA</i>	<i>Agência Ambiental dos Estados Unidos</i>
<i>WHO</i>	<i>World HEalth Organization (Organização Mundial de Saúde)</i>

1. INTRODUÇÃO

A queima de combustíveis fósseis pode lançar na atmosfera, dentre outros poluentes, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), os quais são considerados danosos à saúde humana, devido alguns HPA serem apontados como cancerígenos.

Os HPA são contaminantes tóxicos e encontrados em diversas partes do ambiente. A depender da estrutura química e do nível de exposição os HPA podem ser considerados tóxicos, mutagênicos e também carcinogênicos em vertebrados, peixes e o próprio homem (SHAILAJA e D´SILVA, 2003).

Ao serem emitidos na atmosfera, os HPA tornam-se nocivos biologicamente com nível considerável de toxicidade, mutagenicidade e carcinogenicidade. A atenção com este poluente deve ser eminente pelo seu potencial de bioacumulação, seu grau de ubiquidade sendo identificado em diversas partes do ambiente, além da característica da recalcitrância (KAUSHIK e HARITASH, 2009).

Os HPA são lipossolúveis e podem ser absorvidos pelos pulmões, tanto de animais como de humanos e intestino. Na medida em que são absorvidos pelas células eles são ativados metabolicamente se tornando reativos a grupos nucleofílicos encontrados em macromoléculas celulares. Pessoas que têm o hábito de se alimentar com comida defumada, ou fumam ou ficam expostos em locais contaminados possuem propensões grandes de aparecimento de tumores e câncer (MEIRE et al., 2007).

Os HPA são caracterizados como genotóxicos, pois tendem a promover ações nocivas que alteram o material genético de uma célula - DNA (SOUZA e NASCIMENTO, 2010).

O diesel é um combustível que merece atenção, devido sua queima poder gerar altos níveis de emissão de carbono elementar e de óxidos de nitrogênio. Também pelo fato de emitir altas quantidades de aerossóis primários e secundários tendo seu potencial correspondendo a 7 vezes mais do que a queima de etanol ou gasolina. A depender a forma como o combustível é utilizado numa região ele pode ser responsável por 65% até 90% da poluição veicular que contem os hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos (GENTNER et al., 2012).

O Biodiesel apresenta-se como uma alternativa aos combustíveis que são derivados do petróleo, por ser produzido a partir de fontes renováveis (girassol, soja, mamona dentre outros insumos). Estudos apontam para o fato que seu uso pode gerar uma redução na emissão de alguns poluentes quando comparado com o uso do óleo diesel (CHANG et al., 2006). Dentre os poluentes emitidos em sua queima as emissões de HPA pode ser reduzidas consideravelmente com o uso de biodiesel adicionado ao óleo diesel (YUAN-CHUNG et al., 2006). Assim o desenvolvimento de combustíveis alternativos para motor diesel é conduzido pela necessidade de reduzir o impacto ambiental das emissões por motores que utilizam o diesel.

Os principais HPA emitidos pelo escapamento de veículos (CHANG et al., 2006) são: Acenafitileno, Fluoreno, Fluoranteno, Pireno, Criseno, Fenantreno e o benzo(e)pireno). A adição de biodiesel no diesel pode gerar uma alteração na concentração dos HPA emitidos e/ou na composição dos HPA majoritários. É importante destacar que as pesquisas encontradas na literatura apresentam dados divergentes com relação a esta questão.

O estudo desenvolvido por Rojas et al. (2011) destacou que com a adição de biodiesel ao diesel 10 dos 16 HPA prioritários não tiveram seus níveis de concentração reduzidos como o caso do ben(a)Atraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, criseno, dibenz(a,h)antraceno, fluoranteno, fluoreno, Indeno (1,2,3-c, d) pireno, naftaleno e do fenantreno.

Portanto, é de suma importância o desenvolvimento de estudos sistemáticos de representação do conhecimento, com base em conclusões de trabalhos publicados em periódicos indexados. Dessa forma, como métodos de representação, existem diversas ferramentas dentre as mais utilizadas destacam-se as redes neurais, os sistemas de frame, as redes semânticas, lógicas de descrição, a revisão de crenças e os mapas conceituais e mentais.

As redes semânticas são formas de representar o conhecimento condensando e interligando diversos nós que podem ser representados por pesquisadores, títulos de trabalhos, palavras chaves, abstracts dentre outros e com isso obter informações e quantificações como termos mais utilizados nas pesquisas, palavras chaves importantes, métodos mais utilizados e trabalhos em destaque no cenário mundial (SOUZA, 2015).

A quantificação relativa à emissão dos principais poluentes é fundamental para a formulação das políticas públicas ambientais e de gestão de transporte e trânsito, para que busquem resultados mais efetivos no controle das emissões, focando nestes agentes poluidores. Neste contexto, este trabalho visou avaliar o conhecimento sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel utilizando como ferramentas de exposição do conhecimento sintetizado as redes semânticas, além da análise estatística de correlação.

1.1. Definições do problema

Como o teor dos gases, expelidos pelos motores veiculares têm como característica o poder tóxico e danos a saúde, muitos países fazem um rigoroso controle destas emissões.

Muitos trabalhos divulgados na literatura já foram desenvolvidos em diversas partes do mundo contendo níveis de adição de diesel no biodiesel em cujos resultados da emissão de poluentes, encontram-se os níveis de concentração de HPA. Um desses trabalhos é o de KARAVAKIS et al. (2011), que observou como resultados experimentais que a adição de biodiesel levou a aumentos da emissão de HPA importantes dentre os identificados.

Contra-pondo ao resultado de KARAVAKIS et al. (2011), encontra-se o trabalho de TURRIO-BALDASSARRI et al. (2004) que identificou que o uso de mistura de biodiesel resulta em reduções das emissões da maior parte dos HPA. CASAL et al. (2014) concluíram que a adição de diesel no biodiesel pode contribuir significativamente para a formação de HPA. Nesta mesma linha, COOPER et al. (1996) tinha publicado, como resultado de seus estudos, que o biodiesel é um combustível apropriado para uso em motores diesel, na medida que diminuem a emissão de poluentes sobretudo do HPA.

No Brasil as ações de regulação de poluentes veiculares, ainda que tardias, começaram a ser realizadas e os produtores já buscam diversificar a produção visando a melhoria da eficiência nas emissões, dentre as ações inclui-se o aumento da adição do biodiesel no diesel. Para tanto este trabalho visou responder uma questão: existe correlação entre o percentual adição de biodiesel no óleo diesel e a emissão de HPA na atmosfera? Como extensão,

também buscará a identificação de informações relativas ao conhecimento representado por meio de redes semânticas.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o conhecimento sobre a emissão de HPA oriunda da combustão incompleta de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel.

1.2.2 Objetivos específicos

- Criar um inventário de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel;
- Analisar as redes semânticas de publicações sobre a emissão de HPA oriunda da combustão incompleta de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel;
- Avaliar quantitativamente a correlação entre o percentual de biodiesel adicionado no diesel e a concentração de HPA emitida para atmosfera.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A poluição atmosférica é um dos fatos mais pesquisados no contexto atual, devido à importância para questões que envolvem saúde e sustentabilidade.

Dentre as principais fontes de poluição, encontram-se os veículos automotores. Fatores como tipo do veículo, tipo de combustível e tecnologia envolvida nos processos de fabricação dos veículos e seus respectivos motores, bem como da produção dos combustíveis e sua origem.

2.1.1. Combustível Biodiesel

O biodiesel possui na sua composição ésteres de ácidos graxos sendo originado de óleos vegetais cujas fontes são classificadas em primeira, segunda e terceira geração. Os primeiros são compostos de alimentos comestíveis como óleo de girassol, coco, soja. A segunda geração composta de alimentos e outros vegetais como linhaça, semente de algodão, jojoba, espigas de milho, e fibra de palmeira. Os da terceira geração são formados por óleo refugo da culinária, gorduras de animais além de microalgas (MWANGI et al., 2015).

Utilizar o biodiesel adicionado ao diesel possui algumas vantagens pelo fato de ser um combustível renovável e biodegradável sendo utilizado na maioria dos veículos movidos à diesel. Segundo Almeida (2016), pode-se reduzir a emissão de partículas suspensas em até 30% e possuir risco minimizado no armazenamento pelo fato do seu alto grau de inflamação.

Por causa do teor de oxigênio e grande número de cetano, o biodiesel tende a melhorar o processo de combustão reduzindo a emissão alguns poluentes, mas tende a aumentar a emissão de outros (OLIVARES, 2012).

O biodiesel pode ser obtido por meio de diversas matérias primas, como óleos e gorduras de origem vegetal a exemplo da mamona, do dendê, canola, girassol, amendoim, soja e algodão. Também podem ter como matéria prima o sebo bovino, gordura suína dentre outros de originados de animais ou podem ser originados de óleos e gorduras residuais - OGR (MARQUES, 2015).

A Alemanha, França e Itália são respectivamente os maiores produtores mundiais de biodiesel especialmente pelo fato destes países possuírem subsídios que favorecem as plantações de matérias-primas em locais incipientes além de redução de cerca de 90% de impostos (PAULILLO et al., 2007).

Com tendência de crescimento, busca pela sustentabilidade e em paralelo maior conscientização para as questões climáticas, o uso de combustíveis menos danoso ao ambiente do que os de origem fóssil tende a crescer (CHAUHAN et al, 2016). A União Européia projeta um aumento mínimo para 10 por cento de biodiesel na quantidade de combustíveis fósseis na área de transporte. Desta forma, a União Européia estabeleceu como média para 2020 reduzir em 20% emissões de gases de efeito estufa, crescer em 20% o percentual de energias renováveis e melhorar em 20% a eficiência energética. (ALMEIDA, 2016).

Fernandes et al (2015), concluíram que de acordo com cenários pesquisados, a produção de biocombustíveis, especialmente o biodiesel tem uma estimativa de crescimento podendo até duplicar a proporção no mundo em 2035 ou 2040.

A associação da sustentabilidade na industrialização do biodiesel torna-se ainda mais evidente na medida em que além de se utilizar óleo cru retirados diretamente de oleaginosas, são também utilizados refugos de óleo de cozinha, refugos de gordura de abatedouros e frigoríficos tendo, portanto, uma destinação proveitosa no descarte desses materiais servindo como matéria prima para o biodiesel (TAMBOR, 2017).

O tipo de matéria prima usada na produção do biodiesel pode ter implicação na emissão após a combustão. Os OGR, por exemplo, podem aumentar a emissão de NO e NO₂ (NO_x), contudo o trabalho de Ribas et al (2016) aponta que a utilização do OGR como vantajoso na redução de material particulado, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

A produção de biodiesel no Brasil tem crescido em concomitância com as políticas públicas de fomento a indústria do biodiesel conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2. Fernandes et al (2015) afirma que nos últimos anos o Brasil se fortaleceu na indústria de biodiesel conseguindo chegar marca de pertencer

ao grupo dos cinco maiores produtores e consumidores desse combustível (FERNANDES ET AL, 2015).

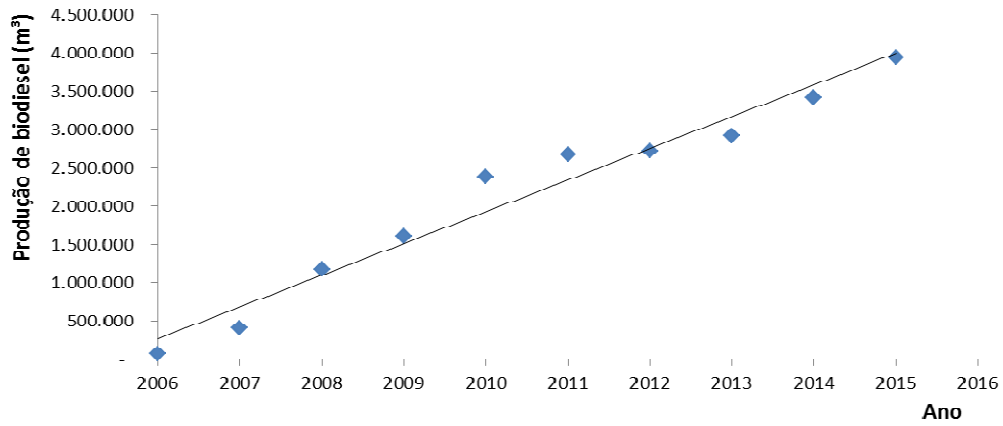


Figura 1: Produção de biodiesel no Brasil de 2006 à 2015.

Fonte: ANP, 2016

Quando segmentado por regiões, é possível observar um volume muito maior de produção nas regiões Norte e Sul quando comparado com as demais regiões do país especialmente devido a larga produção de Soja.

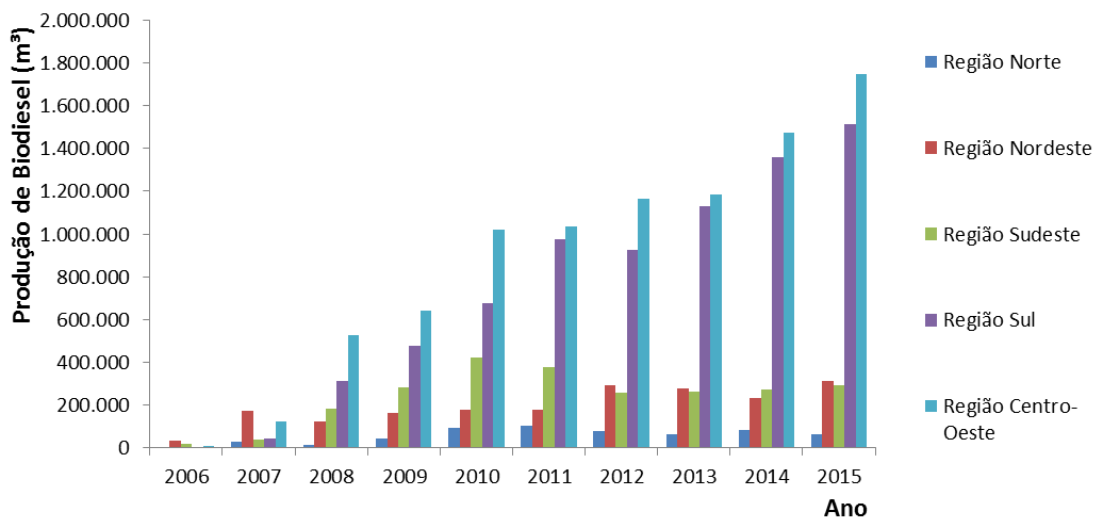


Figura 2: Produção de biodiesel segundo grandes regiões do Brasil de 2006 à 2015. Fonte: ANP, 2016

No Brasil as principais matérias primas utilizadas para produção de biodiesel são a soja, gordura bovina, óleo de algodão, óleo de fritura usado, gordura de porco, gordura de frango e óleo de palma/dendê. Contudo a distribuição e quantidade utilizada desses materiais é muito dispare. A soja de origem vegetal é a matéria prima mais utilizada na indústria brasileira seguida da gordura bovina de origem animal conforme demonstrado na Figura 3.

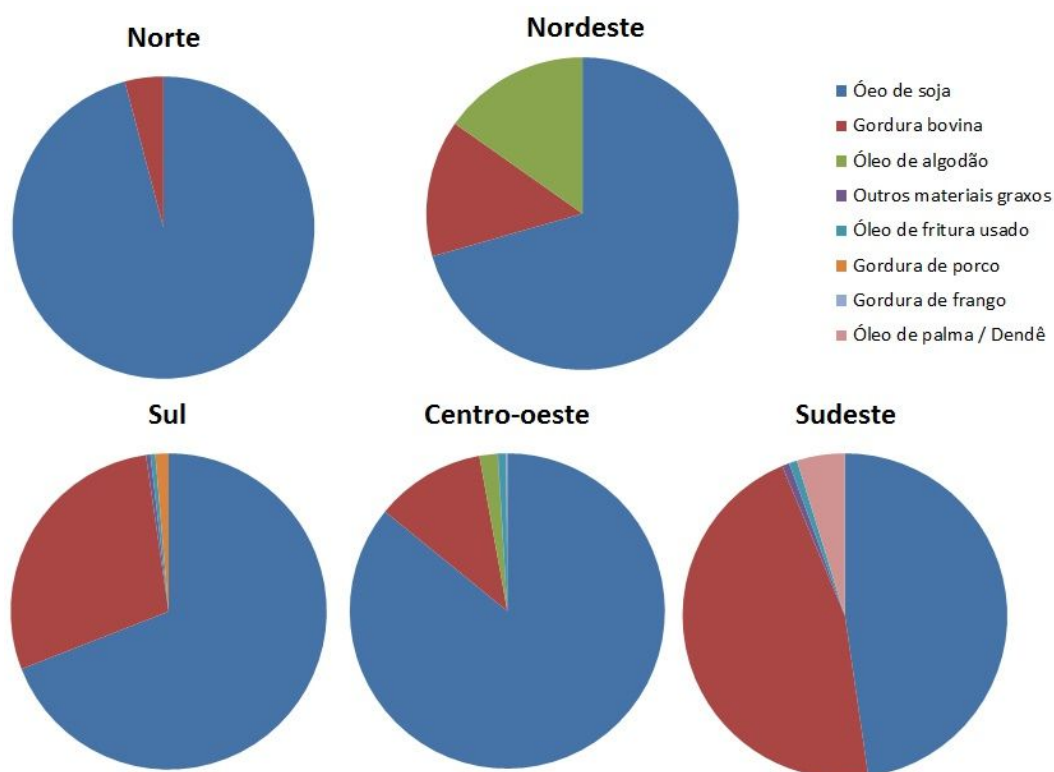


Figura 3: Percentual das matérias primas utilizadas para produção de biodiesel por região no Brasil

Fonte: LAVIOLA, 2015

A Figura 4 mapeia o cenário nacional, dividido por regiões, identificando as matérias primas adequadas para cada região. Para Esteves e Pereira (2016) a produção do biodiesel deve sempre atender a disponibilidade do insumo na região e a adaptação às safras que tendem a ser sazonais quando se trata de biodiesel de origem vegetal.

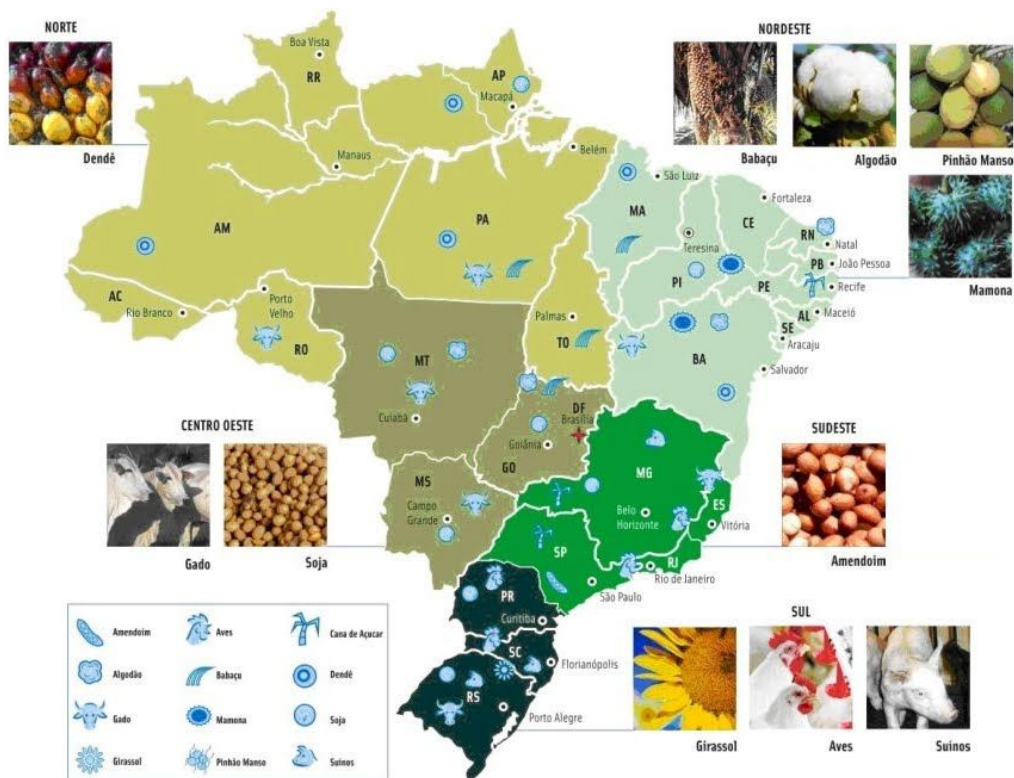


Figura 4: Matérias-primas mais adequadas para produção de biodiesel por região. Fonte: ESTEVES e PEREIRA, 2016.

O biodiesel pode ser utilizado em motores a diesel como combustível puro ou sendo adicionado em proporções menores (MWANGI et al., 2015).

Como componente predominante no combustível biodiesel, no geral, o oxigênio (11%) pode gerar um menor poder energético, todavia, favorece ao aumento do número de cetano e pode diminuir as concentrações de poluentes emitidos (MUÑOZ et al, 2004).

A adição de biodiesel em motores a diesel é uma tendência, com a busca alternativa por combustíveis visando a garantia da segurança energética e atendimento às questões ambientais, neste sentido são utilizados nas composições o óleo de girassol, amendoim, mamona dentre outros (SENTHILKUMAR e SANKARANARAYANAN, 2015). Muitas substâncias são analisadas e testadas na composição do biodiesel visando qualificar mais o combustível puro ou misturado ao diesel.

O biodiesel pode ser utilizado puro ou adicionado em qualquer porcentagem com o diesel. Quando adicionado ao diesel também pode ter outros objetivos como ilustrado na Figura 5, podendo reduzir o teor de enxofre,

compensar a perda de capacidade de lubrificação e melhoria do índice de cetano do combustível.

A Figura 5 demonstra o processo histórico da quantidade do teor de biodiesel adicionado ao diesel no Brasil.



Figura 5: Evolução do percentual de adição do diesel/biodiesel no Brasil

Fonte: www.biodieselbr.com, 2016

Na Figura 5 é possível observar o aumento proporcional ao longo do tempo da adição do diesel/biodiesel no Brasil. Sendo autorizado com o B2 (2% de biodiesel adicionado ao diesel) de 2005 à 2007, com projeção para 2019 do B15 (15% de biodiesel adicionado ao diesel).

2.2. Poluição Veicular

Caracterizados como uma das principais fontes de poluição atmosférica, a poluição veicular é um tema de relevância, na medida que diversas pesquisas apontam o reflexo do crescimento da frota mundial e por consequência, a poluição atmosférica (WILLIANS, 2000) como os trabalhos desenvolvidos por Albuquerque (2010); Carvalho (2000) e Drumm et al. (2014).

A Figura 6 descreve as diferentes formas que os veículos podem gerar as emissões atmosféricas.

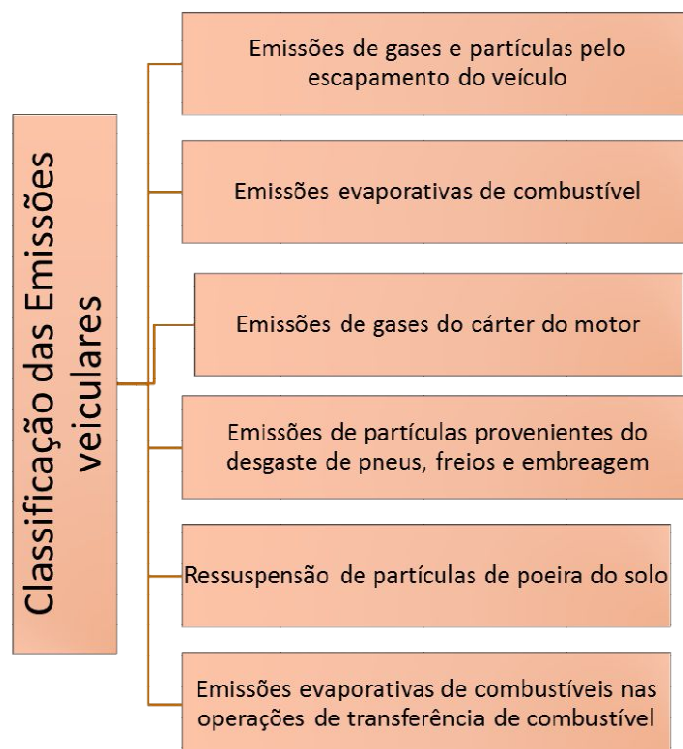


Figura 6: Tipo de emissões veiculares

Fonte: CETESB, 2003

Os principais compostos regulamentados por lei emitidos de origem veicular são: Material Particulado (MP); Hidrocarbonetos (HC); Monóxido de Carbono (CO), Óxido de nitrogênio (NOx). Outros compostos não são regulados por lei a serem monitorados, mas têm um significativo potencial tóxico, como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos(HPA) e os (compostos orgânicos voláteis (COV). A proporção em maior grau ou menor grau da emissão destes poluentes, está atrelada ao tipo de combustível utilizado, do tipo de motor, se o motor está regulado, da maneira como o motorista guia o veículo e da manutenção do mesmo (LOUREIRO, 2005). Cabe salientar que mesmo o veículo estando desligado, por meio da evaporação do combustível compostos também são lançados na atmosfera (TEIXEIRA et al., 2008).

A quantidade e a determinação dos poluentes emitidos estão diretamente relacionadas com o tipo do veículo. Veículos à diesel emitem mais óxidos de nitrogênio e enxofre enquanto veículos leves movidos à gasolina ou álcool emitem mais monóxido de carbono e hidrocarbonetos (CARVALHO et al., 2000).

Quanto maior a concentração de veículos numa zona urbana, maior a influência da poluição atmosférica sobre a população. Na maior cidade do país, São Paulo, ainda que a idade média da frota circulante tenha diminuído para oito anos, existiam em torno de cinco milhões de veículos circulando com mais de dez anos em 2014 (GRANVILLE, 2014). O último resultado divulgado pelo IBGE (2016) quantificou a frota total de veículos de São Paulo em 7.590.181 veículos em 2015.

Como os aspectos regulatórios são alterados para atender a novos parâmetros, estes veículos mais antigos, foram produzidos em observância a parâmetros já ultrapassados, com isso gera uma incerteza sobre o perfil de emissão na medida em que essa frota não é submetida à inspeção ambiental (CETESB, 2014).

A Tabela 1 dispõe os dados estatísticos referentes ao tamanho da frota de veículos na capital mais populosa do País (São Paulo), cronologicamente do ano de 2005 até 2015, na última pesquisa disponibilizada pelo IBGE (2016)

Tabela 1: Quantificação da frota de veículos no Estado de São Paulo nos anos de 2005 e 2015

Frota de Veículo de SP	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Automóvel	3612574	3791607	4009301	4475032	4617635	4739236	4839921	4971813	5160727	5318961
Caminhão	120758	124489	128955	133978	128606	123859	118528	116275	119902	123943
Caminhão trator	13532	14645	15853	17755	18231	18866	18524	18862	21000	22901
Caminhonete	159455	190637	225454	331336	350812	370894	383184	398426	425441	445278
Caminhoneta					286268	311553	332288	354927	380618	403682
Micro-ônibus	26319	26618	27343	30087	31192	32018	32311	33409	35870	37416
Motocicleta	365025	427710	506660	652733	704702	749803	774570	799411	833664	866524
Motoneta	51792	58288	67425	85586	92703	100533	108511	116516	127816	137946
Ônibus	34171	35382	37550	39049	39397	40828	40932	41037	42917	43332
outros veículos					74587	77813	80548	83255	85997	88701
Trator de rodas	1596	1705	1818	2266	2564	2822	2910	2975	3042	3108
Utilitário					43395	54099	63001	73602	86777	9889
Total da frota	4385222	4671081	5020359	5767822	6390092	6622324	6795228	7010508	7323771	7501681

Fonte: IBGE, 2016

Observa-se no quadro um crescimento de 71,06% da frota total de veículos no período de 2005 à 2015 já que em 2005 a quantidade total de veículos era de 4.385.222 e em 2015 foram contabilizados 7.501.681 veículos. No ano de 2008 não foram disponibilizados os dados relativos ao quantitativo

da frota pelo IBGE. Esse quantitativo reflete diretamente nas taxas de poluição atmosférica.

As Figuras 7, 8 e 90 demonstram a o crescimento por categoria identificando a quantidade de veículos caracterizados como leves e o quantitativo de veículos pesados.

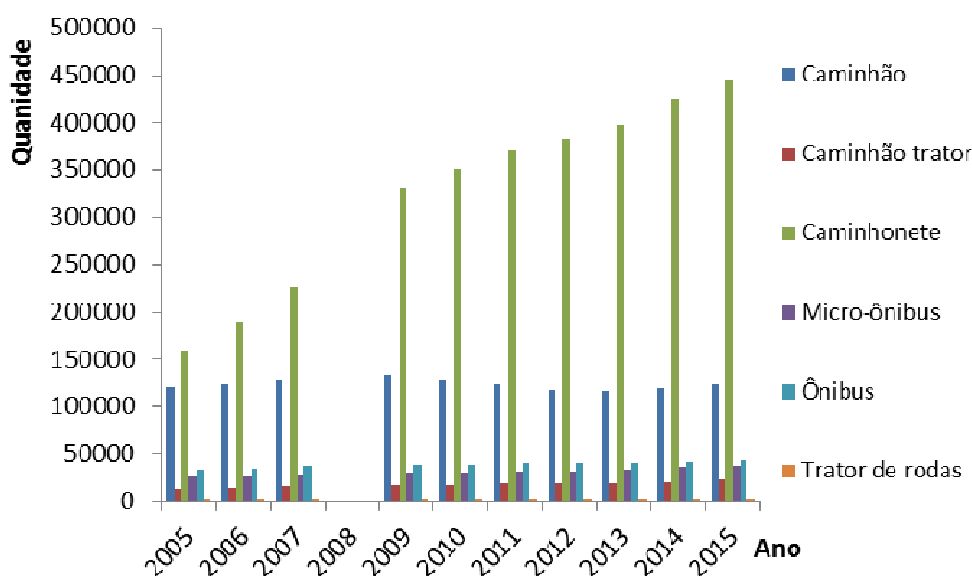


Figura 7: Frota de veículos pesados em São Paulo no período de 2005 à 2015. Fonte: IBGE, 2016

Observa-se nitidamente um crescimento da frota de veículos pesados especialmente de caminhonetes, contudo este tipo de veículo tem uma tipologia quanto ao combustível utilizado já que algumas caminhonetes utilizam gasolina e outras diesel.

Observa-se também um crescimento mais discreto da frota de ônibus e micro-ônibus, mas ainda sim é representativo já que comparando os anos de 2005 com 2015 o crescimento da frota de ônibus foi de 42% e de micro-ônibus de 26%.

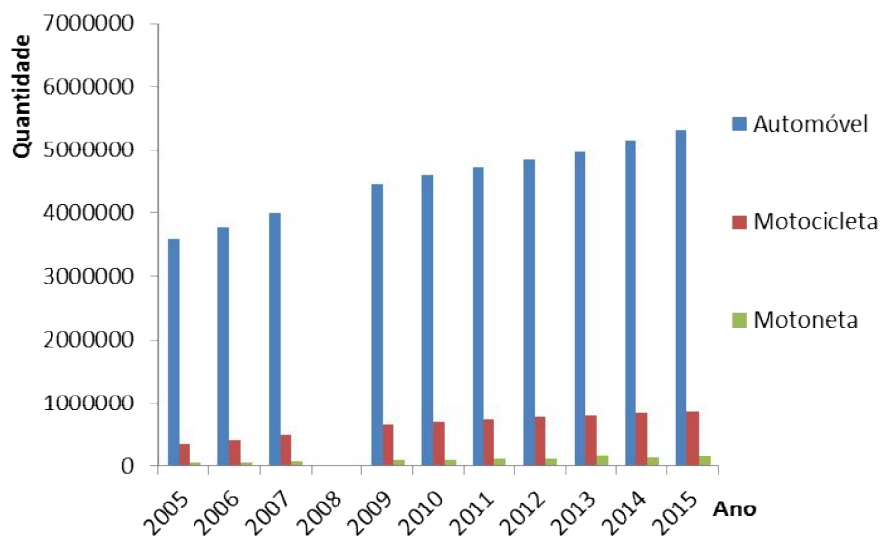


Figura 8: Frota de veículos leves em São Paulo no período de 2005 à 2015. Fonte: IBGE, 2016.

De forma equivalente, observa-se um crescimento exponencial da frota de veículos caracterizados como leves. Os automóveis tiveram crescimento de 47,23% comparando os anos de 2015 e 2005, motocicletas, todavia, tiveram crescimento de 137,38% e motonetas de 166,34%.

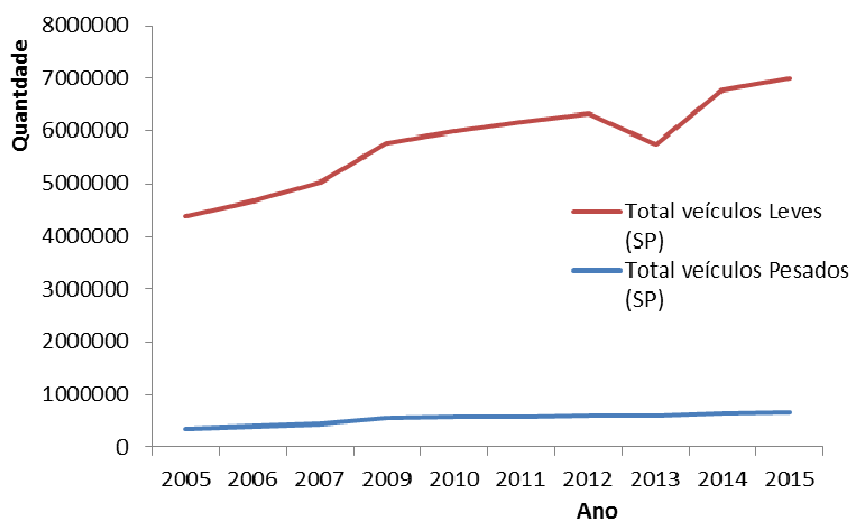


Figura 9: Quantitativo da frota de veículos Leves e Pesados em São Paulo entre os anos 2005 e 2015. Fonte: IBGE, 2016

O crescimento fica mais claro na Figura 9, que ilustra a quantidade total de veículos leves e quantidade total e veículos pesados quantificados entre 2005 e 2015 na cidade de São Paulo. Contudo, em 2013 ocorreu uma queda no crescimento da frota de veículos leves que segundo Miotto (2013), foi um resultado que diverge do contexto dos 10 anos anteriores e associa este declínio a diminuição do poder aquisitivo da população, da limitação de crédito para veículos e motos ainda que a produção de veículos neste ano tenha sido crescente.

A melhoria nos níveis de poluição, contudo, são observadas na Figura 10 onde se pode correlacionar o crescimento da frota de veículos e o perfil da emissão histórica entre os anos 2002 e 2012 quantificados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2014). Observa-se que mesmo com o crescimento da frota, as emissões de poluentes têm diminuído com o tempo. Fatores como aspectos tecnológicos como a utilização de conversores catalíticos mais eficientes que favorecem esta melhoria dos níveis de poluição já que os veículos tendem a atender aos aspectos regulatórios.

Outros fatores influenciam nos dados estabelecidos como a alteração do teor de enxofre no diesel em 2013 que no ano seguinte, 2014, teve redução grande na emissão de SO₂ e em quantidade considerável a substituição de veículos de diesel por veículos a gasolina (CETESB,2014) como no caso de alguns utilitários que circulam no país.

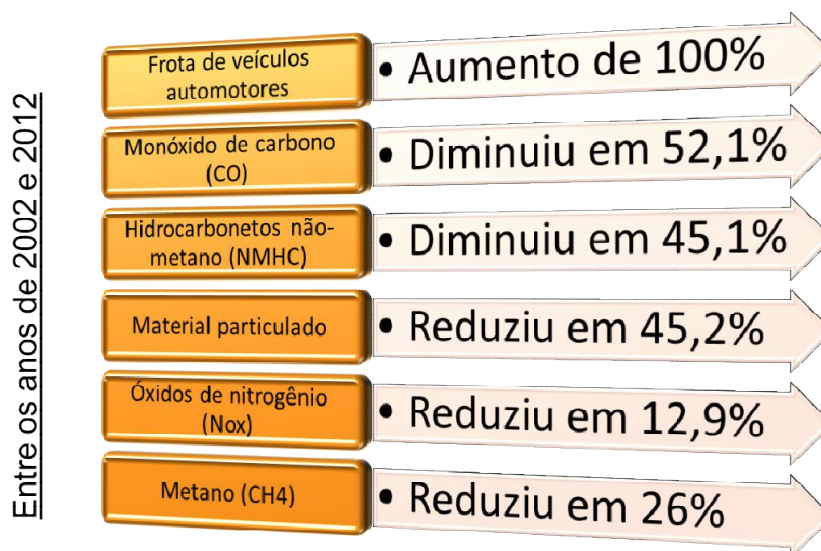


Figura 10: Quantificação da poluição atmosférica e de veículos no Estado de São Paulo nos anos de 2002 e 2012. Fonte: MMA, 2013

Observa-se que a frota de veículos automotores cresceu mais de 100%. Com a atualização da frota com veículos equipados com novas tecnológicas, em atendimento a padrões nacionais, a emissão de poluentes de maneira geral diminuiu.

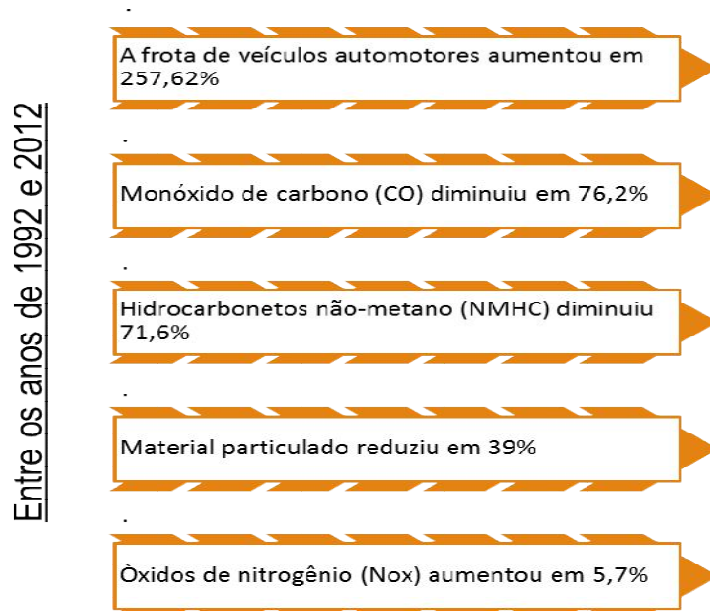


Figura 11: Quantificação da poluição veicular no Estado de São Paulo nos anos de 1992 e 2012. Fonte: MMA, 2013

A relação histórica da emissão de poluentes é demonstrada na Figura 12.

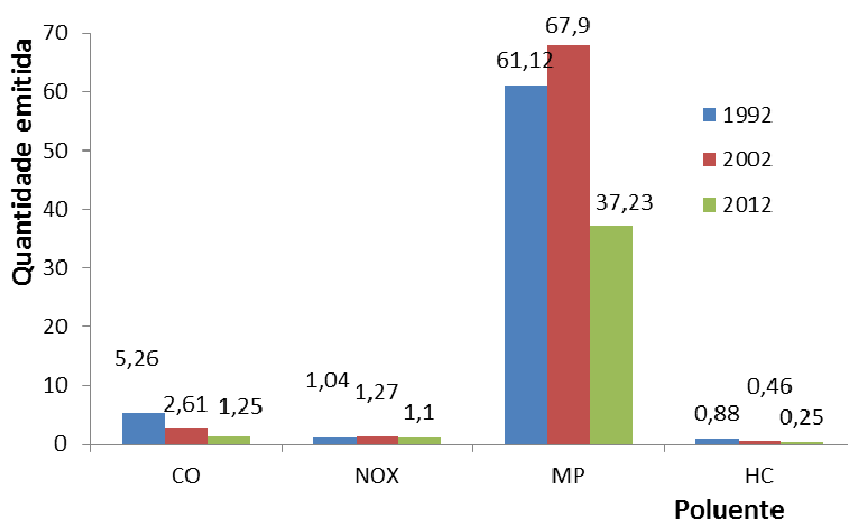


Figura 12: Evolução da emissão veicular no Estado de São Paulo entre 1992 e 2012. Fonte: MMA, 2013

Observa-se uma redução dos níveis de emissão dos poluentes mesmo com o aumento de 257,62% (Figura 12) do número da frota de veículos automotores neste período. Este fato pode estar condicionado à exigência dos padrões de qualidade do ar na produção dos veículos como no caso da emissão de material particulado que reduziu de 61,12% em 1992 para 37,23% em 2012.

2.2.1. Poluentes Veiculares regulamentados

O desenvolvimento urbano tende a impulsionar o problema da poluição do ar em escala local ou regional, conseqüentemente causando problemas à saúde humana e degradação vegetal (WU et al., 2008). Assim, medidas de controle e regulação da emissão de poluentes torna-se cada vez mais necessárias.

A regulamentação da poluição atmosférica é de extrema importância para a humanidade e medidas enérgicas que favoreçam o controle das emissões veiculares são necessárias em todo o mundo. São muitos os problemas cuja origem está na poluição veicular, especialmente a nocividade ao ser humano (DRUMM et al., 2014).

Dentre os principais poluentes veiculares quantificados e regulamentados encontram-se o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NO_x), os hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), os aldeídos (CHO), os óxidos de enxofre (CO_x), compostos de chumbo (Pb) além do dióxido de carbono (CO₂) que é apontado como grande influente no efeito estufa, e por isso é também considerado poluente ainda que seu efeito na atmosfera não seja muito tóxico (MMA, 2013).

2.2.1.1. Aspectos legais sobre a poluição veicular no Mundo

Seguindo uma cronologia histórica, a regulamentação dos níveis de emissão veicular teve origem na Europa, seguida pelos Estados Unidos e Japão. Na Europa e EUA o objetivo prioritário era a redução da emissão de HC e de CO. No Japão o objetivo inicial foi a emissão de dióxido de carbono (CO₂).

Com relação ao material particulado, iniciou-se nos Estados Unidos nos anos 60 se estendendo a outros países industrializados nos anos seguintes (BRAUN et al, 2003).

O início do processo regulatório na Europa se deu na década de 70 com a limitação de poluentes veiculares por meio da diretiva 70/220/EEC. Foi aperfeiçoado em 1989 quando a União Européia passou a padronizar imposições legais importantes, seguidos do Euro 1 em 1992, Euro 2 em 1996 dentre as outras (SZWARCFITER, 2004). Atualmente, a Europa já está estabelecendo os níveis de poluição através do Euro VII.

A emissão de CO foi um dos primeiros processos de regulamentação eminentes, pelo fato dos efeitos tóxicos deste composto por meio da exaustão em veículos, cujos motores emitem o Monóxido de carbono em quantidades suficientes para intoxicar e até matar quando confinados em ambientes fechados (BRAUN et al., 2003).

Na década de 70 os Estados Unidos publicaram o *Clean Air Act* que identificava as áreas onde a qualidade do ar estava comprometida, apontando orientações com o objetivo de promover a melhoria da qualidade do ar e por consequência aspectos regulatórios na área de emissões. Anos depois o *Clean Air Act* foi atualizado e outros limites e conteúdos relativos a emissões foram adicionados (SZWARCFITER, 2004).

Os fabricantes de veículos passaram a investir em motores mais eficientes a partir da década de 90 originando nos veículos conceituados como “veículos verdes” com tecnologias que reduzem a emissão de poluentes (BONSACK et al., 2015). Este fato foi provocado pela abertura do comércio brasileiro na década de 90, impactando diretamente na indústria nacional, que para manter-se competitiva precisava tornar os níveis de produção mais eficientes e os produtos de melhor qualidade, desta forma a indústria automobilística nacional melhorou seus produtos para equiparar-se aos veículos produzidos no exterior e comercializados no Brasil.

Na Europa, no que diz respeito a emissões veiculares para veículos leves ou comerciais, tiveram regulamentos específicos a partir de 2009 intensificadas com o Euro 5. Novas exigências foram adicionadas no Euro VI em 2014. São estabelecidos limitações para emissões de HC, CO e NO_x e CO₂ que também são regulados por normas separadas (BIELACZUC et al., 2014).

O Euro V foi moldado com objetivo de aperfeiçoar ainda mais as tecnologias de filtros de partícula diesel (MAMAKOS, 2013), já a Euro VI adequa e limita as emissões de NO_x.

A Figura 13 demonstra o processo de evolução da regulamentação na Europa e o reflexo com a diminuição da emissão de poluentes.

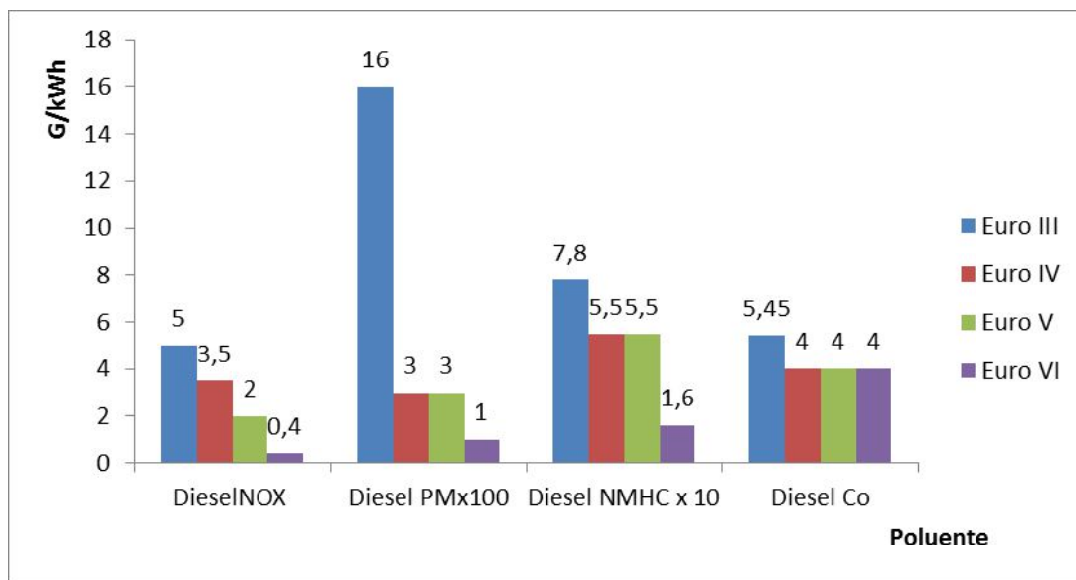


Figura 13: Reflexo da regulamentação na Europa com a emissão cronológica de poluentes. Fonte: WALSH, 2013.

Observa-se que com a evolução da regulamentação a tendência é a diminuição dos principais poluentes regulamentados quando comparados a Euro III até a Euro VI.

As Tabelas 2 e 3 identificam os valores limites referentes aos poluentes determinados pelas regulamentações, onde é possível observar uma restrição quanto às emissões dos poluentes com o passar dos anos.

Observa-se uma redução da maioria dos poluentes. Esses números são reflexos da influência da legislação na indústria automobilística que procuram se enquadrar às normas em concomitância à evolução tecnológica que aperfeiçoa os combustíveis visando atender as exigências. Observa-se uma diminuição dos indicadores para todos os poluentes acima citados.

Tabela 2: Padrões limites de emissão de componentes de veículos pesados

Diesel	CO	HC	HC + NOx	NOx	MP
EURO I – 92	2.72 (3.16)	--	0.97 (0.13)	--	0.14 (0.18)
EURO II – 96	1.0	--	0.7	--	0.08
EUROII – 96	1.0	--	0.9	--	0.10
EURO III – 2000	0.64	--	0.56	0.50	0.05
EURO IV – 2005	0.50	--	0.30	0.25	0.025
EURO V - 2009	0.50	--	0.23	0.18	0.005
EURO VI - 2014	0.50	--	0.17	0.08	0.005

Fonte: WALSH, 2013

Tabela 3: Padrões limites de emissão de componentes de veículos à gasolina

Diesel	CO	HC	HC + NOx	NOx	MP
EURO I – 92	2.72 (3.16)	--	0.97 (0.13)	--	--
EURO II – 96	2.2	--	0.5	--	--
EURO III – 2000	2.30	0.20	--	0.15	--
EURO IV – 2005	1.0	0.10	--	0.08	--
EURO V - 2009	1.0	0.10	--	0.06	0.005
EURO Vi - 2014	1.0	0.10	--	0.06	0.005

Fonte: WALSH, 2013

2.2.1.2. Aspectos legais sobre a poluição veicular no Brasil

Concomitante à evolução da legislação mundial, no Brasil o processo regulatório tem influenciado positivamente na redução da emissão veicular no país.

Os padrões nacionais da qualidade do ar são estabelecidos pelo CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que é uma organização consultiva e deliberativa que pertence ao Sistema Nacional do Meio Ambiente e foi definido pelo Decreto 99274 de 1990.

A resolução de número 3 do CONAMA é datada de junho de 1990. Estes padrões estabelecem os requisitos legais de limites máximos de concentração de compostos que possam garantir a proteção à saúde e bem estar da população brasileira.

O PROCONVE, que significa Programa de Controle da Poluição do Ar de origem Veicular, é um programa desenvolvido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente na década de 80, com objetivo de regular os níveis de poluição atmosférica e poluentes emitidos por veículos terrestres, onde anualmente são estabelecidos normas e níveis de poluição limites, onde a indústria automobilística procura se adequar de forma muito equivalente como ocorre na Europa com o Euro I, Euro II, Euro VII. No Brasil, os limites são definidos pelo PROCONVE de forma gradativa. Ainda que sejam estabelecidos regras, tanto para veículos leves quanto pesados, neste trabalho foi dada uma ênfase as questões relativas ao diesel e biodiesel utilizados por veículos pesados, desta forma serão analisados os dados relativos a essa tipologia.

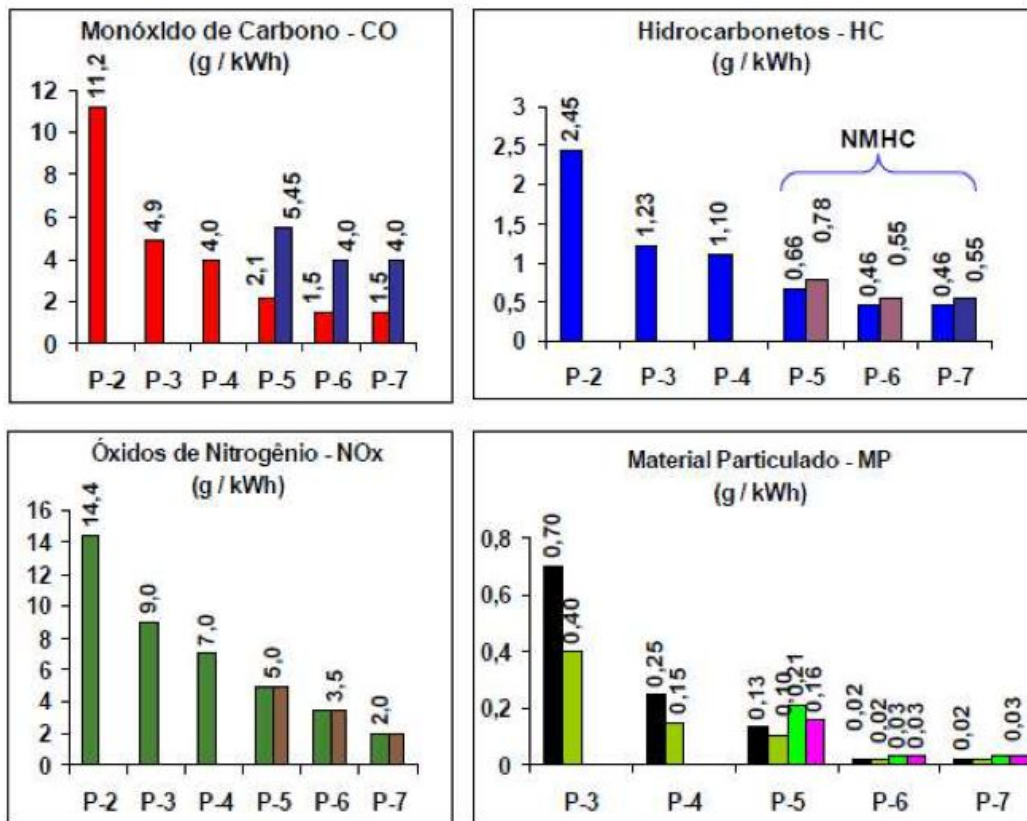
As resoluções do PROCONVE derivam na efetivação do controle da emissão de poluentes de veículos e a tendência é aperfeiçoar ainda mais já que reflete-se na melhoria tecnológica e fabricação de motores utilizados no Brasil (PEREIRA JÚNIOR, 2007). O Quadro 1 relaciona as normas do PROCONVE com as normas Europeias.

A eficiência dos limites de emissões para veículos, impostos pela legislação brasileira, cresce como reflexo dos regulamentos e limitações impostas pelo CONAMA, como observado na Figura 14.

Quadro 1: Evolução da norma PROCONVE para veículos pesados.

A norma Proconve	Ano	Equivalência Euro	Diretivos
P – 1	1994	Euro 0	Apenas para as emissões de gases nos ônibus e caminhões que circulavam pelo país
P – 2	1994	Euro 0	Controle de ajustes de fábrica em motores com objetivo de diminuir emissão de poluentes
P – 3	1996	Euro 1	Adicionado o Turbocompressor ao motor
P – 4	2000	Euro 2	Adicionado o Turbo e Intercooler ao motor
P – 5	2006	Euro 3	Eliminou a utilização da bomba injetora mecânica e passou a utilizar sistema de injeção de combustível eletrônico
P – 6	2009	Euro 4	Não foi efetivada por lentidão da Indústria Brasileira a se adaptar à regulamentação
P – 7	2012/atual	Euro 5	Aplicou tecnologia de tratamento de gases com utilização de sistemas SCR (redução catalítica seletiva) e EGR (recirculação de gases de exaustão)

Fonte: DA SILVA, 2014.



*Emissões gasosas (fase P1) e MP (fase P2) não foram exigidos legalmente

Figura 14: Evolução de Limites Emissão para Veículos Pesados no Brasil. Fonte: MMA, 2013

Observa-se na Figura 14 uma redução de todos os poluentes em detrimento à evolução da legislação. A melhoria da eficiência de motores, promove a redução nos níveis de emissão veicular. Este fato só será possível com a intensificação das ações por parte dos países ao redor do mundo e dos fabricantes.

No Brasil, portanto, para a poluição originária dos veículos automotores existem diversos poluentes regulamentados e outros ainda que nocivos à saúde, não possuem regulamentações específicas.

2.2.2. Poluentes Veiculares não regulamentados

Além dos poluentes regulamentados por lei, existem outros que não são regulamentados, mas que necessitam de atenção, na medida em que sua

emissão e, sobretudo, da poluição atmosférica, pode causar danos à saúde humana e ao ambiente.

Em zonas urbanas é importante o controle dos poluentes inclusive os não regulamentados pois alguns deles são muito reativos e interferem na química da atmosfera (GUARIEIRO, VASCONCELLOS E SOLCI,2011). Dentre os poluentes não regulamentados emitidos para a atmosfera destacam-se os aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, álcoois, hidrocarbonetos alifáticos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), metais entre outros (QUINTANILHA, 2009).

Um quesito que dificulta o monitoramento e controle dos poluentes não regulamentados é a questão de não existir disponibilidade em grande quantidade de equipamentos comerciais para uso por parte de órgãos de controle. Estes compostos são derivados da queima de combustíveis e de sua evaporação, por isso são mais encontrados na atmosfera urbana. Além dos veículos, tais poluentes podem ser oriundos do refino do petróleo, do gás e do transporte desses produtos refinados (CORRÊA e ARBILLA, 2008).

O formaldeído, acetona, acetaldeído e os HPA são poluentes considerados tóxicos, mutagênicos e cancerígenos sendo emitidos principalmente pelo escapamento dos motores de veículos (LIN et al., 2009; CAMPOS, 2007).

No caso específico dos HPA, estes são caracterizados por ser composto por carbono e hidrogênio e por sua estrutura possuir pelo menos dois anéis aromáticos de 5 a 6 átomos de carbono (COSTA, 2001). São também descritos na literatura como compostos orgânicos e, além de na composição conter os anéis aromáticos, possui caráter hidrofóbico com pouca biodegradabilidade, com alto poder acumulativo (VASCONCELLOS et al, 2008). Tanto os HPA quanto seus derivados nitrados e oxigenados possuem alta distribuição e são achados como constituintes de misturas ambientais (PEREIRA NETTO et al., 2000). Contudo, a quantidade derivada dos HPA implica no tipo de combustível utilizado e na eficiência da combustão (GARCIA, 2004). Grande parte dos compostos não regulamentados emitidos na atmosfera, podem estar na fase gasosa ou adsorvidos no material particulado (MP). Em se tratando de HPA, são direcionadas para sua presença no MP devido sua toxicidade.

2.2.3. Material Particulado e Toxicidade

Diversos poluentes estão vinculados aos MP denominados muitas vezes como poeiras ou fumaça ou algum tipo de material líquido ou sólido contido na atmosfera devido ao seu tamanho. Dentre as principais fontes de emissão destas moléculas estão os veículos e as indústrias. Contudo, os MP podem ser formados na atmosfera a partir do SO₂ (dióxido de enxofre), NO_x (óxidos de nitrogênio) ou até pelos compostos orgânicos voláteis, ambos emitidos através da combustão transformando estes compostos em partículas por meio de reações químicas (QUINTANILHA, 2009).

A relação do MP, também denominado por aerossol atmosférico, com a ciência está atrelada aos estudos toxicológicos e epidemiológicos especialmente quando o tamanho das partículas tem influência direta neste contexto como MP₁₀(MP com tamanho de partículas iguais ou menores que 10 micrômetros) e MP_{2,5}(MP com tamanho de partículas iguais ou menores que 2,5 micrometros)ou partículas ultra-finas com diâmetros menores que 100nm, tendo efeito cada vez mais evidenciado por estudos. Estas partículas podem penetrar as membranas celulares chegando ao sangue e podendo ser encontradas até no cérebro (BURSTCHER, 2005). As partículas menores são as que denotam maior preocupação já que estas são inaláveis e podem chegar as vias respiratórias e sanguíneas com maior facilidade devido ao seu pequeno tamanho de partícula. Por este motivo, é importante destacar a necessidade de esforço por parte da sociedade e governo através das agências reguladoras com atitudes mais rigorosas.

A legislação brasileira não tem estabelecidos padrões para partículas respiráveis de diâmetro inferior a 2,5 um (MP_{2,5}), já em países onde existe monitoramento contínuo de emissões de poluentes ditados por uma legislação mais rigorosa, a exemplo dos Estados Unidos, os padrões de PM_{2,5} foram legislados em 1997 segundo a USEPA (MAGALHAES, 2005).

A concentração do MP é caracterizada através de sua área superficial e seu volume ou massa. Este fato é atrelado ao impacto sobre a visibilidade

climática e outros desdobramentos negativos (BEDDOWS E HARRISON, 2008).

O MP possui na sua composição, partículas líquidas e sólidas e na medida em que estão suspensas na atmosfera, podem ter variância no seu tamanho, sendo representadas em nanômetros ou até em dezenas de micrômetros. O que implica na formação do tamanho destas partículas, são as fontes de emissão e da forma como os processos químicos são decorridos na atmosfera. O tamanho, de forma mais tradicional, é caracterizado em relação ao tamanho aerodinâmico, ou seja, o diâmetro de uma esfera a qual pode possuir densidade unitária e seguir a mesma velocidade de sedimentação que a partícula de análise (ALBUQUERQUE, 2010).

No momento em que o MP é liberado na atmosfera eles sofrem processos físicos e químicos, tendo neste caso alteração no seu tamanho isto ocorre porque um conjunto de partículas de diferentes origens se mistura em pequenas escalas por meio da difusão e coagulação e em escalas maiores por processos de mistura atmosférica.

A nocividade do MP ao ser humano é oriunda de citotoxinas e oxidantes que geram inflamações nas vias aéreas causando problema respiratório em caso de inalação. A emissão deste poluente tem origem predominante do combustível diesel (ALEXIS e CARLSTEN, 2014).

Portanto, existe uma tendência de correlação positiva entre a emissão de MP e o aumento da taxa de morbidade e mortalidade cardiovascular. Ainda que a poluição atmosférica seja um misto complexo de compostos tanto nas fases gasosa e de partículas o efeito da emissão de partículas tendem a ser nocivos à população (LAWAL, 2016).

2.3. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) são compostos binários formados por carbono e hidrogênio (CARUSO e ALABURDA, 2008) e compostos que possuem 2 ou mais anéis aromáticos condensados. Os HPA e seus derivados nitrados e oxigenados possuem grande distribuição e são encontrados associados a misturas complexas em todos os compartimentos ambientais NETTO et al, 2000). Os HPAs são poluentes orgânicos com

altaresistência (POP) ambiental, sendo que muitos deles são carcinogênicos e/ou mutagênicos (CARUSO e ALABURDA, 2008).

Os HPA são poluentes orgânicos de importância ambiental e interesse toxicológico, pois alguns deles apresentam propriedades pré-carcinogênicas e/ou mutagênicas para homens e animais (SISINNO et al, 2013).

A formação dos HPA acontece mediante a combustão incompleta ou pirólise de substâncias que contém carbono e hidrogênio na sua formação. Na medida em que são emitidos numa atmosfera poluída, essencialmente quando acontece o *smog* fotoquímico (um nevoeiro contaminado de fumaça), estes HPA adsorvidos nas partículas se tornam expostos a uma gama de poluentes gasosos (VASCONCELLOS, 1998).

Outra origem do HPA se dá pela combustão incompleta em alta temperatura (500-800 °C). Os HPA são formados também quando o material orgânico é submetido a uma baixa temperatura durante um período grande (100-300°C). Nestes casos a formação acontece devido a algumas peculiaridades como baixa solubilidade em água, alto ponto de fusão e pontos de ebulição e a pressão de vapor baixa (KAUSHIK e HARITASHAK, 2009).

A origem dos HPA é derivativa da combustão de gásóleo, carvão, biomassa (ALZUETA et al., 2012). São emitidos especialmente através de motores a diesel e gasolina, fornos a lenha, carvão além da fuligem e fumaça das cidades, casas e indústrias (DEYERLING et al., 2014).

Com relação à tipologia, os HPA podem ser encontrados na forma gasosa e, em escala significativa inclusive os pesados, são relacionados à partículas finas de carbono (VASCONCELLOS, 1998). Podem, contudo serem adsorvidos, ou sofrer volatilização, fotólise, degradação microbiana e degradação química alterando sua composição (KAUSHIK e HARITASHAK, 2009). Os HPA possuem grande afinidade de adsorção em superfícies carbonáceas em condições ambientais e geralmente são associados às partículas sólidas (GARCIA, 2004).

Como mencionado anteriormente, Os HPA são compostos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio em suas moléculas, os átomos estão estruturados sob a forma de anéis aromáticos condensados ou fundidos (GARCIA, 2004).

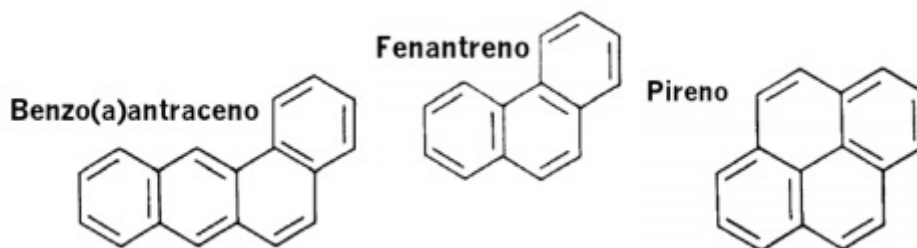


Figura 15: Exemplos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos
 Fonte: GARCIA, 2004

O transporte de HPA é feito especialmente por meio do material particulado fino atmosférico ou também por meio aquoso e ambos os casos podem atingir localidades distantes de suas origens (MEIRE, AZEVEDO e TORRES, 2007).

A Figura 16 destaca a estrutura molecular dos principais HPA descritos pela Agência de Proteção Ambiental (EPA do inglês *Environmental Protection Agency*) como prioritários devido seu potencial toxico.

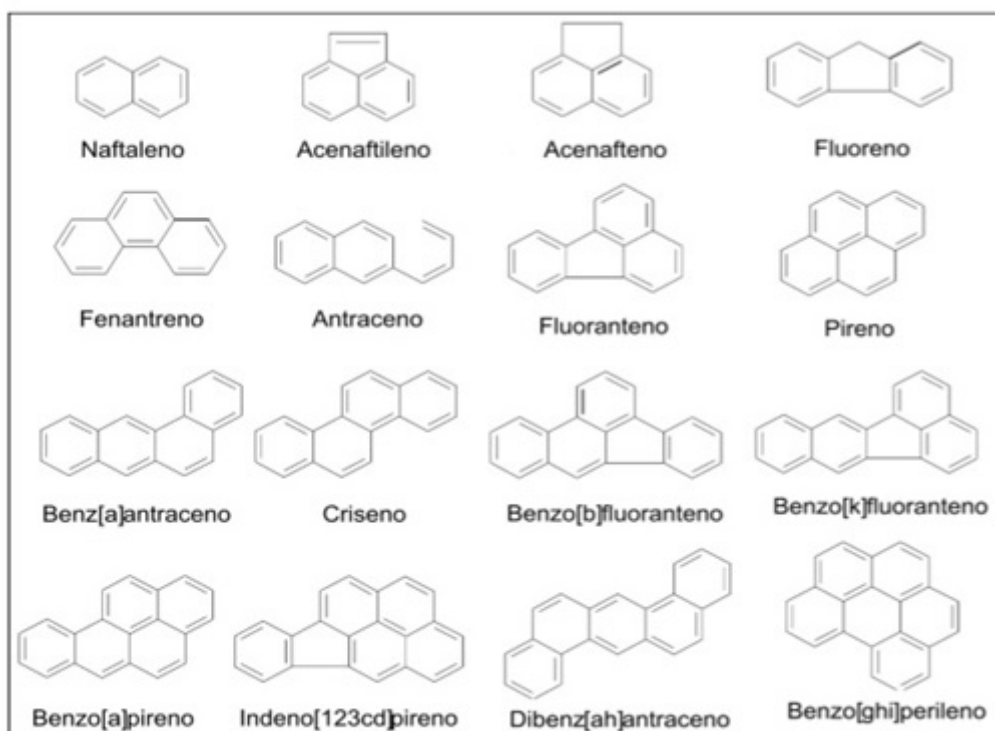


Figura 16: Composição dos HPA prioritários segundo EPA
 Fonte: MEIRE et al., 2007.

Já foram identificados centenas de diferentes HPA, mas os principais HPA emitidos, classificados pelo EPA dos Estados Unidos, são ranqueados pelo seu grau de carcinogenicidade e poluição. O primeiro grupo encontram os 7 principais carcinogênicos e são eles: benzo[a]antraceno(BaA), benzo[a]pireno (BaP), benzo[b]fluoranteno (BbF), benzo[k]fluoranteno (BkF), criseno (Cri), dibenzo[a,h]antraceno (DaA) e indeno[1,2,3-cd]pireno (Ind). O segundo grupo com mais nove HPA complementam a lista baseado no grau de multagenicidade e acumulação: acenafteno (Ace), acenaftileno (Acen), antraceno (Ant), benzo[g,h,i]perileno (BghiP, fluoranteno (Flt), fluoreno (Flu), naftaleno (Naf), fenantreno (Fen) e pireno (Py) (QUEIROZ et al, 2009).

2.3.1. Toxidade dos HPA

Os HPA são contaminantes bastante tóxicos e encontrados em diversas partes do ambiente. A depender da estrutura química e do nível de exposição os HPA podem ser considerados tóxicos, mutagênicos e também carcinogênicos em vertebrados, peixes e o próprio homem (SHAILAJA e D´SILVA, 2003)

Ao serem expostos na atmosfera, os HPA são contaminantes com efeito nocivos biologicamente com nível considerável de toxicidade, mutagenicidade e carcinogenicidade. A atenção com este poluente deve ser eminente pelo seu potencial de bioacumulação, seu grau de ubiquidade sendo identificado em diversas partes do ambiente, além da característica da recalcitrância (KAUSHIK e HARITASHAK, 2009).

Os HPA são bastante lipossolúveis e podem ser absorvidos pelos pulmões ou pele tanto de animais como de homens e intestino. Na medida em que são absorvidos pelas células, eles são ativados metabolicamente de forma que se deriva em reativos a grupos nucleofílicos encontrados em macromoléculas celulares. Pessoas que tem o habito de se alimentar de comida defumada, ou fumam ou ficam expostos em locais contaminados possuem propensões grandes de aparecimento de tumores e câncer (MEIRE et al, 2007).

Os HPA são caracterizados como genotóxicos, pois tendem a promover ações nocivas que alteram o material genético de uma célula (DNA) (SOUZA e NASCIMENTO, 2010).

A maioria dos HPA pode ser adsorvido nas partículas e como consequência, podem modificar sua estrutura quando expostos a radiação solar e na atmosfera, eles podem reagir com óxidos de nitrogênio, ozônio e dióxido de enxofre derivando em dionas, quinonas, nitro e dinitro-HPA ou em sulfônicos ácidos (WHO, 2000).

Os HPA são inalados geralmente sob o formato de partícula de fuligem. Após a inalação os HPA é possível que estes sejam eliminados em processo natural metabólico do organismo humano que por meio do reflexo bronquial que eliminam as partículas quando fixadas nas vias aéreas e podem ser em partes removidos das partículas através do transporte na mucosa ciliada,. Contudo, uma parcela dos HPA inalados conseguem penetrar nas células do epitélio dos brônquios, local onde são metabolizados e uma vez ativados, os HPA viram reativos a grupos nucleofílicos encontrados nas macromoléculas celulares (MEIRE et al, 2007).

Uma pesquisa realizada na Universidade Potiguar relata a identificação em proporções consideráveis de HPA dentre eles o Ace, Acen, Ant, Cri, Naf, Fen, Pir, BaA, BaP, DaA e Flt encontrados numa lagoa no Rio Grande do Norte, os quais causam efeitos toxicológicos ao sistema ambiental pelo seu grau de concentração (MENDES, 2015).

Os efeitos dos HPA no organismo podem ser diversos, mas isso irá depender da composição do composto incluindo peso molecular, número de radical metila de carbono e a forma da molécula. Especialmente quando são de baixo peso molecular com 2 ou 3 anéis aromáticos, possuem um caráter toxicológico agudo e o agravo está na sua grande disponibilidade no ambiente (GARCIA, 2004).

Um grande número de pesquisas relata que os HPA ou seus derivados, no sentido contextual, estão associados ao aumento da incidência de muitos tipos de cânceres no seu humano (PEREIRA NETTO et al, 2000). Além disso, tem aumentado a incidência de contaminação dos corpos hídricos por meio de poluentes orgânicos persistentes e isso causa risco eminente aos seres humanos e aos ecossistemas aquáticos. Um dos fatores deste negativo

impacto no meio ambiente se dá pelo uso em grande quantidade de compostos orgânicos como combustível veicular, no ramo industrial e na agricultura (MACENO, 2010).

Dos principais HPA, o benzo(a)pireno - B(a)P, é considerado um dos mais carcinogênicos e pode afetar a saúde humana de forma direta por meio da ingestão de alimento por meio de fontes naturais como biossíntese de algas ou através de fatores antropogênicos como queima de matas, fábricas e a poluição por meio de veículos no tráfego, vazamento de óleos ou sistemas de aquecimento (SOUZA e NASCIMENTO, 2010).

De acordo com a organização mundial de saúde (*WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION*), em pesquisa realizada laboratorialmente sobre câncer utilizando lagartos, foi observado que os HPA Benzo(a)antraceno (BaA), Benzo(b)Fluoranteno (BbF), Benzo(k)fluoranteno (BkF), Benzo(a)pireno (BaP), Dibenzo(a,h)antraceno (DaA) e o Indeno (1,2,3-cd)pireno (Ind) foram apontados como suficiente de acordo com a quantidade da concentração identificada, indicando maior proporção de carcinogenicidade. Os HPA Fluoreno (flu), Fenantreno (Fen), Fluoranteno (Flt) e o Benzo(g,h,i)pireno (BghiP) foram indentificados como insuficientes para o nível de concentração identificados quando relacionados ao grau de carcinogenicidade. O Pireno (Py) e o Antraceno (Ant) não determinados e o Criseno (Cri) identificado como Limitada no quesito carcinogenicidade (WHO, 2000).

Segundo Drumm et al. (2014), a emissão de poluentes provenientes de combustíveis de origens fósseis, ocorre pelo fato da queima dos principais combustíveis gasolina e diesel acontecerem de forma incompleta resultando no lançamento de diversos compostos já que eles são combustíveis de origem mineral e compostos de carbono provenientes da decomposição de materiais orgânicos.

Oliveira et al. (2011), afirmam que nos ambientes urbanos a queima de combustíveis e matéria orgânica são as principais fontes de emissão de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Azevedo et al (2013) confirmam que dentre os combustíveis mais comuns o diesel é um dos responsáveis pela emissão de HPA. Neste sentido, o biodiesel surge como alternativa já que pode ser utilizado de forma adicionado ao diesel podendo minimizar o efeito da concentração de poluentes como o HPA como afirmam Magara-gomes et

al.(2012); He et al. (2010); Turrio-Balda et al. (2004); Cooper et al. (1996) e Hou et al. (2012).










O Quadro 2 identifica o grau de Carcinogenicidade dos HPA prioritários segundo o EPA (MACENO, 2010).

Quadro 2: Carcinogenicidade dos HPA.

HPA	sigla	Carcinogenicidade	Efeito na [] de HPA emitido com adição de B100 no Diesel
Naftaleno	NAP / NAPH	L	
Acenaftaleno	ACY / ACPY	N	
Acenafteno	ACE/ACN/ACP	N	
Fluoreno	FLU/FLUO	I	
Fenantreno	PHE/PHEN/PA	I	
Antraceno	ANT/ANTH	N	
Fluoranteno	FL/FLT/FANTH	N	
Pireno	PYR/PIR	N	
Benzo(a)antraceno	B (A) A / BALIR	S	
Criseno	CRI/CHR	S	
Benzo (b) fluoranteno	B (B) F	S	
Benzo(k) fluoranteno	B (K) F	S	
Benzo(a) pireno	B (A) P / BaP	S	
Indeno (1,2,3 –cd) pireno	IND / I (1,2,3-CD) P	S	
Dibenzo(a,h) Antraceno	D (A) A / DB (AH) A	S	
Benzo (g,h,i) perileno	B (GHI) P	I	

* Carcinogenicidade baseado na publicação de Costa(2001), citado por Maceno (2010).

* S = suficientes; I = insuficientes; L = limitados; N = não carcinogênico.

	Todos dados são concordantes para o aumento da []
	A maioria dos trabalhos apontam para aumento da []
	Não existe uma tendencia definida
	A maioria dos trabalhos apontam para diminuição []
	Todos dados são concordantes para a diminuição da []
Carcinogenicidade	
	Limitados
	Não carcinogênicos
	Insuficientes
	Suficientes

Fonte: Adaptada de Maceno, 2010.

2.4. Impactos do tipo de combustível na emissão veicular

Quando comparados os motores a diesel com motores à gasolina, a literatura aponta que estes possuem uma melhor eficiência relacionada ao tipo de combustível utilizado, especialmente no quesito potência, economia de litragem e de emissões de poluentes regulamentados como, por exemplo, dos hidrocarbonetos (HC) e monóxido de carbono (CO) (Schunder, 1992). Contudo, os motores à diesel tendem a ter uma emissão da quantidade de NOx e MP superiores aos veículos à gasolina (LIN et al., 2009).

Os motores a diesel são mais utilizados por veículos pesados como caminhões, máquinas industriais, ônibus e geradores (LIN et al., 2009).

Em motores a diesel, as emissões tentem a conter diversos poluentes tanto na fase gasosa ou como particulada como o caso de compostos carbonílicos e os HPA (LIN et al., 2009).

O diesel tende a ser mais eficiente no quesito combustível, mas polui mais do que motores a gasolina. Ainda que os motores à diesel representem 55% do mercado na Europa, 50% no Reino Unido, 70% na Espanha e na França, a tecnologia para minimizar o impacto da poluição do diesel quando comparado com a gasolina é muito mais cara, e, por este motivo a tendência é diminuir a produção deste combustível na Europa (JEREW, 2013). Neste sentido, substitutos do óleo diesel, vem sendo pesquisados para serem implementados para uso em motores diesel, sem que esse necessite de modificações, como é o caso do biodiesel.

Quando comparado a outros combustíveis, o biodiesel possui um número grande de cetanos, equivalente à gasolina, mas possui vantagens ao meio ambiente, pois tende a emitir menos CO₂ e MP quando comparado ao diesel (SANTOS e PINTO, 2009).

No processo de combustão do diesel a emissão de HPA é muito superior quando comparados à combustão da gasolina, além dos derivados alquílicos como os aldeídos. Todavia, a combustão da gasolina emite maior quantidade de aldeídos, benzeno e tolueno quando comparados ao diesel (BRAUN et al., 2003).

Os estudos envolvendo misturas diesel/biodiesel apontam resultados dispares e conflitantes. Phoungthong et al. (2017), por exemplo,

desenvolveram estudo envolvendo misturas de 40% e 50% de biodiesel e como resultado o estudo apontou que a concentração de HPA nas emissões na maioria dos testes diminuíram, contudo perceberam que a adição do biodiesel com origem de óleo de dendê fez aumentar a emissão de alguns desses compostos justificando pelo fato deste combustível ter na composição mais oxigênio o que faz aumentar a combustão quando comparado com o diesel puro (B0), ainda que tenham observado que as emissões reduziram quando aumentaram a proporção de B40 para o B50.

Guan et al. (2017), elaboraram testes envolvendo misturas diesel/biodiesel na proporção de 20% e 50% com comparações com emissões da combustão do diesel puro (B0). O resultado aponta uma redução na maioria dos HPA especialmente com a adição do B50. Alguns HPA curiosamente incidem efeito maior com a adição de B20 do que do B50 como no caso do Acenafileno que quando se adiciona B20 seu valor é alterado de 30,5/0,34 do B0 para 28,7/0,32 e com a adição de B50 o valor da concentração aumenta quando comparado com o B20 tendo média de 30,3/0,33 (mg/kWh) e outros HPA como o DbA, BbF e o BkF praticamente não sofrem alteração nos níveis de concentração com a adição do biodiesel.

Casal et al. (2014) testaram misturas diesel/biodiesel na proporção de 20% (B20) e observaram como resultado do trabalho que essas misturas contribuem significativamente para a formação de HPA. Observaram um aumento da concentração do Naf, Ace, Acen, Fen, Ant, Py.

Corrêa e Arbilla (2006) testaram misturas biodiesel/diesel na proporção de 2%, 5% e 20% comparando os resultados com o diesel puro e observaram uma redução média na concentração de HPA de 2,7% para a adição de B2 de 6,3% para adição do B5, redução de 17,2% para a adição de B20. Todavia, outros HPA como o caso do Fenantreno foi observado aumento na concentração com a adição do biodiesel.

Lea-Langton et al. (2013) também testaram misturas diesel/biodiesel e como resultado observaram redução na concentração dos HPA especialmente para o Naf, Fen, Flu, Py, BaA, Cri, BbF e BkF.

How et al. (2012), analisaram diversas misturas proporcionais de diesel/biodiesel tendo utilizado na pesquisa biodiesel a base de óleo de coco adicionando proporção de 10%, 30% e 50%. Observaram que de maneira geral

as emissões de HPA tiveram reduções médias de 40%, contudo o fluoranteno e o benzo(a)pireno tiveram seu nível de concentração aumentados.

Alguns fatores podem ser observados no desenvolvimento das pesquisas: o tipo do motor analisado, as condições de teste e o tipo do biodiesel. Todavia, na maioria dos trabalhos o resultado da adição de biodiesel (B5, B15, B20) é comparado com o B0.

No Quadro 3, são especificados os tipos de biodiesel mais utilizados em algumas pesquisas analisadas.

Quadro3: Tipo de biodiesel utilizado nas pesquisas

Referencias	Tipo de combustível	Referencias	Tipo de combustível
MAGARA-GOMEZ et al (2012)	Soja (50% e 100%) e sebo bovino (100%)	ENCINAR et al (2016)	Colza
ROJAS et al (2011)	Palma	DE SOUZA et al (2015)	Soja
HE et al (2010)	Soja	YANG et al (2016)	Palma
KARAVALAKIS et al (2011)	Soja	VOJTISEK-LOM et al(2015)	Colza
TURRIO-BALDASSARRI et al (2004)	Colza	RASHEDUL et al(2015)	Óleo vegetal
CASAL et al (2014)	Soja	BHUIYA et al(2015)	Soja
LI et al (1999)	Óleo residual	SINGER et al(2015)	Óleo vegetal
KARAVALAKIS et al (2011)	Palmeira e Colza	AGARWAL et al(2015)	óleo de cozinha
GUARIEIRO et al (2014)	Soja	SADIKSIS et al(2014)	óleo de madeira
YANG et al (1998)	Óleo Manganês	CORRÊA et al(2006)	Óleo vegetal
KHALILI et al (2005)	Óleo madeira	VOJTISEK-LOM et al(2017)	oleo vegetal
LEA-LANGTONA et al (2013)	biodiesel comercial	CORRÊA, S.M.(2008)	girassol
KARAVALAKIS et al (2012)	biodiesel comercial	PHOUGHTHONG et al(2017)	Palma
BERGVALLA et al (2009)	Óleo residual	YANG et al(2007)	óleo de cozinha
BALLESTEROS et al (2010)	Colza e óleo de cozinha	YANG et al (1998)	óleo residual
LIN et al (2006)	Palma	VOJTISEK-LOM et al(2015)	Colza
LOABSCHIED et al (2004)	Óleo residual	GIODA et al(2016)	Soja
COOPER, D.A. et al (1996)	Óleo residual	WILLIAMS et al(2006)	óleo residual
HOW et al (2012)	Coco	YILMAZ et al(2016)	óleo residual
MARTIN et al (2017)	Óleo de gordura	ALVES et al(2016)	Soja
MI et al (2000)	Óleo residual	Varun et al(2016)	Soja
HUANG et al (2015)	Soja	Yuan-Chung et al(2008)	Palma
LIM Ch (2005)	Óleo residual	WEI et al(2017)	óleo de cozinha
GRATZ et al (2000)	Óleo residual	PO-MING et al(2015)	óleo de cozinha
LIN et al (2006)	Óleo residual	DOBBINS et al(2006)	Óleo residual
SONG et al (2007)	Óleo residual	DURBIN et al(2002)	Soja
LEE et al (2005)	Óleo residual	LIANG et al(2005)	óleo residual
MARTINS, L.D.(2012)	Óleo residual	GUAN et al(2017)	óleo de cozinha
BORRÁS et al (2009)	Colza	FU et al(2015)	Soja

RHEAD (2003)	Óleo residual	LU et al(2012)	óleo residual
LEE et al (2011)	Soja	HOW et al (2012)	Coco

Fonte: Autoria própria

Observa-se na literatura, uma diversidade de tipos de matérias primas que originaram o biodiesel de teste, como óleo residual, óleo de soja, óleo de palma, óleo de coco, colza dentre outros, podendo este fator influenciar nos resultados.

O resultado dos níveis de emissão para biodiesel implica desde a manufatura deste combustível. Desta forma, o tipo de matéria prima utilizado é importante ser observado.

A Figura 17 demonstra a origem de diversas matérias primas e o processo que origina os óleos e/ou gorduras para fabricação do biodiesel.

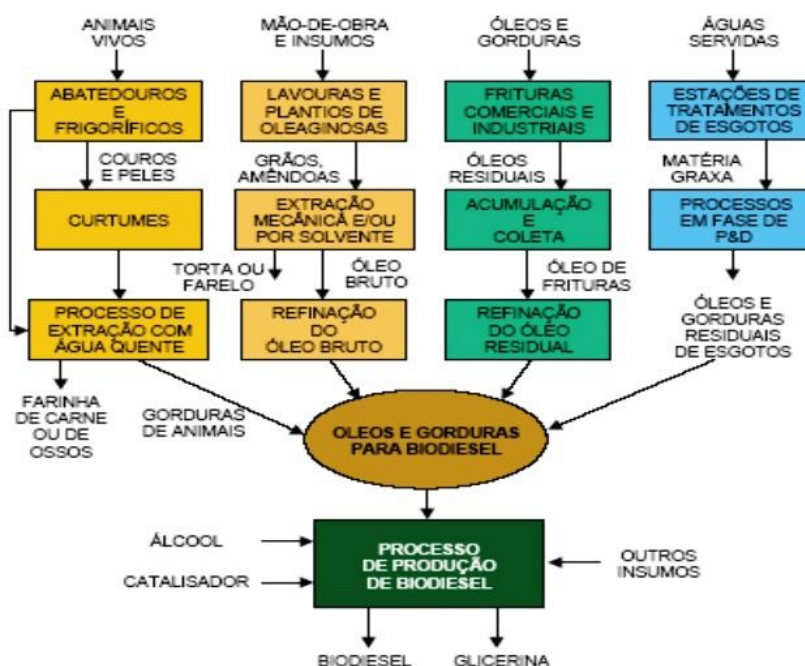


Figura 17: Origem de óleos e/ou gorduras para fabricação do biodiesel

Fonte: DIB, 2010.

De forma geral, o biodiesel é originado de óleos vegetais, gorduras animais ou residuais e a estrutura dos compostos das matérias primas possuem derivações equivalentes. Contudo, como a composição dessas

matérias primas são diferentes, o nível de emissão de poluentes pode ter pequenas diferenças.

O óleo de mamona, por exemplo, tem um grau de viscosidade maior em torno de 80%, o que mecanicamente pode entupir filtros de combustível ou bicos injetores (TOMA, 2009). Já os óleos e gorduras de origem animais tendem a possuir composição química equivalentes às dos óleos vegetais, sendo moléculas triglicéridicas de ácidos graxos (CARVALHO et al., 2015). O que diferencia os dois tipos de matérias primas é o tipo de distribuições dos ácidos graxos associados com o glicerol. Neste caso as gorduras de animais também podem ser utilizadas como matéria prima para biodiesel (TOMA, 2009).

Observa-se que os valores representador na Tabela 4, não são equivalentes entre os óleos vegetais. Todavia, quando comparados ao óleo diesel alguns valores passam a ser relevantes, como o poder calorífero, viscosidade e resíduo de carbono.

Tabela 4: Indicadores de matérias primas do biodiesel.

Características	Tipo de óleo					
	mamona	babaçu	dendê	soja	piqui	diesel
Poder calorífero (Kcal/Kg)	8913	9049	8946	9421	9330	10950
Ponto de névoa (°C)	10	26	31	13	26	0
Índice de cetano	nd	38	38-40	36-39	38	40
Densidade a 25°C	0,9578	0,9153	0,918	nd	0,9102	0,8497
Viscosidade a 37,8°C(cSt)	285	30,3	36,8	36,8	47	2,0-4,3
Destilação a 90% (°C)	nd	349	359	370	nd	338
Teor de cinzas (%)	nd	0,03	0,01	nd	0,01	0,014
Cor (ASTM)	1	0,5	1	nd	2	2
Resíduo de carbono	nd	0,28	0,54	0,54	nd	0,35

Fonte: Neto et al., 2000

Os óleos residuais são compostos de óleos refugos residenciais, de cozinhas industriais e comerciais e se transformou numa opção como matéria prima para produção de biodiesel. Todavia, o óleo residual a depender do nível de degradação, culmina em reações de oxidação em motores e também aumentar a produção de moléculas complexas e de compostos voláteis na emissão. Entretanto algumas vantagens condizem com o uso desta matéria

prima com o processo de fabricação mais simplificado, exigindo menos tecnologia associada, o custo é menor já que trata-se de refugo e, por fim, devido a questões ambientais já que minimiza o depósito desses refugos alimentares no ambiente (CHRISTOFF, 2006).

A utilização do óleo de soja é positiva de maneira geral quando comparada ao diesel tradicional. Entretanto, na avaliação dos níveis de emissão em algumas publicações, demonstram aumentar a quantidade de gases nitrogenados (NETO et al., 2000).

Diante das pesquisas realizadas e da importância do tema é importante o conhecimento se realmente a adição de biodiesel irá trazer contribuições para a redução das emissões de HPA. Para este tipo de esclarecimento uma das ferramentas que pode ser utilizada é a Representação do conhecimento que pode ser desenvolvida através do uso de redes complexas.

2.5. Representação do conhecimento

Com o crescimento e utilização mais frequente de novas tecnologias de processamento, a difusão de informações, em concomitância ao saber, se torna cada vez mais ágil. Esses recursos trazem consigo possibilidades de representações do conhecimento impensáveis em outras épocas (ALVARENGA, 2003).

A maioria dos estudos e tecnologias existentes, relacionam entre conceitos chave no sentido de recuperar uma informação ou difundir uma informação. Contudo, alguns estudos mais específicos desenvolvem-se no sentido de transferir a informação (DE GOMEZ, 1993).

Furgeri (2006) tratou da representação do conhecimento em sua dissertação de mestrado no sentido de recuperação de informações identificando pontos convergentes e divergentes entre linguagens documentárias da ciência da informação e as linguagens de marcação construídas e usadas pela área de computação.

Carvalho (2000) trata da representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva no artigo publicado na revista portuguesa de educação e no seu trabalho representa, de forma sintética, os principais estudos realizados e sua pontuação no sentido da teoria.

Giacomozzi e Camargo (2004) desenvolveram um estudo que culminou numa representação sobre a relação social de mulheres com seus parceiros fixos e a representação da sexualidade e prevenção a AIDS utilizando palavras associadas e terminologias da área por meio de tabelas com maior incidência demonstram que as mulheres que representam a amostra são conhecedoras da doença e sobre as questões que envolvem a prevenção, contudo a maioria não se previne .

Miranda (2007) analisou uma abordagem de etnoconhecimento e a representação em sistemas de organização do conhecimento dos afrodescendentes e as conjunturas culturais representadas pelo saber pelo tratamento de informações documentais de culturas indígenas e negras.

A representação do conhecimento é de natureza simbólica atribuindo a definição de representar como o ato de dispor de determinada forma os resultados de pensamentos, observações sobre fator ou de produções (DE GOMEZ, 1993). As informações no contexto mundial se difundem com uma precisão crescente, tendo uma parcela significativa da população global acesso a diversos bancos de dados por meio da internet, na maioria das vezes recorrendo ao auxílio de métodos automáticos de classificação e acesso aos dados (MOREIRA et al., 2004). A evolução da internet favoreceu muito o surgimento de outras formas de interação e comunicação em sociedade que integra as mídias antigas, além de difundir muito mais as informações e conhecimento disponíveis e acessíveis na web com é o caso da Web semântica descrito por Pickler (2007) que é um serviço de pesquisa e recuperação de dados na web de forma estruturada.

Neste sentido surgem muitos modelos de representação do conhecimento que, por meio dos aspectos visuais e análise de dados auferidos das observações e interpretações, possuem um papel significativo para a base tecnológica e da difusão de conhecimentos (VILLANUEVA et al., 2016).

O entendimento da dimensão da representação do conhecimento, está condicionada à dois conceitos centrais: a organização do conhecimento e a representação desse conhecimento. Estas definições são originadas da união de duas categorias: a ação e o objeto. Aufere-se que um segmento tem como eixo de análise o conhecimento e todos os fatores demandantes deste objeto, que é a organização e a representação desses fatores demandantes. Diversos

instrumentos são resultados da sintetização dessas análises como: processos e produtos ou uma mescla entre eles como interposição objetivando um conhecimento mais claro sobre determinado assunto (VILLANUEVA et al., 2016).

Um dos marcos da abordagem contemporânea da representação do conhecimento foi a publicação de Dahlberg em 2006, após o periódico *Internacional Classification* (Classificação Internacional) ter alterado seu nome para *Knowledge Organization* (Organização do Conhecimento) e assim definiu o conceito de organização do conhecimento como compreendemos hoje, ou seja, uma estrutura lógica de uma representação conceitual e as subdivisões destes conceitos associadas ao saber (FUJITA, 2014).

O conhecimento, quando representado, possui elementos característicos contendo elementos do conhecimento, unidades do conhecimento, unidades abrangentes do conhecimento e sistemas do conhecimento. Os elementos do conhecimento referem-se ao saber e propriedade de quem explora o tema adquiridos na sua história profissional e de vida.

Carvalho (2000), descreve a representação associada a teoria da flexibilidade cognitiva, que busca a aquisição de conhecimentos mais específicos em campos complexos e menos estruturados, objetivando desenvolver flexibilidade cognitiva requerida em processos de transferência do conhecimento para novos processos, técnicas ou teorias. A flexibilidade cognitiva, trata da inteligência que um sujeito detém diante um problema novo, buscando reorganização do conhecimento para solucionar um problema estabelecido.

Existem diversas formas de representação de como um conhecimento pode ser trabalhado, por exemplo, por meio de mapas conceituais. As unidades do conhecimento são extratos das características dos conceitos, geralmente simbolizados por um nome, uma palavra, um termo ou um código. As unidades abrangentes do conhecimento tratam-se da junção entre conceitos em enunciados e denominações ou detalhados em forma de texto. E por fim, os sistemas de conhecimento, baseiam-se em composições de conhecimento arrumadas e planejadas numa estrutura coesiva (FUJITA, 2014). A estrutura da representação pode ser feita de diversas formas o que implica no objetivo da

análise ou sintetização e no contexto como no caso da pesquisa de diagnóstico empresarial.

Contudo, algumas sínteses de conhecimento são mais utilizadas na literatura, como por exemplo, as redes neurais, os sistemas de frame, as redes semânticas, lógicas de descrição, a revisão de crenças e os mapas conceituais e mentais.

As redes neurais foram inspiradas inicialmente nas qualidades intrínsecas do homem e consigo, forma de interpretar por percepção, memória endereçada por conteúdo e o raciocínio de senso comum. Essas habilidades são natas do ser humano já que o cérebro é quem processa as informações por meio do sistema nervoso, composto de diversos neurônios. Portanto, as redes neurais, são compostas de campo de processamento tendo como eixo a distribuição e o paralelismo da informação diante de elementos processadores de contextos relativamente simples e é muito utilizada para representar o conhecimento de temas onde são passíveis de existir diversas hipóteses na sintetização do conhecimento (OLIVEIRA, 1997).

Outra questão que pode ser destacada no contexto da representação do conhecimento é a ontologia que é o meio de caracterizar de maneira formal definições que dão estrutura a um domínio específico e também a simetria entre eles, classificando e dimensionando de maneira mais ágil por meio de sistema computacional.

Os sistemas frame são tipos de organização do conhecimento que parte do princípio que o saber humano é estruturado na totalidade e não de forma segmentada. Os conceitos são organizados internamente em subconjuntos denominados cenas, que estão contidas nas crenças, experiências ou pensamentos (MULLER e CHISHMAN, 2013).

As lógicas de descrições caracterizam-se como uma evolução da representação do conhecimento relacionado a um objeto ou frames onde possui subdivisões de estrutura lógica. São formalizações do conhecimento e interpretação desse conhecimento, tendo sido a sintaxe deste contexto definida visando obter um raciocínio mais eficiente (VIEIRA et al, 2005).

A revisão de crenças está relacionada com a forma como o conhecimento de um objeto analisado pode ser modificado no sentido do estado epistemológico quando sujeito a novas informações ou definições sobre este

objeto. Desta forma, analisa-se o estado epistemológico consequência da inserção de novas idéias ou informações (VIEIRA et al., 2005).

Os mapas conceituais e mentais são formas de representação que relacionam informações e conhecimento que um indivíduo possui ou extraídos de uma teoria que são representados de forma estruturada envolvendo conceitos e suas ligações (BELLUZZO, 2007), muito utilizado na área acadêmica para difusão de conhecimentos.

As redes semânticas são formas de representação do conhecimento que modelam relações entre objetos de estudo analisados e buscam explicitar a estrutura de uma rede específica ou relações entre os atores (FADIGAS et al., 2009).

Os dados principais utilizados para projeção de redes semânticas que compõem este trabalho foram originados por meio de uma das técnicas utilizadas para mineração de conhecimento, que é denominada revisão sistemática e será descrita seguir.

2.6. Revisão Sistemática e Metanálise

Segundo Lovatto et al (2007), a quantidade de publicações de maneira geral em todos os âmbitos da ciência, cresceu substancialmente, favorecendo a busca e difusão do conhecimento. A produção científica é a base para o aperfeiçoamento de tecnologias e o entendimento sobre temas específicos.

A revisão sistemática é uma metodologia atual para avaliar um conjunto de dados simultaneamente, podendo ser aplicada em diversas áreas do conhecimento como a medicina, biologia, ambiental dentre outras especialidades. Ainda que seja mais comumente utilizada na obtenção de provas científicas de intervenções na área de saúde, pode ser utilizada com outros objetivos, como por exemplo, embasar uma decisão na medida em que permite que o avaliador consiga diferenciar um tratamento mais eficiente, por exemplo, ou mais utilizado e ainda solucionar controvérsias em diagnósticos ou questionamentos (ATALLAH, 1997).

Castro (2001) fez uma analogia entre o processo de revisão sistemática e a montagem de um quebra cabeça na medida em que os dados ou publicações são vistos como peças amontoadas desorganizadas que podem

inclusive se equivaler a diversos tipos de quebra cabeças. Quando se faz uma revisão sistemática procura-se encontrar peças que possuem utilidade ao quebra-cabeça escolhido e ainda sim é possível se identificar peças duplicadas, por exemplo quando os resultados da pesquisa são publicados em trabalhos diferentes, peças que tem um grau de exigência maior de ser identificada como por exemplo trabalhos que não são publicados em arquivos digitais ou outras questões.

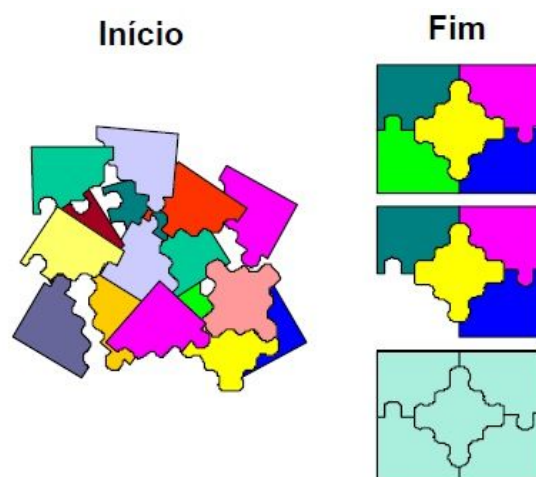


Figura 18: Ilustração do objetivo da revisão sistemática

Fonte: CASTRO, 2001

Na medida em que são agrupados e selecionados os trabalhos a serem analisados, é possível ocorrer três situações: (i) quando a análise é eficiente o quebra cabeça pode ser identificado na sua forma completa e assertiva os grupos; (ii) quando a análise é eficiente, mas não é possível identificar de forma ampliada diferenças entre os grupos, o quebra cabeça fica incompleto e o resultado do estudo não é preciso; (iii) quando na seleção dos trabalhos não se identifica pesquisas que respondam a questão da revisão sistemática, o quebra cabeça não possuirá peças significativas para a análise.

O termo metanálise foi inicialmente descrito no artigo *primary se-condary and metanálisedo* periódico *Educational researcher* por Glass, G.V. que definiu a técnica em 1977 como a análise de uma quantidade considerável de estudos complementando os resultados entre as pesquisas ampliando definições e informações a respeito de um tema (PISSINI, 2006).

A metanálise é oriunda das ciências sociais seguidamente pela área de educação, medicina dentre outras. Ainda que o termo tenha sido cunhado por

Glass (em 1935), Fisher descreveu sobre o significado da reunião de fontes diversas para definição mais precisa de determinado assunto de pesquisa combinando valores e resultados. Esta foi a base para que matemáticos como Cochran em 1954 e Mantel e Haenszel em 1959 desenvolvessem técnicas matemáticas que culminaram na essência da técnica metanalítica atual (LOVATTO et al., 2007).

Piissini (2006) define metanálise como uma ferramenta da estatística que busca a relação e comparação de diferentes resultados em publicações independentes com o intuito de obter maior eficiência por meio do tratamento e conclusões sobre o quesito observado.

A metanálise é caracterizada como uma metodologia e um paradigma, na medida em que o pesquisador, quando reúne trabalhos diversos, quantifica conclusões (LUIZ, 2002). A metanálise é uma ferramenta que conduz a tomada de decisões mais respaldadas (BRUMANO, 2008).

Roscoe e Jenkins (2005) afirmam que a metanálise dispõe diferentes pesquisas em um mesmo banco de dados e por meio de análise e métricas são identificados as variâncias dos resultados na medida em que são usados fatores comuns entre estas pesquisas. Em resumo, consiste em um modelo de sintetização de uma variedade de conclusões em um campo de estudo específico.

Na metanálise são combinadas informações de coletas sob diferentes circunstâncias visando conclusões mais assertivas do que quando citadas de uma fonte única.

Dentre os fatores positivos da aplicação da ferramenta destacam-se o enfoque e efeito amplo da reunião de trabalhos e da padronização de dados cuja base da pesquisa ainda que sendo diferentes, permitiram análises e conclusões em equiparações dos resultados de um mesmo assunto abordado, permitindo inclusive se obter uma síntese dos dados contraditórios (LOVATTO et al., 2007).

O processo de metanálise é sequenciado percorrendo a formulação dos problemas, coleta e análise dos dados e relatório de resultados. Os objetivos do uso da metanálise são assertivos quando se busca obter novos resultados, síntese de resultados contraditórios, ter uma precisão analítica mais assertiva, melhorar a representatividade ou como ajuda na planificação de hipóteses

novas numa pesquisa (PISSINI, 2006). Contudo, o tratamento dos dados é dependente da fonte onde foram identificados, o que implica na descrição e avaliação das informações (LUIZ, 2002).

É importante observar os fatores relativos às publicações que podem implicar nos resultados destas publicações como no caso do experimento, recursos e metodologia utilizada (BRUMANO, 2008).

A sequência utilizada no método da metanálise é iniciada com a definição dos objetivos do estudo, a seguir sistematiza as informações (alocando os dados seguindo um padrão pré-definido). Codificam-se os dados e depois filtra esses dados. A análise dos dados ocorre por meio da utilização de gráficos, de um meta-dispositivo experimental e por meio de ponderações. A escolha do modelo estatístico é de fundamental importância neste processo de análise dos dados, além do fator explicativo qualitativo ou quantitativo, considerando sempre os fatores que influenciam nos resultados do estudo. Após a análise dos dados objetiva-se obter uma heterogeneidade entre resultados do estudo e conclusões sobre o que se propõe a pesquisa (LOVATTO et al., 2007).

A simulação, no estabelecimento da análise dos dados quantificados, são dependentes do método estatístico apropriado. Dentre estes métodos e procedimentos, incluem-se a regressão linear, não linear e múltipla já que são utilizados na determinação da relação entre variáveis em questão quantificando e pontuando o resultado (BRUMANO, 2008)

2.7. Redes Complexas

Segundo Newman, Barabase e Wats (2006), as redes fazem parte de todo contexto que cerca a humanidade. Seja na internet, nas relações econômicas e comerciais, nas redes virais e de transmissão de doenças e inclusive em redes de terrorismo. Newman (2010) complementa as variações possíveis de criação de redes e questiona as possibilidades de análises das formas e estruturas que o sistema pode representar. Assim, os sistemas e as propriedades relativas à sua formação podem ser mensurados, dentre estes quesitos a forma como os dados são estruturados e projetados em forma de grafo (Figura 19). Um grafo é uma projeção representativa de uma matriz

topográfica composta por um conjunto de vértices denominados “nós” que são alinhados por meio de arestas (BARABÁSI, 2003).

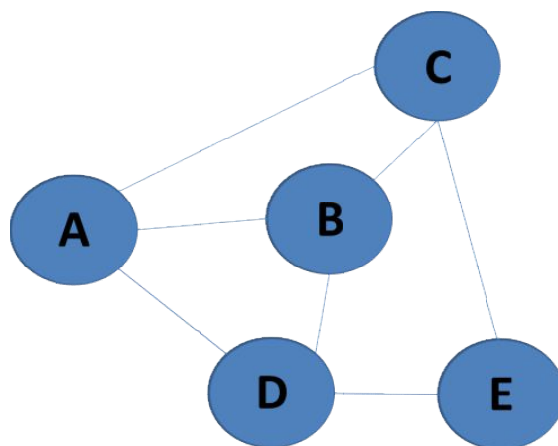


Figura 19: Exemplo de um Grafo

Fonte: Autoria própria

A Figura 19 representa um grafo composto de 5 nós e as respectivas relações. Onde “A” possui relação com “C”, “B” e com “D”; “B” possui relação com “A, C e D”; “C” possui relação com “A, “B” e “E”, “D” possui relação com “A, B e E” e o “E” que possui relação com “C e D”.

Com o crescimento da complexidade e interatividade na conjuntura de dados, muitas vezes é difícil fazer projeções a olho nú, já que algumas chegam a conter milhões de vértices que são ligações entre objetos de estudo (NEWMAN, 2010).

A área de redes configuradas como grafo, desde 1735, é iniciada por meio da equação de Euler, um matemático, que solucionou um problema das pontes de Königsberg, sendo este o marco da teoria dos grafos (METZ et al., 2007).

O desenvolvimento da teoria dos grafos foi originado de questões envolvendo jogos e quebra-cabeça em contradição a outros ramos da matemática que as teorias foram incentivadas pelo envolvimento de cálculos, movimentos e outras fontes. Na visão da matemática a análise inicial do quebra-cabeça aparentava simples e sem muito significado, mas foi ganhando

proporção na medida em que as teorias foram aprofundadas (SILVA, 2014). A Figura 20 ilustra a importância dos gráficos para o estudo de redes complexas.

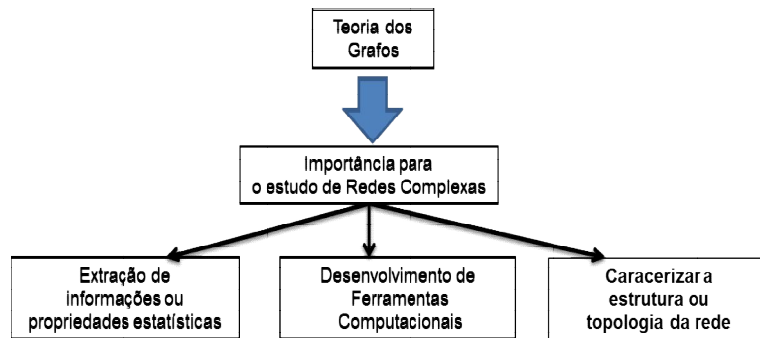


Figura 20: Importância da Teoria dos Grafos para o Estudo de Redes Complexas. Fonte: SILVA, 2014.

A teoria dos grafos foi de suma importância para demonstrar fenômenos e auferir informações e propriedades estatísticas. Para isso o desenvolvimento de ferramentas computacionais e o avanço da tecnologia favoreceu muito os estudos especialmente no que tange a caracterização das estruturas da rede e análise topológica.

Os principais autores que desenvolveram e aprimoraram os estudos sobre redes complexas são representados na Figura 21.

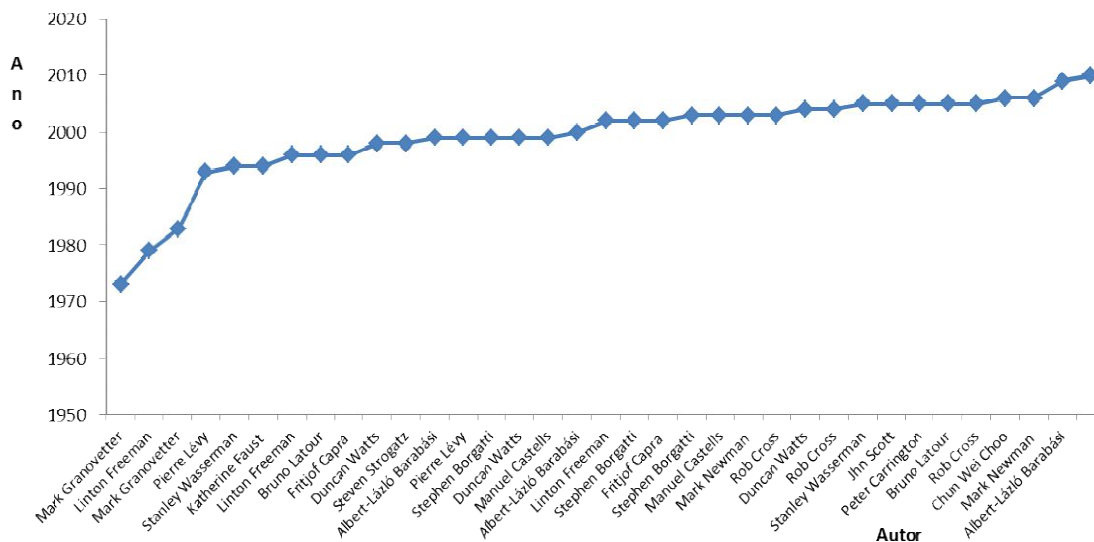


Figura 21: Principais autores responsáveis por marcos históricos na teoria de redes complexas. Fonte: FERREIRA, 2011

Existem muitas formas de interpretar uma rede complexa. O primeiro passo na análise de uma rede é a definição do tipo de dado que será analisado. Os envolvidos na análise possuem geralmente uma noção prévia sobre o que será investigado, essencialmente ligando características comuns, envolvendo uma condição interpretativa. Neste quesito, os pesquisadores têm desenvolvido novos métodos de análise adequada ao estudo em questão (SCOTT, 2000).

Os principais modelos de estruturas de redes complexas são: *Small World* ou mundo pequeno (proposta por WATTS-STROGATZ, 1998), Redes aleatórias (proposta por ERDOS-RÉNYI, 1960) e Redes livres de Escala ou *Scale Free* (proposta por BARABASI-ALBERT, 1999).

Caracteriza-se como Mundo Pequeno uma rede cujo caminho entre os vértices é pequeno e os nós são altamente agrupáveis. As redes aleatórias não possuem critérios que fazem conjugação entre ligações com outras e caracterizam-se pela quantidade de nodos “N” e pela possibilidade de uma ligação qualquer das $N(N-1)/2$ ligações possíveis entre os nodos diferentes seja estabelecida. As redes do tipo livre de escala, os nós possuem pouca ligação se opondo a uma quantidade mínima de nós que possuem muitas ligações. Neste tipo de rede a distribuição de grau tende a seguir a lei de potência.

Diversos trabalhos identificaram o modelo mundo pequeno como resultado dos estudos conforme o Quadro 4.

Quadro 4: Exemplo de estudos que identificaram a tipologia de rede Mundo Pequeno.

Autor	Título da Publicação
BATTISTON,S. e CATANZARO,M.	<i>Statistical properties of corporate board and director networks</i>
CALDARELLI,G. e CATANZARO,M.	<i>The corporate boards networks</i>
DAVIS,G.F. et al	<i>The small world of the American corporate elite, 1982–2001</i>
STROGATZ,S.H.	<i>Exploring complex networks</i>
CONYON,M. e MULDON,M.	<i>The small world of corporate boards</i>

Autor	Título da Publicação (Continuação)
NEWMAN,M. et al	<i>Random graphs with arbitrary degree distributions and their applications</i>
CALDARELLI,G.	<i>Scale-Free Networks. Complex Webs in Nature and Technology</i>
ROBINS,G. e ALEXANDER,M.	<i>Small worlds among interlocking directorates: Network structure and distance in bipartite graphs</i>
KOGUT,B. et al	<i>The Small Worlds of Corporate Governance,</i>
SINANI,E. et al	<i>Corporate governance in Scandinavia: comparing networks and formal institutions</i>
DURBACH,H.P.	<i>An analysis of corporate board networks in South Africa</i>

Fonte: SANKOWSKA, 2016

A Figura 22 ilustra alguns tipos de topologias de rede onde é possível identificar a forma de algumas redes complexas.

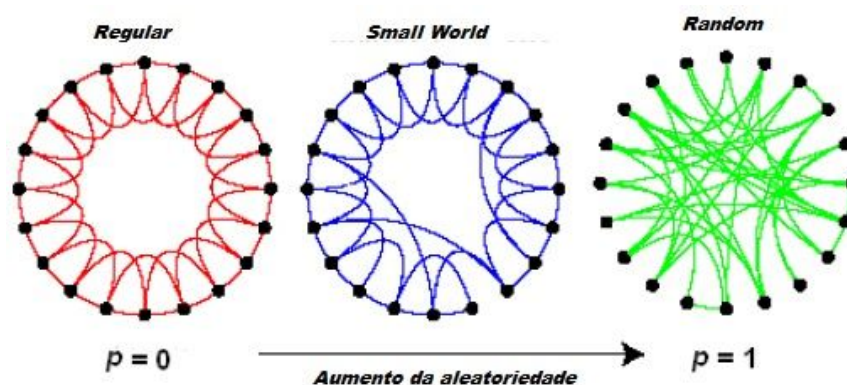


Figura 22: Exemplos de modelos de redes complexas.

Fonte: ANDRADE et al.,2014.

As principais propriedades de redes complexas estão descritas no Quadro 5.

Com relação às propriedades das redes, as caracterizações tratam desde os nós da rede até ocnjunturas mais complexas. Os nós podem ser caracterizados, por exemplo, quanto as conexões no sentido de quantas arestas direcionadas são apontadas para um nó ou quantas são originadas de um nó, além da quantidade de arestas que incidem em um nó. Desta forma os nós são ordenados quanto ao quesito centralidade de grau.

Quadro 5: Principais propriedades das redes complexas

Propriedade da rede	Definição
Número de vértices	É identificado pela cardinalidade do conjunto V ($n= V $) o qual indica a ordem do grafo.
Número de Arestas	É originado pela cardinalidade do conjunto A ($m= A $) o qual determina o tamanho do grafo, já que está associado ao número de conexões entre os nós da rede.
Grau de um vértice	Identifica a quantidade de conexões entre cada vértice da rede.
Grau Médio	Tomando todos os vértices da rede, o grau médio é a quantidade média de conexões entre os vértices, geralmente é representado por “K”.
Densidade	Está associada a propriedade de coesão da rede, ou seja, a razão entre a quantidade de aresta existentes e o número máximo possível.
Caminho Mínimo Médio	Está relacionado a média das distâncias geodésicas de todos os pares de vértices de uma rede.
Coefficiente de Aglomeração	Relaciona-se à medida que calcula até que ponto os vizinhos de um vértice qualquer são vizinhos entre si.

Fonte: BRAGA et al.,2014

A evolução da informatização e da tecnologia, dos sistemas computacionais e processos de comunicação e armazenagem de dados têm favorecido cada vez mais a análise de redes maiores. O que no passado só era possível em agrupamentos menores e nas propriedades de vértices individuais ou arestas, hoje é possível identificar propriedades estatísticas em escalas maiores (METZ et al., 2007).

Com a análise de redes é possível auferir conclusões sobre o padrão dos dados e análise dos seus respectivos indicadores para melhor entendimento de questões de pesquisa.

Como a proposta deste trabalho envolve um saber que já foi analisado por diversas pesquisas no mundo, tratando do resultado da adição de diesel/biodiesel e o efeito sobre a poluição atmosférica especialmente sobre a emissão de HPA, a representação do conhecimento é uma forma de buscar a percepção de informações associadas já que o resultado das pesquisas são conflitantes tendo no seu resultado aumento da emissão de HPA e em outros casos diminuição da concentração de HPA com a adição proporcional de biodiesel. Além dessa questão informações como os principais estudos utilizados nos trabalhos, os autores mais influentes, instituições origem das pesquisas, termos, métodos e palavras chave mais utilizadas nas pesquisas podem ser representadas por meio de redes semânticas.

3.METODOLOGIA

O desenvolvimento metodológico do presente trabalho está descrito esquematicamente na Figura 23. A seguir serão detalhados todos os parâmetros e condições estabelecidas para o desenvolvimento e avaliação da pesquisa.

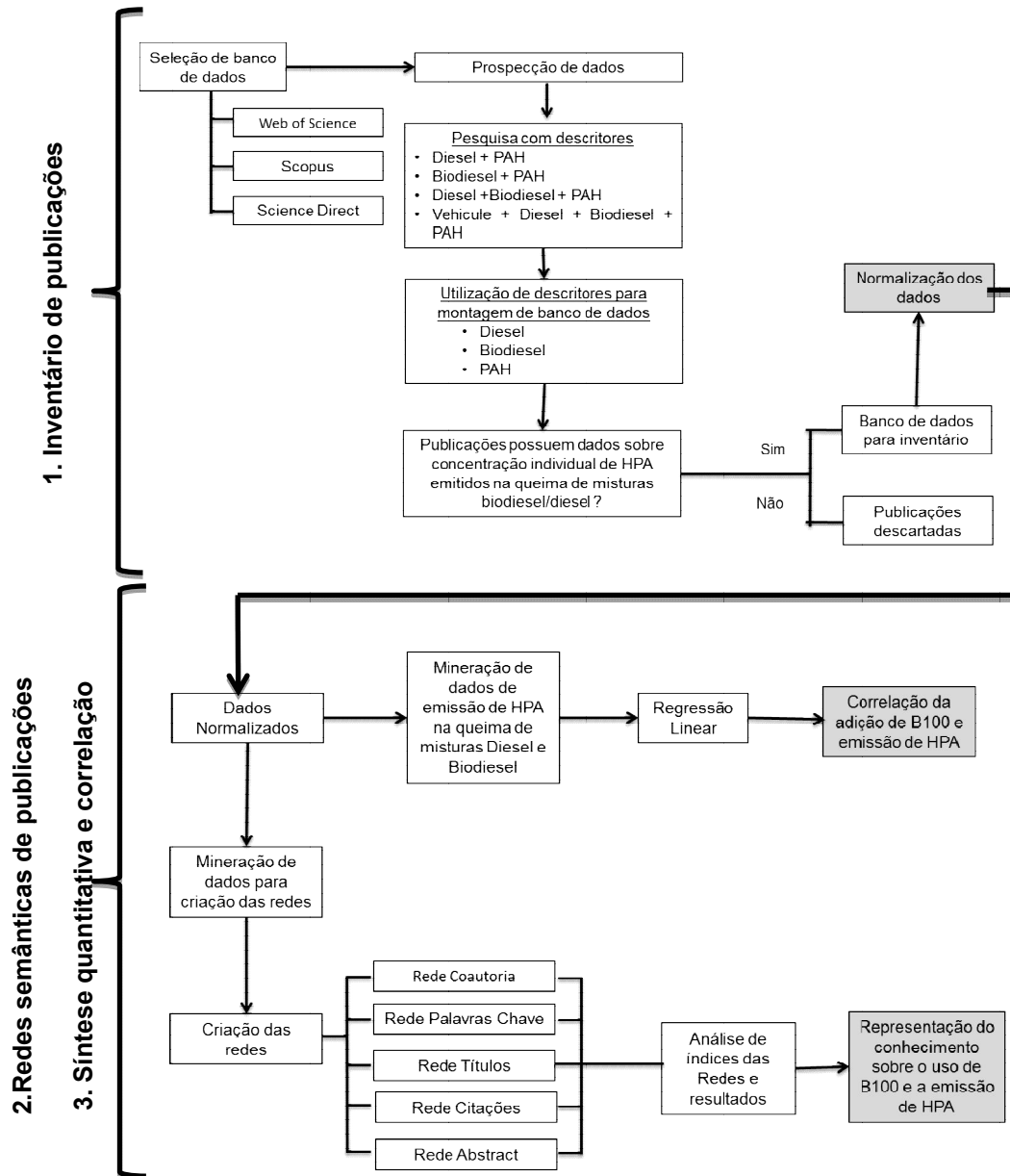


Figura 23: Fluxograma de etapas da metodologia utilizada para a representação do conhecimento sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel.

Conforme detalhado na Figura 23, a pesquisa foi de cunho exploratório, na medida em que se trata de um estudo e análise de dados que contemplam um objetivo a ser investigado. (LAKATOS E MARCONI, 2010).

A principal investigação desta pesquisa concentra-se nos resultados de estudos sobre a adição de biodiesel ao diesel e a emissão de HPA tendo como base a representação deste conhecimento. Para tanto foram utilizadas análises quantitativas de dados das publicações entre os anos de 1998 à janeiro de 2017 e a análise de redes com o objetivo de tornar esse conhecimento mais representativo auferindo outras informações associativas. Portanto, foi subdividido em três principais ações culminando ao final com a análise dos resultados quantitativos das pesquisas.

3.1. Inventário de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel

A elaboração do inventário de publicações sobre HPA emitidos na queima de misturas diesel/biodiesel foi realizada através de uma revisão sistemática baseada nos 8 passos propostos por Souza e Ribeiro (2009) descritos na Figura 24.

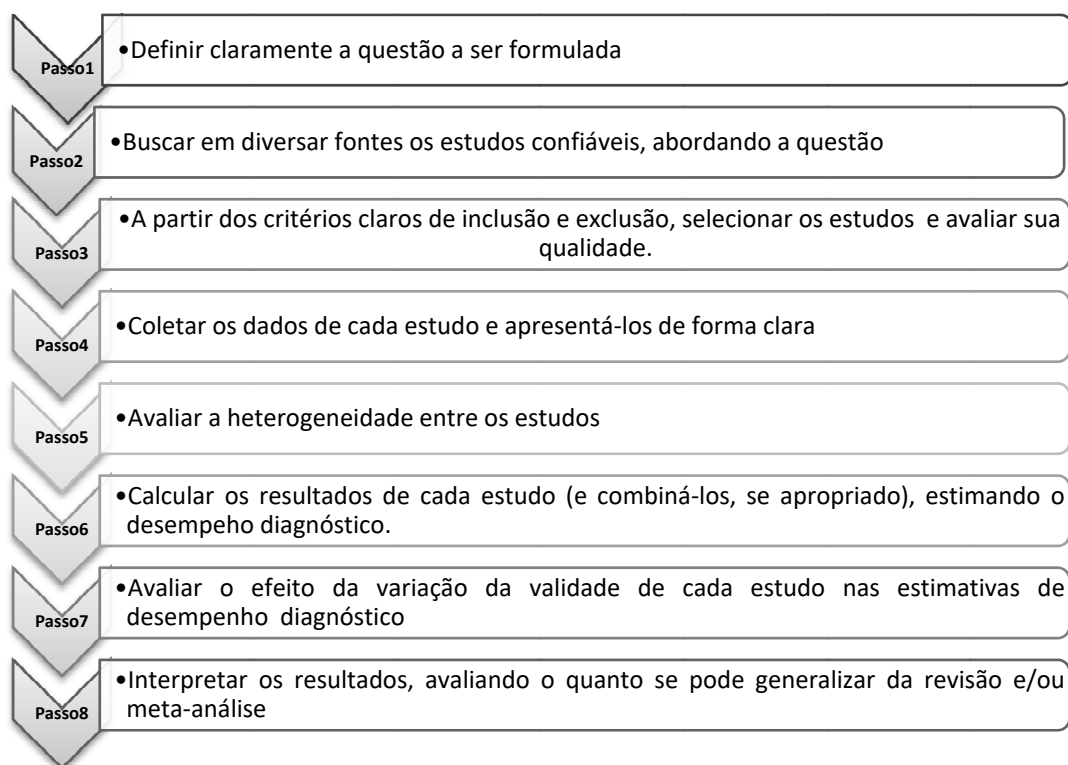


Figura 24: Passos para a Elaboração da Revisão Sistemática.

Fonte:Souza e Ribeiro (2009)

Como passo inicial da revisão sistemática foi definido a relação entre a adição de diesel/biodiesel e a concentração de HPA emitida na queima do combustível em motores ciclo diesel.

Para a criação do inventário de HPA foram prospectados e analisados estatisticamente os dados quantitativos de três dos principais bancos de dados de publicações mundiais: *Science Direct* (www.sciencedirect.com), *Scopus* (www.scopus.com) e *Web of Science* (www.webofknowledge.com).

Para verificar a dimensão de publicações existentes na literatura sobre o tema da pesquisa foram utilizados descritores na revisão sistemática os termos em inglês: *diesel*, *biodiesel* e *PAH*. Em seguida, foram utilizadas quatro combinações de descritores em inglês: i) *PAH and diesel*; ii) *PAH and biodiesel*; iii) *PAH and biodiesel and diesel*; e vi) *PAH and vehicular and diesel and biodiesel*.

Os dados foram tratados para identificar os principais periódicos das referidas plataformas e quantificadas as publicações destes periódicos nas três plataformas para que após a análise estatística sejam apontados os principais periódicos com evidência mundial com parâmetro temporal de até 20 anos de pesquisa entre o ano de 1998 até janeiro de 2017.

O terceiro passo utilizado na revisão sistemática foi a inclusão e exclusão dos estudos que comporiam o inventário. A questão determinante foi a apresentação de resultados de forma clara sobre os HPA prioritários e cujos dados tivessem sido publicados individualizados. Muitos artigos trazem apenas os resultados da emissão de HPA totais, sendo estes excluídos por não ser possível coletar os resultados de cada HPA para análise. A qualidade do periódico onde o estudo foi publicado também foi levada em consideração buscando priorizar os artigos classificados como A1 segundo os parâmetros Qualis da CAPES para a área interdisciplinar e o fator de impacto das revistas onde os trabalhos foram publicados.

O quarto passo foi a coleta dos dados e apresentação de forma clara desses dados. Os dados foram organizados em planilhas individualizando todos os 16 HPA e apresentando os resultados dos estudos, os trabalhos foram identificados e enumerados. Os dados do nível de emissão de HPA na

queima do tipo do combustível foram dispostos na planilha seguindo a ordem crescente no nível de adição do biodiesel que vai desde o B0 (diesel puro) até o B100 (100% de biodiesel).

Para avaliar o nível de heterogeneidade entre os estudos, foi observado que a unidade de medida padrão utilizada nos resultados dos estudos não eram padronizada. Assim, foi estabelecida uma relação de proporcionalidade com o combustível B0 (diesel puro) para todos os resultados, os desvios padrões dos resultados foram dispostos de (-)100% à (+) 100% em relação aos dados do B0 para cada tipo de mistura combustível estudada, favorecendo as análises seguintes.

A Revisão Sistemática foi feita por meio da: (i) análise diacrônica, relacionada ao período das publicações incluindo o fator tempo ou ano quando os resultados das pesquisas foram publicados; (ii) análise geográfica, que denota inferência sobre locais onde são desenvolvidas pesquisas; (iii) análise dos modelos e métodos relevantes utilizados pelos trabalhos publicados em periódicos de maior impacto.

O sexto, sétimo e oitavo passos da revisão sistemática relacionam-se ao item 3.3 deste estudo que representa os cálculos dos resultados dos estudos e desempenho diagnóstico dos resultados (correlação), avaliação da variação e interpretação e conclusões.

3.2. Redes semânticas de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel

Com base no inventário de publicações de pesquisas envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA foram minerados os dados obtidos na revisão sistemática para gerar as redes semânticas.

A criação das redes foi importante para a percepção de informações associadas, pois quando se adquire novas informações a percepção sobre um determinado item analisado tende a ser ampliada. Desta forma, foram estabelecidas redes de: (i) coautoria, (ii) palavras-chave; (iii) títulos; (iv) citações; e (v) abstract.

Os objetos a serem analisados para mapeamento da área temática foram os pesquisadores envolvidos com o tema relacionado, o conteúdo dos

trabalhos desenvolvidos por estes pesquisadores e os trabalhos propriamente ditos como, por exemplo, observar a força de impacto que os trabalhos ou pesquisa têm na comunidade científica mundial.

Para estabelecimento das redes foram elaborados bancos de dados utilizando o programa excel (2010), gerando por conseguinte um arquivo no formato de rede (.NET). Para o desenvolvimento e a análise das redes foram utilizados os programas Gephi (0.9.1) e Pajek(301).

Os índices de rede são importantes para definição das características e comportamento das redes analisadas. Desta forma, foram identificados: (i) o tamanho da rede; (ii) a forma como seus componentes interagem; (iii) a quantidade de ligações entre os nós (representados pelos pesquisadores); e (iv) a forma como se distribui a conectividade entre os atores. O tamanho da rede está associado ao número de arestas da rede. O caminho mínimo médio está atrelado a rota menor distância entre nós da rede. Os nós foram analisados e identificados os nós centrais da rede e os nós que possuíam maior conectividade.

Existem diversas formas de se analisar uma rede, seu tamanho, topologia, grau de interação entre os vértices dentre outros fatores. Como o objetivo deste trabalho é mapear o conhecimento associado ao inventário de publicações envolvendo pesquisas sobre HPA, utilizou-se três indicadores como referência de análise das redes a centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação.

A rede de coautoria foi estabelecida tendo os autores designados como vértices e as arestas representando os pares entre os pesquisadores que publicaram juntos os respectivos trabalhos. Foi analisada a coautoria entre pesquisadores das publicações selecionadas e calculados os principais índices de rede como: o grau médio, diâmetro da rede, densidade, quantidade de componentes, coeficiente de aglomeração e caminho mínimo médio. Ademais, foi projetada uma rede aleatória com o mesmo número de vértices e grau médio da rede real e os resultados comparados objetivando a análise de sua topologia.

O objetivo principal da rede de coautoria foi analisar a relação entre pesquisadores e entre instituições no mundo que pesquisam a emissão de HPA envolvendo misturas biodiesel e diesel. Foram identificados os

personagens centrais da rede, ou seja, os pesquisadores mais influentes e instituições que publicam sobre o tema e quais países estão mais envolvidos com a questão de pesquisa analisada.

Para avaliar as principais palavras chave utilizadas nas pesquisas, foi elaborada a rede de palavras chave. Para criação desta rede foram coletadas todas as palavras chave dos artigos do inventário, estas foram estabelecidas numa planilha do excel fazendo conexão entre si, tendo as palavras designadas como vértices e as arestas representando as ligações entre essas palavras, em seguida foi estabelecido o arquivo no formato .NET para gerar a rede. Foram calculados os principais índices da rede dentre eles o grau de centralidade e grau médio, ou seja, os termos que foram mais utilizados como palavras chave nos trabalhos publicados com o objetivo de comparar a assertividade na seleção dos termos usados na revisão sistemática deste trabalho.

O objetivo principal da rede de citação foi identificar os trabalhos mais relevantes na comunidade científica mundial, ou seja, os trabalhos mais citados. Os trabalhos que possuem maior grau médio, grau de centralidade, o tamanho da rede, a densidade dentre outros indicadores. Para a criação da rede de citação foram coletadas todas as referências bibliográficas contidas nos trabalhos e disponibilizadas numa planilha excel, foi estabelecido um código no seguinte formato: "Citacao#", onde # foi um número sequencial de 1 a "n". Para a codificação foi observado que os títulos repetidos, de modo que estes foram utilizados com o mesmo código para em seguida ser gerado o arquivo .NET para criação da rede de citação.

Para a criação da rede de títulos foram coletados todos os títulos dos artigos do inventário, estes foram transcritos para o word, traduzidos para o português e minerados os dados utilizando como parâmetro o método descrito por Pereira et al. (2011) para redes semânticas. Em seguida os termos/palavras foram estabelecidos numa planilha de excel e vinculados entre si sendo designados como vértices os termos e as arestas representando os pares entre a ligação dos termos que formam o título. Em seguida, foi gerado o arquivo no formato ".NET" e projetada a rede de títulos. O objetivo principal desta rede foi analisar os termos mais relevantes e atuais utilizados com

predominância nas publicações tendo como parâmetro a análise dos principais índices de rede.

Na criação da rede de Abstract foram extraídos os resumos de todos os trabalhos do inventário, traduzidos para o português e utilizado o método descrito por Pereira et al. (2011) para redes semânticas, minerando os dados acoplado termos representativos de acordo com a base temática, extraíndo os termos principais e dispendo-os em uma planilha de excel fazendo a relação entre os termos de cada publicação. Em seguida, foi gerado um arquivo “.NET” e estabelecida a rede de Abstract, cujo o objetivo principal foi identificar indicativos de tendência, métodos mais utilizados nos trabalhos e os termos mais utilizados nos resultados desses trabalhos por meio dos indicadores de rede.

Por fim, pretendeu-se recomendar temas que são atrelados a identificação de problemas em aberto ou não respondidos ainda com pesquisas e desenvolver um sistema de representação do conhecimento por meio da taxonomia, identificando grupos de pesquisas ou instituições, classificando e pontuando quanto ao grau de impacto, além de identificar possibilidades destes desenvolverem trabalhos em parceria.

3.3. Síntese quantitativa e correlação entre o percentual de biodiesel adicionado no diesel e a concentração de HPA emitida para atmosfera

Para desenvolver a síntese quantitativa e correlação entre o percentual de biodiesel adicionado ao diesel e a concentração de HPA emitida para a atmosfera, as análises estatísticas foram realizadas utilizando o “excel” e o “software R” (um software livre para computação estatística e para a construção de gráficos).

A metodologia utilizada seguiu uma ordem específica necessária para o desenvolvimento da aplicação das técnicas e descrição das análises estatísticas. Primeiramente, foi realizado o cálculo das análises descritivas básicas, que serão categorizadas como: medidas de localização, medidas de variação e medidas de correlação. Para então poder realizar a sintetização das

informações de forma a transformá-las em uma linguagem mais objetiva, que é o caso dos gráficos.

Com o objetivo de organizar os dados foi realizada uma análise estatística descritiva usando métodos padrões para extrato e demonstrações de dados estatísticos com o objetivo de facilitar a compreensão e a utilização da informação contida nos resultados (FREUND e SIMON, 2000). Desta forma, foram calculadas a média, mediana, moda, valores mínimos, máximos e os quatis dos dados de correlação percentual onde os resultados foram agrupados em conjuntos de dados ordenados em partes iguais e proporcionais. Uma tabela para demonstração dos resultados da estatística descritiva foi elaborada dispondo os HPA em ordem alfabética contendo os 16 HPA prioritários e os valores agrupados (HPA total).

Foram calculadas as medidas de variação ou medidas de dispersão que avaliam o grau de variabilidade ou dispersão dos valores. Desta forma, calculou-se a variância, os desvios padrões e o coeficiente de variação.

Para medir a correlação, objetivando identificar se as duas variáveis possuem algum tipo de relação, ou seja, quando uma varia a outra varia também, foram analisadas a adição de diesel/biodiesel e a emissão de HPA. Foi identificada a correlação entre as variáveis analisadas nos estudos a medida que as alterações sofridas por uma delas foram seguidas por modificações na outra variável. Assim, o coeficiente de variação foi calculado com o objetivo de detectar padrões de linearidade tendo sido calculado, dividindo o desvio padrão pela média dos dados, multiplicando a seguir por 100.

Foi estabelecida a regressão linear para gerar as equações matemáticas que descreva a relação entre as duas variáveis (percentual de biodiesel adicionado no diesel e concentração dos HPA emitidas). Assim, foi identificada a reta de regressão para cada HPA emitido, e os gráficos de dispersão.

Foi identificado nos trabalhos o tipo de biodiesel (biodiesel de origem animal, vegetal e óleos e gorduras residuais - OGR) utilizado na pesquisa e divididos por categoria (percentual de biodiesel adicionado).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram dispostos em subitens sendo o primeiro os dados inventário de publicações e da mineração de dados estatísticos da quantidade de publicações encontradas do tema em questão. Em seguida tratou-se da representação do conhecimento associado às publicações selecionadas para o estudo e, por fim, foi discutida a análise estatística quantitativa dos dados.

4.1. Inventário de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel

Para identificação dos estudos a serem selecionados foram analisados o quantitativo de publicações nas plataformas *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science* no período de 1998 à janeiro de 2017 e o resultado desta análise está apresentado na Figura 25, que quantifica as publicações relacionadas ao tema utilizando os descritores *Biodiesel*, *Diesel*, *PAH* e *Vehicle* e combinações entre eles.

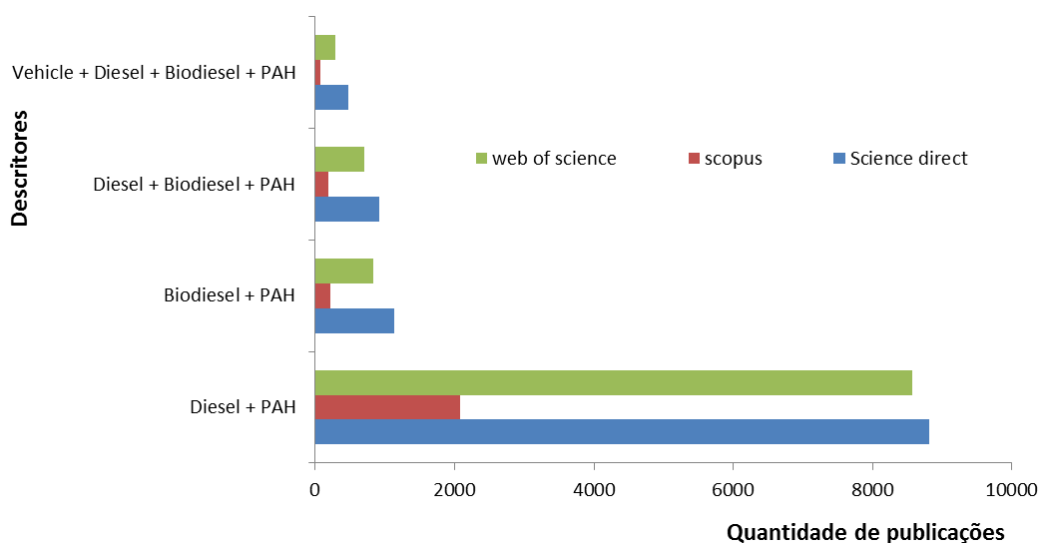


Figura 25: Publicações sobre os descritores *Biodiesel*, *Diesel*, *PAH* e *Vehicle* no período de 1998 à janeiro de 2017.

De uma forma geral, através dos dados obtidos na base *Science Direct* e a *web of science* (onde foram obtidas maiores publicações sobre o tema da pesquisa) pode-se observar que todas as publicações que envolvem estudos

sobre a emissão de HPA emitidos na queima de diesel podem trazer informações também da queima de biodiesel como comparativo para identificar a redução ou aumento da emissão destes compostos. Isto porque, o número de publicações obtidas foram bastante próximo. Ressalta-se, entretanto que alguns trabalhos podem estar contidos em ambas as plataformas de consulta.

A Figura 26 apresenta o quantitativo de publicações nos últimos vinte anos cujo interesse é predominantemente da temática HPA e a relação com o combustível diesel. Observou-se que entre o ano de 1996 e janeiro de 2017 foram disponibilizados 8817 trabalhos no *Science Direct*, 2080 no *Scopus* e 8568 na *Web of Science*.

Após a utilização dos descritores, dentre as bases de dados avaliadas, pode-se perceber que o *Science Direct* é a base que possui o maior número de artigos publicados sobre o tema em questão, seguido pelo *Scopus* e por último a *Web of Science*. Durante o período de busca, foi observado que essa diferença pode chegar a três vezes o número de publicações encontradas na base *Scopus* e aproximadamente quinze vezes o número de publicações da *Web of Science*.

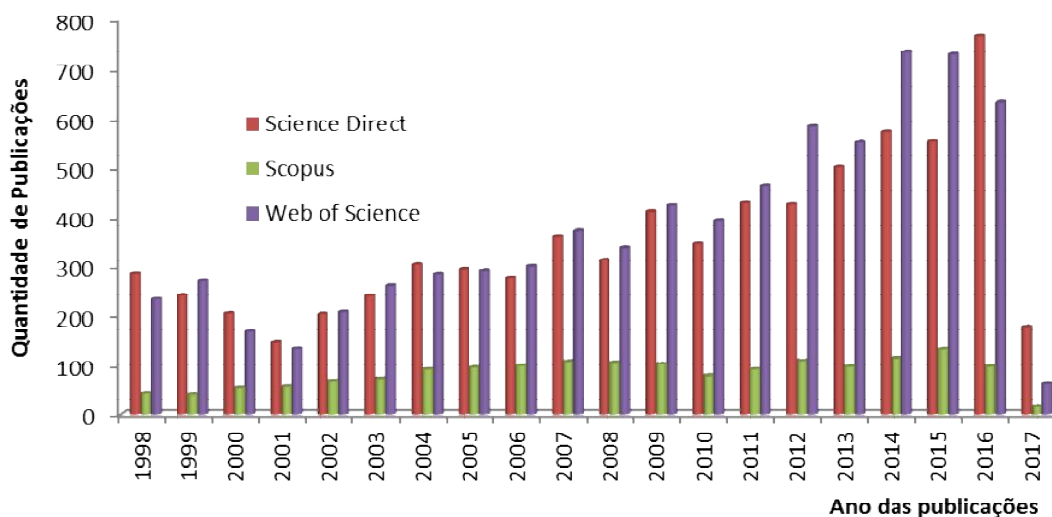


Figura 26: Quantitativo de publicações usando os descritores PAH e Diesel no período de 1998 à janeiro de 2017.

Quando são utilizados os descritores *biodiesel* e *PAH* apresentados na Figura 27, nota-se um crescimento significativo nos últimos oito anos e quando comparado os últimos 10 anos, de 2006 até 2016, o crescimento na quantidade de publicações foi quase 5 vezes maior. Porém, é possível notar que, comparando as pesquisas realizadas com diesel e PAH com as apresentadas na Figura 27, são menores (aproximadamente 6 vezes) e crescentes os estudos que avaliam a emissão de HPA na queima de biodiesel.

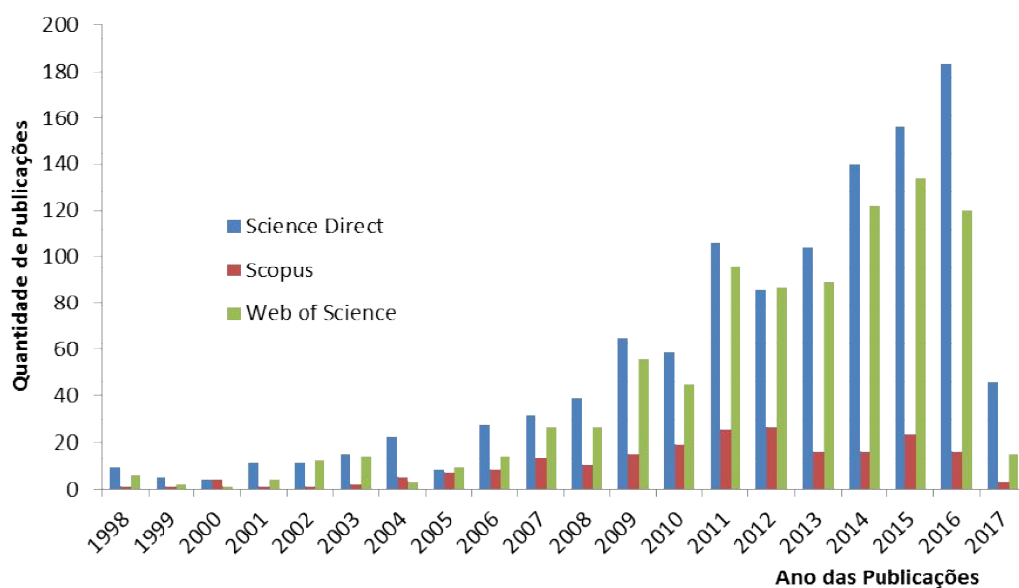


Figura27:Quantitativo de publicações obtidas nas três bases estudadas, no período de 1998à janeiro de 2017, utilizando os descritores biodiesel e PAH.

A Figura 28 identifica o quantitativo de publicações nos últimos vinte anos cujo interesse é predominantemente da temática de emissões de HPA envolvendo misturas diesel e biodiesel. Observou-se que entre 1998 e 2017 foram disponibilizados 1134 trabalhos no *Science Direct*, 212 no *Scopus* e 825 no *Web of Science*. Ressalta-se que a maioria das pesquisas quando utilizado o descritor “*biodiesel*” apontam para um aumento do número de publicações nos últimos 10 anos, o que pode estar diretamente relacionada com a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira em 2005 com a mistura B2 (2% de biodiesel adicionado ao óleo diesel) comercializada em todos os postos de

combustíveis. Atualmente esta mistura é de 8% de biodiesel adicionado ao óleo diesel (B8).

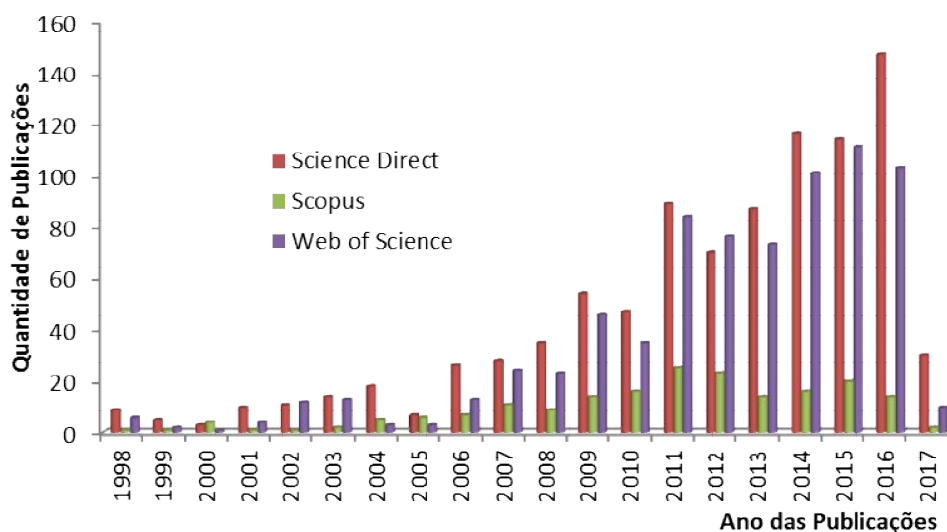


Figura 28: Quantitativo de publicações obtidas nas três bases estudadas, no período de 1998 à janeiro de 2017, utilizando os descritores Diesel, biodiesel e PAH.

Na Figura 29, além das palavras chave *biodiesel*, *diesel* e *PAH* foi incluído o descritor *vehicle*, identificando pesquisas que retratem a emissão veicular proveniente de misturas envolvendo biodiesel e diesel incluindo o termo PAH. O quantitativo total é muito menor quando comparado com as Figuras 26, 27 e 28. Contudo, é possível perceber um interesse crescente nesse tipo de estudo nos últimos 10 anos com destaque para os 3 últimos anos.

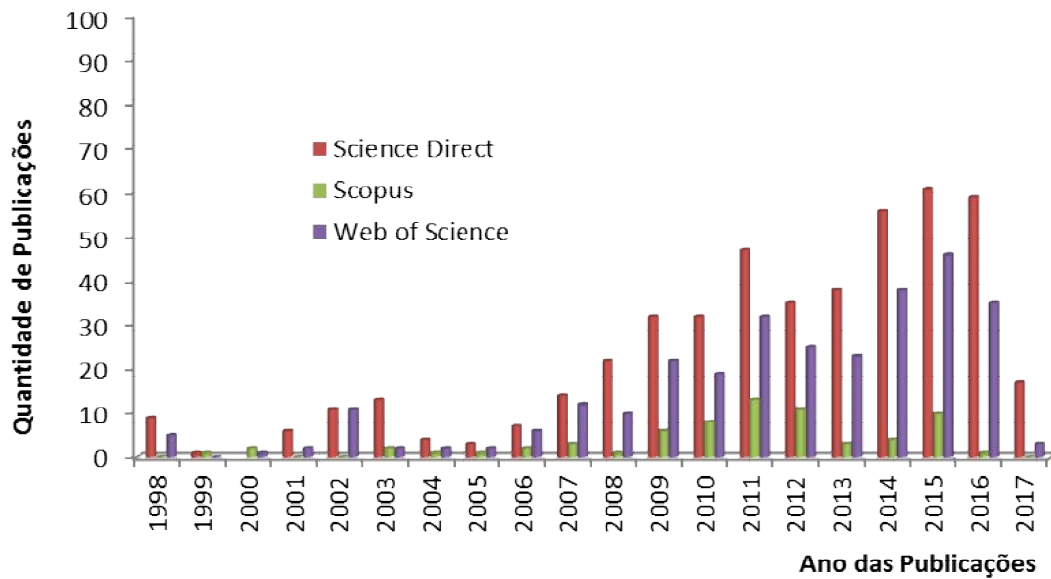


Figura 29: Quantitativo de publicações obtidas nas três bases estudadas, no período de 1998 à janeiro de 2017, utilizando como descritores *Vehicle*, *Diesel*, *biodiesel* e *PAH*.

Os principais periódicos na área do tema da pesquisa do presente trabalho, que possuem maior número de publicações, estão descritos na Tabela 4, com suas respectivas qualificações no portal qualis da capes (área interdisciplinar) e listados pelas plataformas Science Direct, Scopus e a Web of Science. A quantidade de publicações da plataforma *Science direct* é superior ao das outras duas plataformas. Além disso, é possível notar que os periódicos com maiores publicações sobre o tema do trabalho não são semelhantes quando se compara as bases de dados estudadas.

Após a análise dos trabalhos foram elencados 62 trabalhos que possuíam nos resultados dos estudos os dados necessários para a criação do inventário de HPA. Os dados foram disponibilizados numa planilha para análise de correlação dos dados.

Tabela 5:Avaliação Quantitativa e Qualitativa dos periódicos indexados nas bases do Inventário de pesquisas envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA.

Revista	Quantidade de Publicações	% do inventário	Fator de Impacto	Qualis
Atmospheric Environment	22	35,5	3.459	A1
Atmospheric Research	1	1,6	3.377	A2
Caderno de saúde coletiva	1	1,6	0.1795	B2
Chemosphere	1	1,6	3.698	A1
Combustion and Flame	3	4,8	4.168	A1
Energy	6	9,7	4.292	A1
Energy Conversion and Management	1	1,6	4.801	A1
Environment International	1	1,6	5.929	A2
Environmental science & technology	1	1,6	5.393	A1
Fuel	10	16,1	3.611	A1
Journal of Environmental Monitoring	1	1,6	2.45	A1
Journal of Analytical and Applied Pyrolysis	1	1,6	3.652	A2
Journal of Hazardous Materials	3	4,8	4.836	A1
Renewable and Sustainable Energy Reviews	2	3,2	6.798	A1
Science of the Total Environment	6	9,7	3.976	A1
Toxicology in vitro	1	1,6	3338	A2
Environmental Monitoring And Assessment	1	1,6	1687	B1
Total	62	100,0	***	***

Do total das publicações do inventário de dados sobre emissão de HPA oriundos da combustão incompleta de misturas diesel/biodiesel observa-se que a 92% das revistas indexadas onde os trabalhos foram publicados possuem avaliação Qualis A1(para área interdisciplinar) com exceção da *Atmospheric Research* (A2), *Environmental Internacional* (A2), *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* (A2), *Toxicology in vitro* (A2) e o Caderno de Saúde Coletiva (B2) que totalizam 8% das publicações utilizadas no inventário.

De mesmo modo,a maioria das revistas possuem bom fator de impacto acima de 3.0 com exceção do caderno de saúde coletiva com fator de impacto 0.18 e do *Journal of Environmental Monitoring* com fator de impacto de 2.45.

Do banco de dados gerado de 62 trabalhos, 35,5% estão publicados na *Atmospheric Environment* (22 publicações), seguido da Revista *Fuel* (10 publicações) representando 16,1% do total do inventário e das Revistas *Energy* (6 publicações) e *Science of the total environment* ambas (6 publicações) do total do inventário. Portanto, a base do banco de dados utilizada possui um grau de confiabilidade alto na ciência.

Alguns estudos apresentam em seus respectivos *abstracts* destaque para o resultado da pesquisa obtido, relacionando o grau de emissão do HPA com adição do biodiesel. Assim, através do abstract foi possível perceber alguns pontos de discordância sobre estudos que abrangem o tema (Quadro 6).

Foram analisadas todas as publicações, incluindo métodos de trabalho e resultados. O Quadro 6 sintetiza alguns dos resultados destacados nas pesquisas sobre o tema, onde foram identificados resultados discordantes com redução ou aumento de HPA com a adição de diesel/biodiesel.

Quadro 6: Resultados de pesquisas sobre adição de diesel/biodiesel e a emissão de HPA extraídas do inventário de publicações.

Redução das emissões HPA com uso de Biodiesel	Aumento das emissões de HPA com uso de Biodiesel
66% (B50) e 84% (B100) ¹	Biodiesel de óleo de palma(B15) aumentou a emissão de: Benz (a)Antraceno, benzo (a) pireno, benzo (b) fluoranteno, criseno, dibenz (a, h) antraceno, fluoranteno, fluoreno, Indeno (1,2,3-c, d) pireno, naftaleno e fenantreno. ²
19,4% (B100) e 13,1% (B20) ³	Aumento na emissão da maioria dos Compostos estudados ⁴
Reduções das emissões da maior parte dos compostos aromáticos e poliaromáticos ⁵	A adição de biodiesel no dieselcontribui significativamente para a formação de HPA ⁶ Observa-se modificação na emissão de HPA com aumento de cerca de 31% para B100 ⁷
Redução para B4 foram de 37% e 22% para adição de B25. ⁷	Para os compostos de fluoranteno (FL) e benzo [a] pireno (BaP) houve aumento da emissão ⁹
O biodiesel de palma diminuia emissão de poluentes ⁸	-
Todas as misturas de óleo de coco apresentaram menores emissões de HPA para a maioria dos HPA analisados. ⁹	-
Biodiesel a base de soja, gordura animal eóleo de cozinha reduziu as emissões de HPA ¹⁰	

¹MAGARA-GOMEZ et al., 2012; ²ROJAS et al., 2011; ³HE et al., 2010; ⁴KARAVALAKIS et al., 2011; ⁵TURRIO-BALDASSARRI et al., 2004; ⁶CASAL et al., 2014; ⁷GUARIEIRO et al., 2014; ⁸COOPER et al., 1996; ⁹HOU et al., 2012; ¹⁰KARAVALAKIS et al. (2017).

Observa-se através dos dados presentes no Quadro 6a existência de divergência na literatura, jáque existem pesquisas que apontam para a redução da emissão de HPA com a adição de biodiesel e outras apontando o aumento ou os dados inalterados denotando um certo conflito. Este fato justifica a busca pela representação do conhecimento a respeito das emissões de HPA quando se adiciona biodiesel no diesel.

4.2. Análise de redes semânticas de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas combustíveis contendo diesel/biodiesel

Para melhor estruturação dos dados e representação do conhecimento, esta seção foi dividida por tipo de rede semântica projetada. Desta forma, dividiu-se em análise da rede de coautoria, análise da rede de palavras chave, análise da rede de títulos, análise da rede de citações, análise da rede abstract.

4.2.1. Análise da Rede de Coautoria

Na elaboração da rede semântica de publicações sobre a emissão de HPA na queima de misturas diesel/biodiesel foi analisada a coautoria entre pesquisadores das publicações selecionadas através dos índices: o grau médio, diâmetro da rede, densidade, quantidade de componentes, coeficiente de aglomeração e caminho mínimo médio. Foi projetada uma rede aleatória com o mesmo número de vértices e grau médio da rede real e os resultados comparados objetivando a análise de sua topologia. Na Figura 31, são destacados o quantitativo relativo à origem dos pesquisadores da rede de coautoria, foram analisados todos os pesquisadores participantes das publicações resultantes da revisão sistemática. O resultado deste estudo aponta que, das 62 publicações avaliadas, Taiwan com maior número de pesquisadores (40) que atuam com pesquisas sobre o tema, seguidos dos EUA (36), China (13) e República Tcheca (13).

A Tabela 6 sintetiza todas as Instituições contabilizadas no inventário de dados de origem dos pesquisadores que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel e o valor percentual da representação na rede de coautoria.

Foram contabilizadas 84 instituições que correspondem respectivamente a origem dos pesquisadores que trabalham na linha de pesquisa envolvendo misturas de diesel/biodiesel e a emissão de HPA cujo percentual foi projetado na Figura 31. Todos os autores dos artigos foram contabilizados na análise da rede de coautoria.

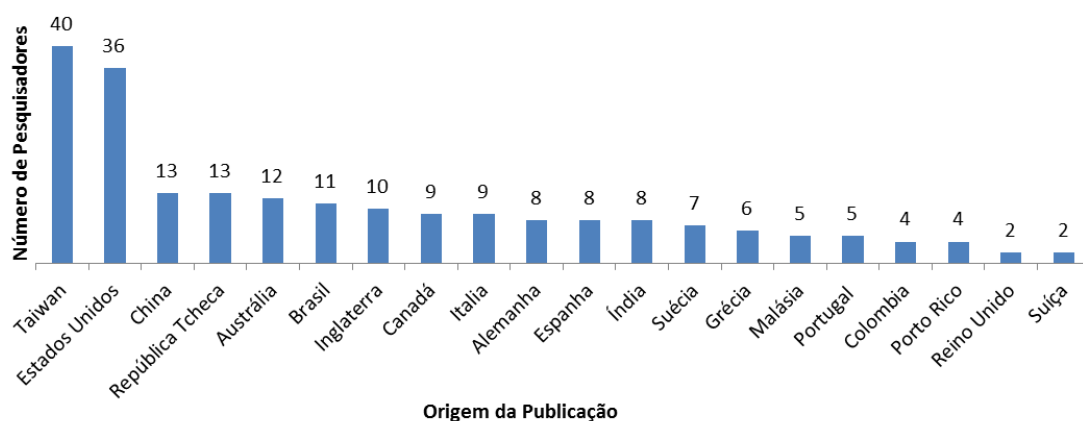


Figura 30: Origem dos pesquisadores que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel.

Fonte: www.sciencedirect.com

Tabela 6: Instituições dos pesquisadores que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel.

Instituição	% na rede	Instituição	% na rede
National Cheng Kung University	7,76%	Technical University of Liberec	0,91%
Leeds University	4,57%	Thünen Institute of Agricultural Technology	0,91%
Science and Technology Branch	3,65%	Universidad Nacional de Colombia	0,91%
Central Queensland University	2,74%	University of Athens	0,91%
Czech Academy of Sciences	2,74%	University of Extremadura	0,91%
Istituto Superiore di Sanita	2,74%	University of Illinois at Chicago	0,91%
Universidade Federal da Bahia	2,28%	University of Plymouth	0,91%
National Sun Yat-Sen University	2,28%	Washington University	0,91%
Queensland University of Technology	2,28%	Univeridade Federal do Rio de Janeiro	0,46%
University of California	2,28%	Instituto Pesquisas Nucleares São Paulo	0,46%
University of Cincinnati	2,28%	Automotive Research & Testing Center	0,46%
University of Malaya	2,28%	Bern University of Applied Sciences	0,46%
Universidade Estadual de Londrina	1,83%	Universidade de São Paulo	0,46%
Beijing Institute of Technology	1,83%	Brown University	0,46%
Michigan Technological University	1,83%	China Automotive Technology & Research Center	0,46%
Tianjin University	1,83%	Chinese Petroleum Corporation	0,46%
University of Aveiro	1,83%	Czech University of Life Sciences	0,46%
University of Michigan	1,83%	Desert Research Institute	0,46%
University of Puerto Rico	1,83%	Environmental Technology Centre	0,46%
University of Wisconsin	1,83%	Environmental Protection	0,46%

Illinois Institute of Technology	1,37%	Administration	
Indian Institute of Technology Kanpur	1,37%	ESAB	0,46%
National Technical University of Athens	1,37%	Hellenic Open University	0,46%
Stockholm University	1,37%	Chinese Research Academy of Environmental Sciences	0,46%
Universidad de Castilla	1,37%	Hungkuang University	0,46%
Universidade Estadual do Rio de Janeiro	1,37%	Indian Institute of Technology Mandi	0,46%
University of Applied Sciences and Arts University Road	1,37%	Institute for Environment and Sustainability	0,46%
Chalmers Teknikpark	0,91%	Kaohsiung Medical University	0,46%
Chaoyang University of Technology	0,91%	Leuphana-University Lüneburg	0,46%
Cheng Shiu University	0,91%	Motorentchnik KG	0,46%
Czech Technical University in Prague	0,91%	National Institute of Standards and Technology	0,46%
Fundacio'n Centro de Estudios Ambientales del Mediterraneo	0,91%	National Tsing-Hua University	0,46%
Health Institute	0,91%	National University of Tainan	0,46%
Industrial Technology Research Institute	0,91%	Pontificia Bolivariana University	0,46%
Istituto Motori	0,91%	Ruhr-University Bochum	0,46%
Nankai University	0,91%	Tianjin Center for Disease Control and Prevention	0,46%
National Kaohsiung University of Applied Sciences	0,91%	Universidad de la Salle	0,46%
National Institute of Technology	0,91%	Universidad Politécnica de Valencia	0,46%
New Mexico Institute of Mining and Technology	0,91%	University of Bern	0,46%
Pontificia Universidade Católica do Rio	0,91%	University of Illinois at Urbana-Champaign	0,46%
Swedish Environmental Research Institute	0,91%	University of New South Wales	0,46%
		University of Wisconsin-Madison	0,46%
		Yuan Ze University	0,46%

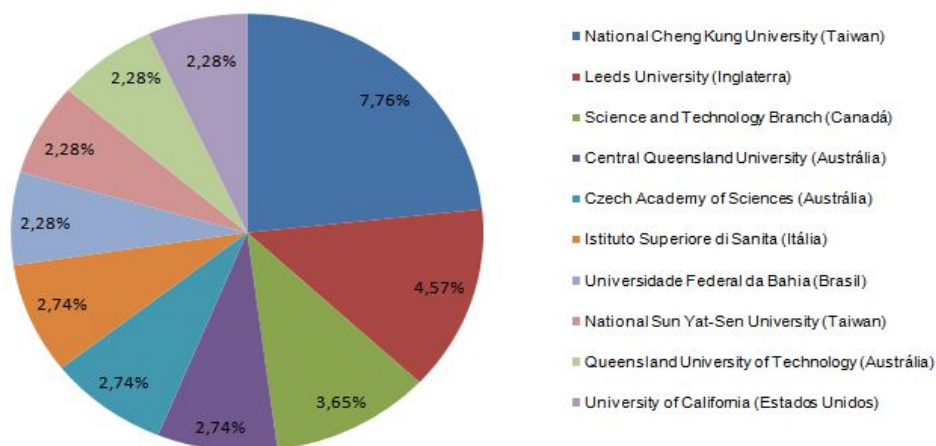


Figura 31: Classificação das 10 Instituições de origens dos pesquisadores com maior percentual na rede de coautoria, que trabalham a temática HPA com o uso de misturas de diesel/biodiesel.

Entre as 10 principais Instituições com maior peso na rede pode-se destacar a *Nacional Cheng Kung University* localizada em Taiwan (7,76%), seguida da *Leeds University* no Reino Unido (4,57%) e a *Science and Technology Branch* no Canadá (3,65%) (Figura 26). Foram observadas na rede a existência de 4 Instituições Brasileiras que atuam com Pesquisas sobre HPA. A Instituição Brasileira com maior classificação foi a Universidade Federal da Bahia representando 2,28% da rede (Tabela 7) outras como a Universidade Estadual de Londrina, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, a Universidade Federal do Rio de Janeiro, o Instituto de Pesquisas Nucleares de São Paulo, a Universidade de São Paulo e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro também aparecem na rede, mas com menor representação.

Tabela 7: Instituições Brasileiras que pesquisam sobre emissão de HPA oriundo da combustão incompleta de misturas Diesel/Biodiesel.

Instituição	Percentual na rede
Universidade Federal da Bahia	2,28%
Universidade Estadual de Londrina	1,83%
Universidade Estadual do Rio de Janeiro	1,37%
Pontifícia Universidade Católica do Rio	0,91%
Univerdidade Federal do Rio de Janeiro	0,46%
Instituto Pesquisas Nucleares São Paulo	0,46%
Universidade de São Paulo	0,46%

Através dos resultados inventariados foi projetada a rede de coautoria e identificado que esta possui 34 componentes conectados demonstrados na Figura 32.

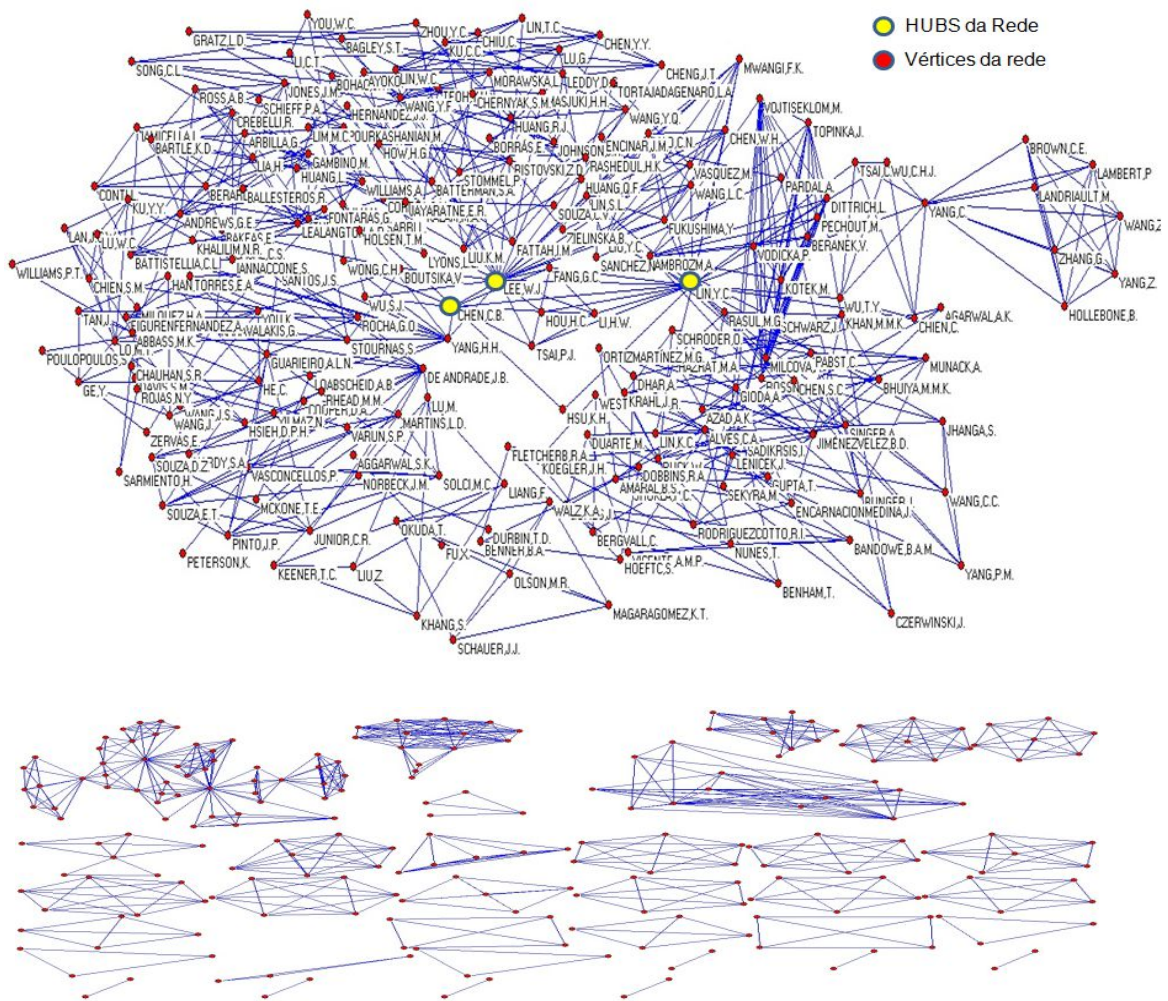


Figura 32: Rede de coautoria do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA

Foram observados 3 componentes maiores e principais da rede que estão associados aos principais pesquisadores dos países citados na Figura 30, denotando que os trabalhos na sua maioria foram feitos com pouca conexão inter-países e inter-instituições.

Foi selecionado o componente principal da rede, denominado de Maior Componente e projetado na Figura 33.

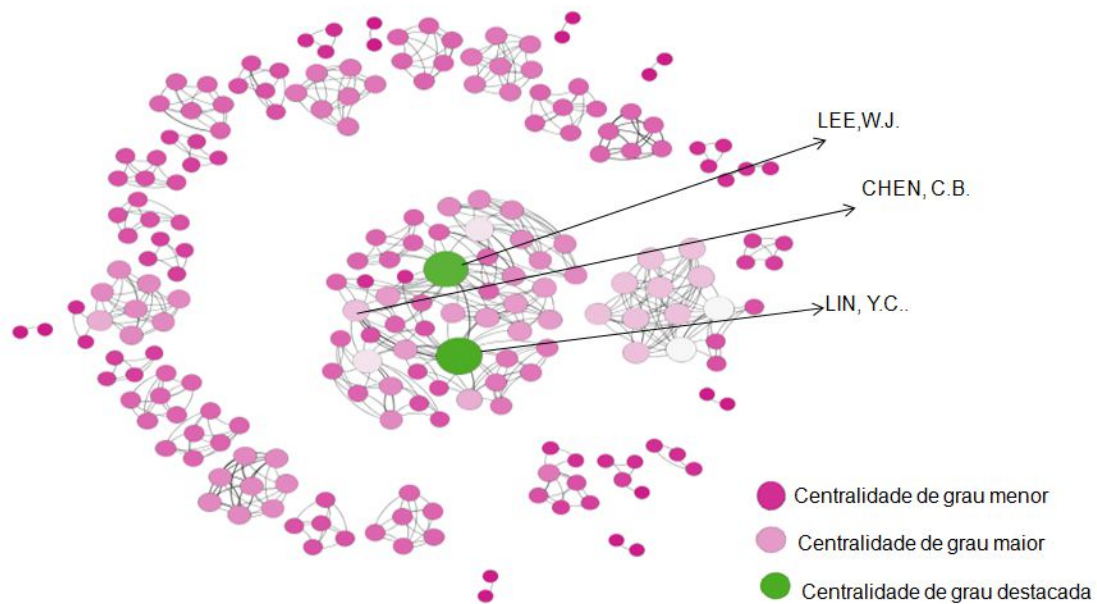


Figura 33: Maior Componente da rede de coautoria do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Na Figura 32, especialmente no componente do meio, denominado de maior componente, é possível identificar por cores e tamanhos diferenciados os nós da rede com maior grau médio que significa os autores que possuem uma quantidade maior de relações na rede (cor verde). A cor rosa significa pelo grau de sua intensidade a centralidade de intermediação, ou seja, o grau de interação no sistema que também são identificados pelo tamanho do nó. Quanto maior o tamanho do nó mais importante para a rede é este vértice, como no caso de pesquisadores influentes ou que possuem maior quantidade de publicação em coautoria com os demais. Destacam-se os pesquisadores LIN, Y.C. e LEE, W.J. com nós de cor verde. Tal resultado pode representar um coordenador de projeto/pesquisa, coordenador de curso ou orientador que possui uma equipe de pesquisadores sendo envolvido diretamente em diversas pesquisas. Em outras palavras este nó possui maior número de conexões, ou seja, tende a ter maior quantidade de arestas (ligações) o que na imagem é representado pelas linhas é o caso do pesquisados CHEN, CB que na Figura 32 o vértice é diferenciado não apenas pela cor e tamanho do nó mas pelas ligações. Esses mesmos vértices são destacados na cor amarela na Figura 33,

denominados de Hubs da rede que são os vértices com maior grau de representatividade. A Figura 33 representa a relação de todos os pesquisadores pertencentes ao maior componente da rede identificados pelo nome.

Os principais indicadores gerados na elaboração da rede formada estão identificados na Tabela 8, cujos dados do maior componente foram comparados com uma rede aleatória projetada visando identificar sua topologia.

Tabela 8: Índices da análise de redes complexas de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema emissão de HPA oriundos da combustão incompleta de misturas de diesel/biodiesel.

Índices	Rede Real	Comp. gigante	Rede Aleatória
Vértices	219	51 (24%)	51
Arestas	581	177 (31%)	171
Grau médio	5,306	6,902	6,70
Diâmetro	5	5	4
Densidade	0,024	0,138	0,067
Componentes	34	1	1
Coefficiente de aglomeração	0,959	0,907	0,088
Caminho mínimo médio	2,161	2,539	1,934

Na Tabela 8 foram dispostos os dados referentes aos índices da rede de coautoria. Observa-se que o número de vértices do componente gigante representa apenas 24% da rede principal e o número de arestas representa 31% da rede principal.

Segundo a abordagem de Watts e Strogatz (1998) e Watts (1999), observa-se na rede indicativos como mundo pequeno, já que seu coeficiente de aglomeração médio é muito maior que o da rede aleatória equivalente e o caminho mínimo médio é similar ao da mesma rede aleatória.

Apesar de existirem muitos pesquisadores com poucas conexões entre eles, especialmente quando relacionados inter-países, alguns pesquisadores possuem muitas conexões por serem referências nas suas áreas de atuação ou líderes de pesquisas. Essa constatação sugere que a rede seja livre de

escala. Contudo, considerando o número reduzido de vértice, não foi observada uma lei de potência na distribuição de graus.

Observa-se o fenômeno mundo pequeno no componente gigante onde a conexão entre pesquisadores participantes é maior, o que acontece principalmente em Taiwan, nos Estados Unidos e no Brasil. Esta análise, contudo, não pode ser assertiva para a análise da rede, já que o maior componente possui menos de 50% da quantidade de vértices da rede real. Portanto, a caracterização topológica não é possível no componente gigante.

A Tabela 9 representa a classificação dos pesquisadores pertencentes a rede de coautoria de acordo com os índices de rede, sendo identificado os vértices em ordem classificatória decrescente.

Tabela 9: Classificação dos principais pesquisadores da rede de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema HPA oriundo da combustão incompleta de misturas de diesel/biodiesel.

Ranking	Pesquisador	Centralidade de grau	Ranking	Pesquisador	Centralidade de Proximidade	Ranking	Pesquisador	Centralidade de intermediação
1	LEE,W.J.	25	1	LEE,W.J.	1,64	1	LIN,Y.C.	654
2	LIN,Y.C.	24	2	LIN,Y.C.	1,66	2	LEE,W.J.	541
3	YANG,H.H.	12	3	CHEN,C.B.	1,94	3	YANG,H.H.	303
4	YANG,C.	12	4	LIN,S.L.	2,12	4	YANG,C.	301
5	CHEN,C.B.	10	5	WANG,L.C.	2,12	5	CHEN,C.B.	133
6	WANG,Y.F.	9	6	LIAO,C.N.	2,12	6	MI,H.H.	18
7	MI,H.H.	9	7	FUKUSHIMA,Y.	2,12	7	WANG,Y.F.	8
8	LIU,Y.C.	8	8	CHEN,W.H.	2,12	8	LO,M.Y.	2
9	MWANGI,F.K.	8	9	MWANGI,,F.K.	2,12	9	LAN,J.C.W.	2
10	CHEN,W.H.	8	10	LIU,Y.C.	2,12	10	LI,C.T	2

Os Pesquisadores com maior centralidade de grau foram LEE,W.J.(Taiwan) ; LIN, Y.C. (Taiwan) E YANG,H.H.(Taiwan), tendo valores respectivamente 25, 24 e 12 que significa o número de conexões na rede.

Os pesquisadores LEE,W.J.(Taiwan) ; LIN, Y.C. (Taiwan) e CHEN,C.B. (Taiwan) são os autores com maior centralidade de proximidade, cujos valores estabelecidos correspondem aos menores números já que representam a menor distância na rede e, por conseguinte, correspondendo aos nós situados

no centro da rede de coautoria e que possuem influência na difusão de informações na rede.

Os pesquisadores com maior centralidade de intermediação, ou seja, com maior poder de interação e comunicação na rede são LIN, Y.C. (Taiwan); LEE, W.J. (Taiwan) e YANG, H.H. (Taiwan) Estes pesquisadores estão situados no centro da rede e possuem cores diferenciadas culminando no seu grau de influência na rede HPA.

Em destaque na cor vermelha estão os pesquisadores que aparecem no ranking dos três indicadores de rede sendo respectivamente LEE,W.J.(Taiwan); LIN, Y.C. (Taiwan) e CHEN,C.B. (Taiwan).

A Figura 34 apresenta a distribuição de grau da rede de coautoria de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.



Figura 34: Distribuição de graus da rede de coautoria de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA

Observa-se na Figura 34 uma distribuição menos uniforme, mas com vértices com valores disparem com poucas ligações ou com uma quantidade de grau maior que a média que se concentra no quadrante médio do gráfico.

O componente gigante possui menos que 50% dos vértices, portanto não é possível definir topologicamente que a rede é caracterizada como *small word* ainda que os indicadores apontem para esta topologia.

4.2.2. Análise da Rede de palavras chave

A rede de palavras chave projetada na Figura 35 foi estabelecida buscando dimensionar os termos mais utilizados no banco de dados do inventário de HPA.

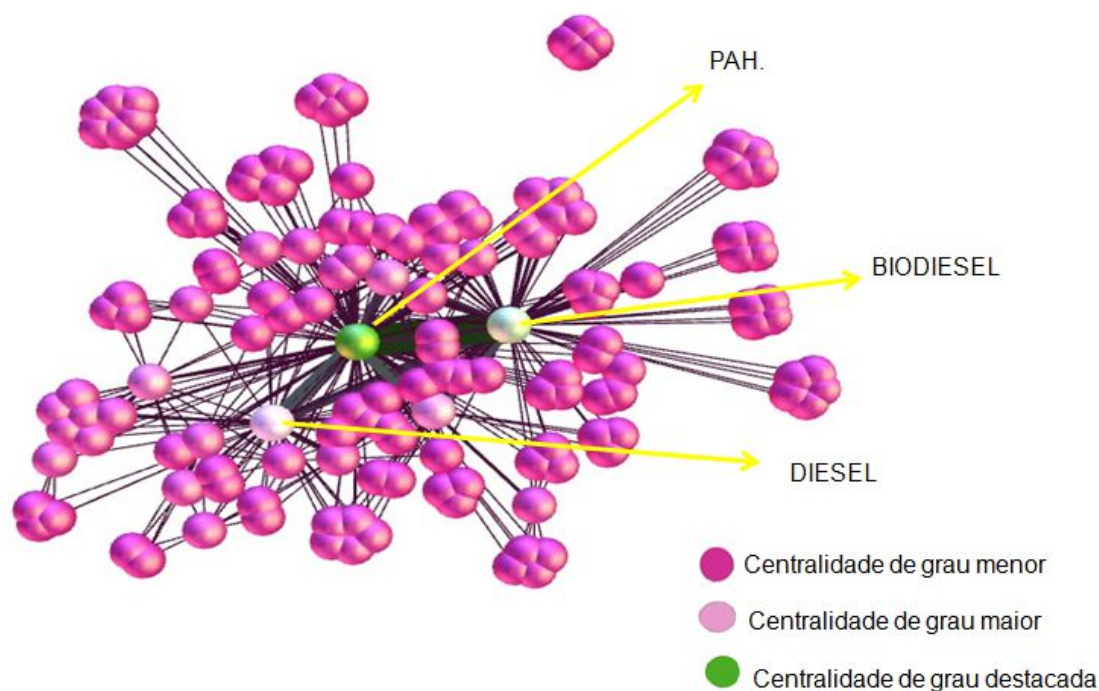


Figura 35: Rede de Palavras chave do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA

A rede projetada na Figura 36 possui 146 vértices e 513 arestas. Não é uma rede grande já que as palavras chave utilizadas nos trabalhos são muito similares por tratarem de propostas equitativas (Tabela 10). Os vértices são relacionados por meio das arestas que demonstra as ligações representadas pelas linhas pretas, quanto mais forte a linha, maior a relação entre os vértices. Os vértices são destacados também pela cor. A intensidade do rosa é inversamente proporcional ao valor da centralidade de grau e a cor verde destaca o vértice com maior valor desse índice.

Tabela 10: Índices da análise de redes palavras chave do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Índices	Rede de Palavras chave	Rede Aleatória
Número de vértices	146	146
Número de Arestas	513	513
Grau médio	7,03	6,92
Grau ponderado médio	8,52	6,92
Diâmetro da rede	4	5
Densidade	0,05	0,09
Modularidade	0,34	0,34
Número de Componentes	2	1
Coeficiente de aglomeração médio	0,91	0,04
Caminho mínimo médio	2,15	2,77

O grau de centralidade de intermediação dispostos na Tabela 11, representa os nós centrais da rede correspondendo às palavras chave em inglês: *PAH, biodiesel ediesel*. Observa-se que os principais termos destacados na rede de palavras chave, oriundos do banco de dados de emissão de HPA, são equivalentes aos termos utilizados na Revisão Sistemática proposta neste trabalho.

Tabela 11: Classificação das principais palavras chave da rede de coautoria de pesquisas relacionadas ao tema HPA e misturas de Diesel/biodiesel.

Ranking	Palavra	Centralida de grau	Ranking	Palavra	Centralida de Proximidade	Ranking	Palavra	Centralidade de intermediação
1	pah	110	1	emissionsproduction s	1	1	pah	5848,0
2	biodiesel	78	2	performancecharacteristics	1	2	biodiesel	3462,2
3	diesel	42	3	fuelproperties	1	3	diesel	816,8
4	emissions	26	4	2ndgenerationbiodiesel	1	4	emissions	298,7
5	regulatedemissions	20	5	pah	1,2	5	regulatedemissions	168,5
6	dieselengine	18	6	biodiesel	1,5	6	dieselengine	122,4
7	gasoline	12	7	diesel	1,7	7	carcinogenic	103,2
8	carcinogenic	11	8	emissions	1,8	8	biofuel	100,1
9	biofuel	11	9	regulatedemissions	1,9	9	gasoline	95,8
10	NOx	11	10	dieselengine	1,9	10	exhaust	90,3

A Figura 35 representa “nós” maiores para identificar as palavras que possuem maior centralidade de grau, sendo correspondida pelos *termos PAH, biodiesel e diesel* com centralidade de grau de 110, 78 e 42, respectivamente (Tabela 10). Contudo, é possível observar outros termos importantes da rede como *emissionsregulatedemissions*. Esses termos são relevantes por serem apontados pelos três indicadores da rede, tendo um valor de centralidade de grau alto, além de centralidade de proximidade e de intermediação. Isso significa que, de acordo com a rede, estes são termos associativos a maioria das pesquisas envolvidas no tema adição de biodiesel ao diesel e emissão de HPA.

Os termos “*emissionsproductions*”, “*performancecharacteristics*” e “*fuelproperties*” correspondem às palavras chave com maior centralidade de proximidade por serem termos com maior grau de proximidade dos demais termos. Contudo, os termos *PAH, biodiesel e diesel* aparecem como 5º, 6º e 7º melhor colocados no quesito centralidade de proximidade que correspondem aos descritores utilizados na revisão sistemática.

De maneira geral, os descritores utilizados na revisão sistemática também representam palavras chaves identificadas com força na rede, destacados de cor vermelha na Tabela 10 (*PAH, biodiesel, diesel*) a exemplo da centralidade de intermediação que apresenta na ordem o *PAH, biodiesel e diesel* como palavras chaves com maior grau de intermediação, bem como os termos destacados de cor verde, comuns aos três índices de rede destacados (*emissions, regulatedemissions e dieselengine*).

4.2.3. Análise da Rede de títulos

A rede de títulos (Figura 36) foi projetada ilustrando a interação entre os principais termos presentes nos títulos dos trabalhos do inventário de HPA. Nesta rede é possível identificar por meio de cores em destaque os termos centrais e, por meio do tamanho dos nós da rede é possível também identificar os termos com maior centralidade de grau. A rede projetada possui 190 vértices e 1229 arestas. Os índices da rede de títulos (Figura 36) são apresentados na Tabela 12.

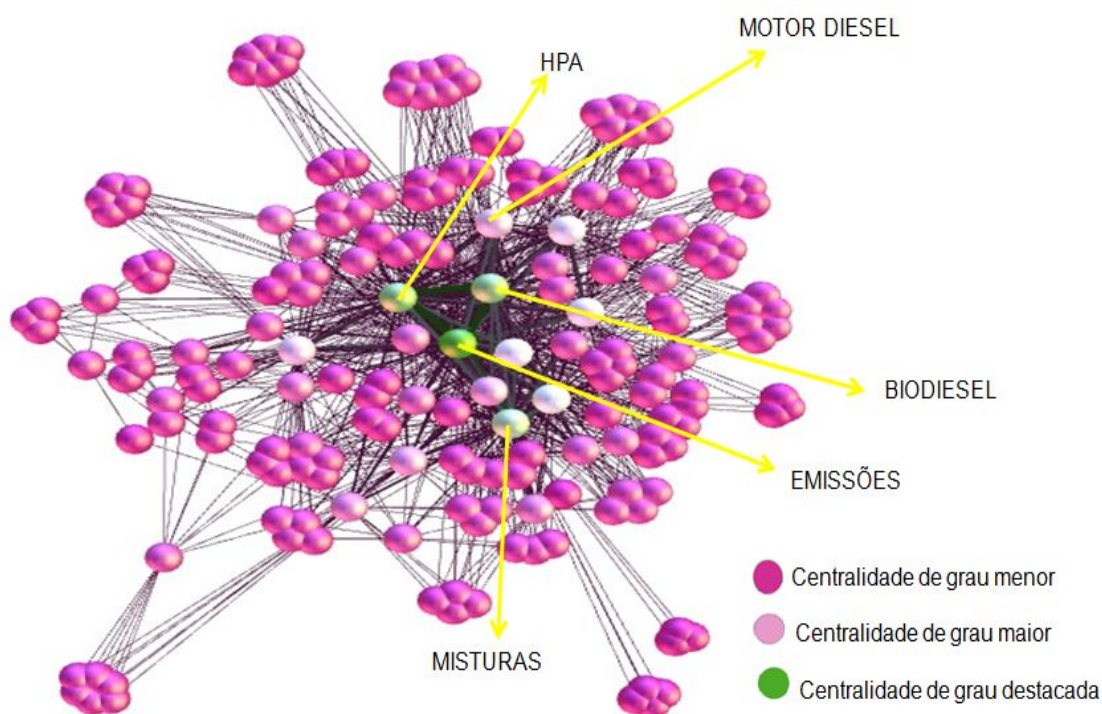


Figura 36: Rede de Títulos do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Tabela 12: Índices da análise de rede de títulos do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Índices	Rede de Títulos	Rede Aleatória
Número de vértices	190	190
Número de Arestas	1219	1219
Grau médio	12,832	12,62
Grau ponderado médio	17,011	12,62
Diâmetro da rede	4	4
Densidade	0,068	0,064
Modularidade	0,26	0,249
Número de Componentes	1	1
Coefficiente de aglomeração médio	0,896	0,875
Caminho mínimo médio	2,102	2,295

Alguns índices foram analisados quantitativamente, sendo identificados os vértices em ordem classificatória decrescente e apresentado na tabela 13.

Tabela 13: Classificação dos principais termos da rede pelos índices centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação da rede de títulos de pesquisas relacionadas ao tema HPA associados com misturas de diesel/biodiesel.

Ranking	Palavra	Centralidade de grau	Ranking	Palavra	Centralidade de Proximidade	Ranking	Palavra	Centralidade de intermediação
1	emissoes	133	1	emissoes	1,30	1	hpa	4510,60
2	hpa	111	2	hpa	1,41	2	emissoes	3766,50
3	motordiesel	108	3	motordiesel	1,43	3	biodiesel	2888,93
4	biodiesel	96	4	biodiesel	1,53	4	motordiesel	2560,21
5	misturas	74	5	misturas	1,65	5	características	1274,00
6	diesel	64	6	diesel	1,70	6	diesel	868,56
7	combustivel	61	7	combustivel	1,71	7	misturas	651,35
8	efeito	58	8	efeito	1,73	8	combustivel	598,78
9	particulas	52	9	particulas	1,76	9	particulas	587,53
10	gasesdeescape	49	10	gasesdeescape	1,78	10	gasesdeescape	506,00

Foi observado que os termos *emissões*, *HPA* e *motordiesel* são os termos com maior centralidade de grau tendo o valor de 133, 111 e 108 respectivamente encontrados nos títulos dos trabalhos. Estes dados significam que esses três termos são os mais utilizados nos títulos dos trabalhos publicados ou seja de acordo com a proposta de pesquisa estabelecida pelos autores a avaliação dos HPA, as emissões ou níveis de emissões e o tipo do motor utilizado (diesel).

Os termos com maior centralidade de proximidade são: *emissões*, *HPA* e *motordiesel* com valores correspondentes a 1,30; 1,41 e 1,43, o que significa que estão mais próximos dos demais nós da rede.

No centro da rede é possível identificar os termos *HPA*, *emissões* e *biodiesel* com maior centralidade de grau, 4510,60; 3766,50; e 2888,93, respectivamente. O termo *motordiesel* é o quarto termo com maior centralidade de intermediação.

Os termos *HPA*, *biodiesel* e *diesel* (destacados na cor vermelha) correspondem aos descritores utilizados na revisão sistemática e os termos *emissões*, *motordiesel*, *misturas*, *combustível*, *partículas* e

gases de escape (de cor verde) são termos comuns do *ranking* de classificação dos três indicadores de rede analisados.

Estes resultados apontam que os trabalhos selecionados são condizentes com a proposta objeto deste estudo na identificação da correlação entre adição de biodiesel ao diesel e o aumento ou redução das emissões de HPA. Os termos observados com predominância na rede de títulos são relacionáveis com os descritores utilizados na revisão sistemática como o tipo de motor (diesel) utilizado, o combustível analisado e o escopo dos trabalhos como “*emissões*”, “*gases de escape*”, “*partículas*” dentre outros.

4.2.4. Análise da Rede de citações

A rede de citações projetada na Figura 37 foi projetada contendo 2217 vértices e 2401 arestas e ainda que seja considerada grande possui apenas 11 componentes sendo que o componente maior representa 84,89% da totalidade da rede. Tendo sido projetada utilizando das cores rosa clara e a cor mais escura chegando a cor preta para representar os nós com maior centralidade de grau e centralidade de intermediação na rede.

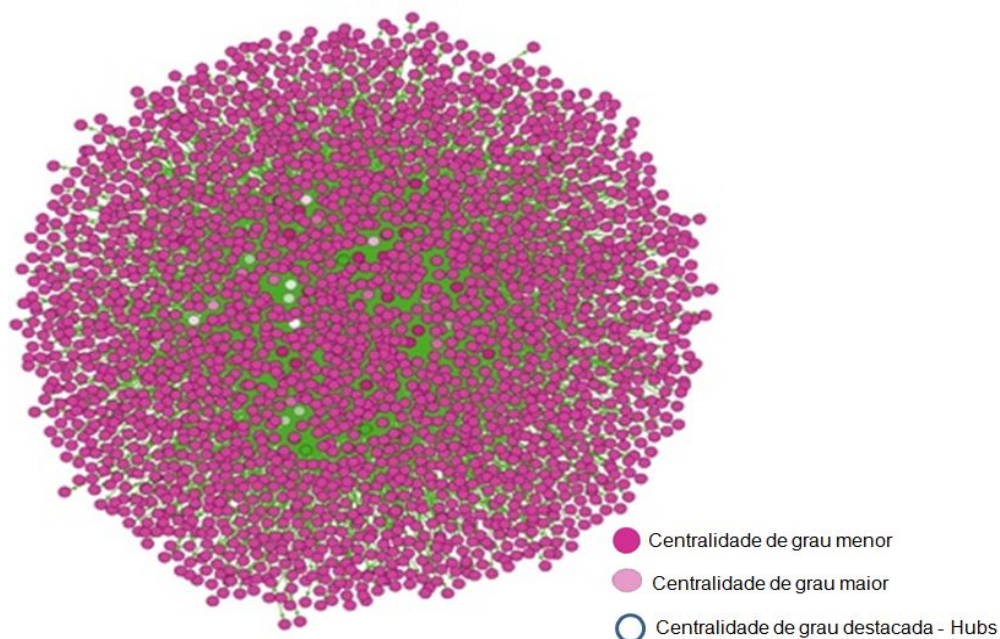


Figura 37: Rede de Citações do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Na Figura 37, gerada de forma dirigida, que significa que o grafo foi organizado tendo a relação entre as citações diretas, para que não tivesse significância a publicação que citou mais fontes. Desta forma, pode-se analisar as publicações que de fato foram citadas nos trabalhos. As aglomerações associadas aos vértices são condizentes com a quantidade de trabalhos citados. Todavia, observa-se na imagem uma rede contendo um componente grande contendo vértices inter-relacionáveis e apenas um agrupamento de vértices fora do componente maior no lado esquerdo e superior da figura. O significado desta representação está na citação mútua entre os autores dos trabalhos compondo a rede em questão.

A Tabela 14 descreve os principais índices da rede de citações do inventário de publicações tendo como parâmetro a rede aleatória projetada com os mesmos números de vértices e arestas tendo como resultado parâmetros que equivalem à rede mundo pequeno.

Tabela 14: Índices da análise de redes de citações do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Índices	Rede de Citações	Rede Aleatória
Número de vértices	2317	2317
Número de Arestas	2401	2401
Grau médio	2,096	2,642
Grau ponderado médio	1,048	2,642
Diâmetro da rede	6	9
Densidade	0,001	0,05
Modularidade	0,909	0,077
Número de Componentes	1	1
Coefficiente de aglomeração médio	0,2	0,025
Caminho mínimo médio	2,64	2,82

Observa-se uma grande quantidade de vértices (2317) bem como a quantidade de arestas (2401). Quando comparado à rede aleatória, observa-se densidade equivalente e coeficiente de aglomeração e caminho mínimo médio

inferior equivalendo-se a uma rede mundo pequeno com interação entre os vértices mais eminentes.

A rede de citações foi gerada a partir dos títulos de trabalhos citados pelas pesquisas selecionadas na revisão sistemática. Alguns índices foram analisados quantitativamente, sendo identificado os vértices em ordem classificatória decrescente e apresentado na Tabela 15 o título dos artigos publicados.

Tabela 15: Classificação dos principais termos da rede pelos índices centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação da rede de citações de pesquisas relacionadas ao tema HPA associados com misturas de Diesel/biodiesel.

Ranking	Citação	Centralidade de grau
1	Carbonyl emissions in diesel and biodiesel exhaust.	12
2	Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and biodiesel blend.	12
3	PAH emissions and energy efficiency of palm-biodiesel blends fueled on diesel generator	12
4	An experimental study of the influence of biofuel origin on particle-associated PAH emissions	10
5	Polycyclic aromatic hydrocarbon exhaust emissions from different reformulated diesel fuels and engine operating conditions	9
6	Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons emissions of diesel engine fueled with biodiesel and diesel.	9
7	Effect of fuel aromatic content on PAH emission from a heavy-duty diesel engine	9
8	The sources of polycyclic aromatic compounds in diesel engine emissions	8
9	Effect of fuel composition and engine operating conditions on polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from a fleet of heavy-duty diesel buses	7
10	Effects of biodiesel on emissions of regulated air pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons under engine durability testing	6
Ranking	Citação	Centralidade de Proximidade
1	Interlaboratory comparison of HPLC-fluorescence detection and GC/MS: analysis of PAH compounds present in diesel exhaust	1
2	Polycyclic aromatic hydrocarbons in flames, in diesel fuels, and in diesel emissions	1
3	Biodiesel from soybean promotes cell proliferation	1
4	PAH emission from the industrial boilers	1

5	Low temperature PAH formation in diesel combustion	1
6	Characterization and differentiation of chemical fingerprints of virgin and used lubricating oils for identification of contamination or adulteration sources	1
7	An improvement to the transesterification process by the use of co-solvents to produce biodiesel	1
8	Fuel unsaturation effects on NOx and PAH formation in spray flames	1
9	Effect of antioxidant on the oxidation stability and combustion–performance–emission characteristics of a diesel engine fueled with diesel–biodiesel blend	1
10	Prospect of 2 nd generation biodiesel as a sustainable fuel – Part 2: Properties, performance and emission characteristics	1
Ranking	Citação	Centralidade de intermediação
1	Experimental investigation of the performance and emissions of a heavy-duty diesel engine fueled with waste cooking oil biodiesel/ultra-low sulfur diesel blends	2.160
2	An experimental study of the influence of biofuel origin on particle-associated PAH emissions	1.684
3	Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and biodiesel blend.	1.651
4	Polycyclic aromatic hydrocarbon exhaust emissions from different reformulated diesel fuels and engine operating conditions	1.605
5	Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) formation in a diesel engine fueled with diesel, biodiesel and biodiesel/n-butanol blends	1.415
6	Effect of fuel aromatic content on PAH emission from a heavy-duty diesel engine	1.284
7	Effect of biodiesel origin on regulated and particle-bound PAH (polycyclic aromatic hydrocarbon) emissions from a Euro 4 passenger car	1.262
8	Size distribution of EC, OC and particle-phase PAHs emissions from a diesel engine fueled with three fuels.	1.214
9	Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons emissions of diesel engine fueled with biodiesel and diesel.	1.012
10	Effect of fuel composition and engine operating conditions on polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from a fleet of heavy-duty diesel buses	913

Os trabalhos com maior centralidade de grau foram os trabalhos com os títulos “*Carbonyl emissions in diesel and biodiesel exhaust*” (CORRÊA ARBILLA, 2008, Brasil), seguido do trabalho “*Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and biodiesel blend*” (TURRIO-BALDASSARRI, L. et al, 2004, Itália) e “*Particulate PAH emissions and energy efficiency of palm-biodiesel blends fueled on diesel generator*” (LIN, Y.C. et al, 2006, Taiwan), tendo centralidade de grau de iguais (12). Estes são os trabalhos mais citados identificados na rede. Cabe ressaltar que o autor principal do artigo

ranqueado na terceira posição (LIN, Y.C.) corresponde a rede de coautoria dos três principais pesquisadores destacados.

Os trabalhos cujos títulos *“Interlaboratory comparison of HPLC-fluorescence detection and GC/MS: analysis of PAH compounds present in diesel exhaust”* (GRATZ, L.D., 2000, USA), *“Polycyclic aromatic hydrocarbons in flames, in diesel fuels, and in diesel emissions”* (DOBBIN, R.A., 2006, USA) e *“Biodiesel from soybean promotes cell proliferation”* (GIODA, A., 2016, Brasil) correspondem as citações com maior centralidade de proximidade, significa os “nós” situados no centro da rede de citações. Tendo este parâmetro relacionado à proximidade dos demais “nós” da rede. Significa que essas citações representam um grau de interação grande com os demais trabalhos. Os trabalhos com maior grau de centralidade foram *“Experimental investigation of the performance and emissions of a heavy-duty diesel engine fueled with waste cooking oil biodiesel/ultra-low sulfur diesel blends”* (LIN, Y.C., 2011, Taiwan), *“An experimental study of the influence of biofuel origin on particle-associated PAH emissions”* (BALLESTEROS, R., 2010, Espanha) e *“Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and biodiesel blend”* (TURRIO-BALDASSARRI, L. et al, 2004, Itália) com peso significativo demonstrado inclusive por cor e tamanho diferenciados na Figura 37. Ressalta-se que esses dois últimos trabalhos citados correspondem ao ranking dos 10 principais citações do indicador centralidade de grau com destaque para o trabalho de Turrio-Baldassarri et AL (2004), que está entre os três trabalhos mais citados e com melhor grau de intermediação.

4.2.5. Análise da Rede de Abstract

A Rede de Abstract é representada na Figura 38. Foi projetada uma rede com 2136 Vértices e 54171 Arestas.

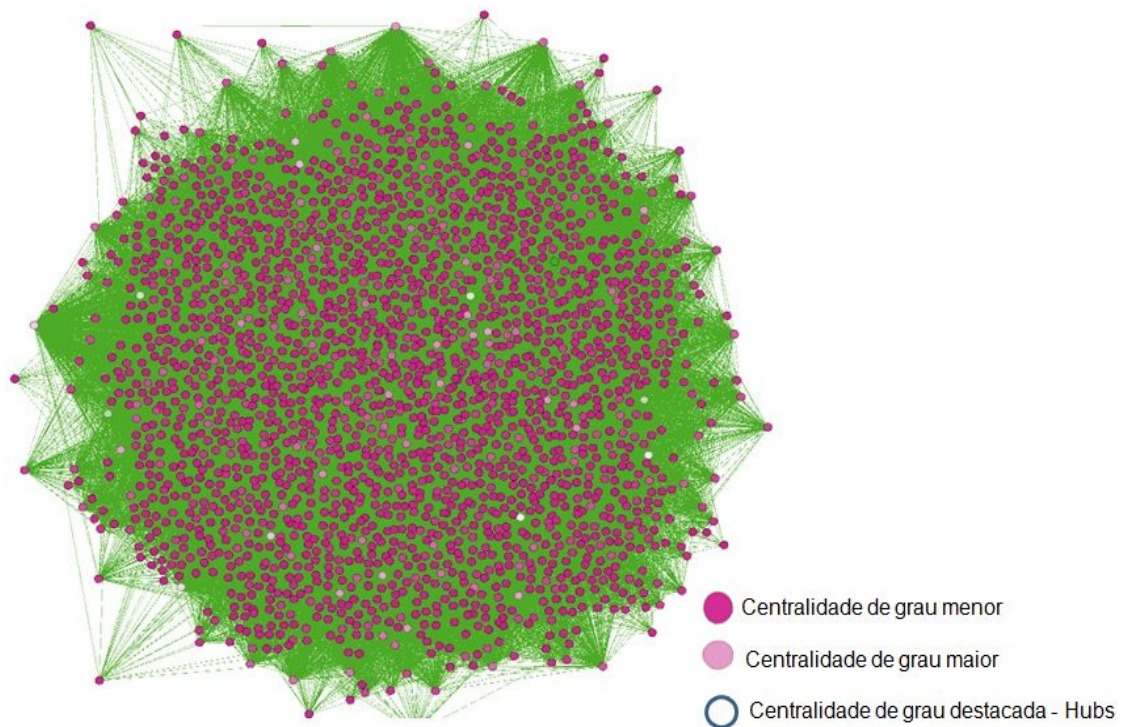


Figura 39: Rede de Abstract do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA

Foram dispostos na Tabela 16 os índices da Rede de Abstract e criada uma rede aleatória para comparar os dados e avaliar sua topologia. Observa-se que a rede possui apenas 2 componentes, grau médio equivalente à rede aleatória e caminho mínimo médio também equivalendo-se à uma topologia de *small world*. Contudo o maior componente corresponde a 99,95% da rede principal com 2135 vértices, somente tendo um vértice fora do contexto da rede. Trata-se de uma rede onde a maior parte dos termos são identificados nos trabalhos, divergindo alguns métodos de coleta ou equipamentos utilizados e tipos de veículos ou motores utilizados na pesquisa. Neste caso, a maior parte dos termos são relacionáveis, interagindo por meio de vértices em algum campo da rede.

Tabela 16: Índices da análise da rede de *abstract* do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e a emissão de HPA.

Índices	Rede de Abstract	Rede Aleatória
<i>Número de vértices</i>	2136	2136
<i>Número de Arestas</i>	54171	54171
<i>Grau médio</i>	50,722	106,79
<i>Grau ponderado médio</i>	85,471	53,395
<i>Diâmetro da rede</i>	4	11
<i>Densidade</i>	0,024	0,05
<i>Modularidade</i>	0,233	0,083
<i>Número de Componentes</i>	2	1
<i>Coefficiente de aglomeração médio</i>	0,807	0,025
<i>Caminho mínimo médio</i>	2,118	2,232

Alguns índices foram analisados quantitativamente, sendo identificados os vértices em ordem classificatória decrescente e apresentado na Tabela 16.

Tabela 17: Classificação dos principais termos da rede pelos índices centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação da rede de abstract de pesquisas relacionadas ao tema HPA associados com misturas de diesel/biodiesel.

Ranking	Termo	Centralidade de grau	Ranking	Termo	Centralidade de Proximidade	Ranking	Termo	Centralidade de Intermediação
1	hpa	354	1	hpa	1,2	1	hpa	33.784
2	diesel	232	2	diesel	1,5	2	biodiesel	12.816
3	biodiesel	226	3	biodiesel	1,5	3	diesel	10.251
4	emissões	217	4	emissões	1,5	4	emissões	9.469
5	motordiesel	198	5	motordiesel	1,5	5	motordiesel	7.391
6	gasesdeescape	164	6	gasesdeescape	1,6	6	gasesdeescape	4.561
7	dinamômetro	104	7	dinamômetro	1,8	7	materialparticulado	1.350
8	materialparticulado	94	8	materialparticulado	1,8	8	dinamômetro	1.200
9	combustíveis	69	9	combustíveis	1,8	9	misturasdebiodiesel	1.193
10	potencialcarcinogênico	60	10	potencialcarcinogênico	1,9	10	taxasdeemissão	954

Os termos utilizados nas publicações com maior centralidade de grau foram *HPA*, *diesel* e *biodiesel* (destacados de vermelho na Tabela 17) com grau de 354; 232 e 226, respectivamente. Contudo, observou-se a utilização frequente dos termos *emissões*; *motordiesel*; *gases de escape*; *dinamômetro*; *potencial carcinogênico*; *material particulado*; e *combustíveis* (destacados na cor verde) encontrados no raking dos três indicadores de rede. Esses termos estão associados ao tipo de testes e metodologias desenvolvidas nos trabalhos.

Os termos *HPA*, *diesel* e *biodiesel* correspondem às citações com maior centralidade de proximidade, correspondendo aos “nós” situados no centro da rede de abstract e com menor distância dos demais. Este fato está denotando que os trabalhos analisados para formação da rede tratam diretamente da relação entre biodiesel e diesel o que endossa a escolha destes trabalhos para análises conclusivas sobre esta relação.

Os termos *HPA*, *biodiesel* e *diesel* que são os melhores colocados quanto ao grau de centralidade de intermediação e, juntamente com “*emissões*”, são termos que equivalem aos descritores utilizados na revisão sistemática.

De uma forma geral, pode-se destacar que o estudo das redes semânticas sobre o tema favoreceu a percepção de informações na medida em que foram identificados termos destacados nos títulos dos trabalhos, as palavras chave mais utilizadas nas publicações que tratam do tema pesquisado, bem como Instituições e pesquisadores mais influentes na rede, por meio da rede de coautoria. Também foi possível identificar o trabalho com maior quantidade de citação e métodos e termos utilizados nos abstracts dos trabalhos analisados (Tabela 18).

Tabela 18: Sumário do resultado obtido na avaliação das redes estudadas sobre uso de misturas diesel/biodiesel e emissões de HPA.

Item avaliado	Maior contribuição/influência sobre o tema
Instituição de Pesquisa	National Cheng Kung University
País	Taiwan;
Pesquisadores	LEE, W.J.; LIN, Y.C. ; CHEN, C.B.
Título do Artigo	PAH emissions and energy efficiency of palm-biodiesel blends fueled on diesel generator
Palavras chave	PAH, Biodiesel, Diesel, Emissão,

4.3. Síntese quantitativa e correlação entre o percentual de biodiesel adicionado no diesel e a concentração de HPA emitida

A análise dos dados estatísticos da amostra resultante da revisão sistemática aconteceu utilizando três maneiras diferentes objetivando um respaldo maior da comparação dos resultados de pesquisas correlatas.

Desta forma, em um primeiro momento foram dispostos todos os resultados dos trabalhos e divididos pelo tipo de HPA emitido na combustão incompleta da mistura combustível, compondo todos os 16 HPA prioritários, e ao final, todos os dados numa mesma planilha e projetados os gráficos para interpretação. Num segundo momento observou-se o tipo de biodiesel utilizado nas respectivas publicações, projetando gráficos de dispersão, com intuito de analisar o comportamento e efeito da adição desses tipos de biodiesel e o percentual da adição, correlacionando com a emissão de HPA. No terceiro momento, foram classificados os tipos de biodiesel em 2 grupos distintos: (i) resultados das publicações que utilizaram biodiesel de origem animal; e (ii) publicações que utilizaram biodiesel de origem vegetal. Os resultados foram dispostos em gráficos de dispersão separados pelo tipo de HPA emitido.

4.3.1 Análise quantitativa com dados classificados pelo tipo de HPA emitido e nível de adição de B100 ao diesel.

Os resultados da análise estatística descritiva para a concentração da emissão de HPA e o teor de biodiesel adicionado no diesel, segundo o inventário de dados criado, estão descritos na Tabela 19. Nesta tabela estão apresentados os percentuais de aumento (números positivos) ou redução (números negativos) das emissões de HPA quando da correlação dos dados de emissão de diesel puro e a mistura diesel/biodiesel. Na literatura são encontrados diversos percentuais (%) de biodiesel adicionado ao diesel como, por exemplo: 2 (B2), 4 (B4), 5 (B5), 10 (B10), 15 (B15), 20 (B20), 25 (B25), 30 (B30), 50 (B50), 70 (B70), 70 (B75 e o biodiesel puro (B100).

Tabela 19: Concentração da emissão de HPA do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA

No	HPA	Min.	Max.	1st Qu.	Mediana	Média	3rd Qu.
1	Acenafteno	-100	59	-58,3	-37	-36,17	-13
2	Acenaftileno	-100	153	-56,5	-29,5	-29,61	-6,5
3	Antraceno	-100	82	-48,8	-28,5	-27,70	-8,3
4	Benzo(a)Antraceno	-100	50	-58,5	-36	-36,11	-11,8
5	Benzo(a)Pireno	-100	100	-43,3	-24,5	-23,02	-8
6	Benzo(b)Fluoranteno	-100	153	-54	-26	-26,76	-7
7	Benzo(g,h,i)Pirileno	-100	100	-76,5	-33	-32	-9
8	Benzo(k)Fluoranteno	-100	100	-52,5	-20	-23,78	-4,5
9	Criseno	-100	100	-63,5	-32	-30,39	-10
10	Dilbenzo(a,h)Antraceno	-100	100	-60	-30	-27,40	-9,5
11	Fenantreno	-100	100	-60	-22	-19,48	4
12	Fluoranteno	-100	110	-47	-20	-21,04	9
13	Fluoreno	-99	100	-52,5	-22	-27,25	-6
14	Indeno(1,2,3)Pireno	-100	100	-58	-26	-21,04	3,5
15	Naftaleno	-100	46	-43	-25	-29,15	-10
16	Pireno	-99	100	-42,5	-14,5	-16,77	-0,5
	Todos os HPA	-100	100	-54	-26	-26,76	-7

Observa-se que os valores mínimos e máximos variam na maioria entre -100 e +100 com exceção do poluente Acenaftileno (Ace), Benzo(b)Fluoranteno (BbF), Fluoranteno (Flt) cujos valores máximos foram acima de 100% de aumento. Tal observação não traz nenhum resultado relevante, visto a grande dispersão dos dados, quando comparados aleatoriamente, sem nenhum tipo de filtro de informações. Na Tabela 20 são descritos os valores referentes as medidas de variação.

Tabela 20: valores referentes às medidas de variação do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA.

Sigla	HPA	Variância	DesvPadr	Correlação
Ace	Acenafteno	1557,15	39,46	-0,28
Acen	Acenaftileno	2172,37	46,61	-0,43
Ant	Antraceno	1644,55	40,55	-0,29
BaA	Benzo(a)Antraceno	1188,38	34,47	-0,15
BaP	Benzo(a)Pireno	1856,47	43,09	-0,02
BaF	Benzo(b)Fluoranteno	1703,39	46,35	-0,30
BghiP	Benzo(g,h,i)Pirileno	2990,95	44,23	-0,04
BkF	Benzo(k)Fluoranteno	1987,63	44,58	-0,15
Cri	Criseno	2141,73	46,28	-0,06
DaA	Dilbenzo(a,h)Antraceno	2839,44	53,29	-0,16
Fen	Fenantreno	2426,33	49,26	-0,32
Flt	Fluoranteno	2172,07	46,60	-0,15
Flu	Fluoreno	1915,17	43,76	-0,22
Ind	Indeno(1,2,3)Pireno	3176,35	56,40	0,02
Naf	Naftaleno	988,32	31,44	-0,32
Py	Pireno	1664,30	40,80	-0,05
	Todos os HPA	1956,16	44,23	-0,19

Foi observado que a maioria dos HPA, possuem uma correlação negativa, isso indica que a medida que se aumenta o nível de adição do biodiesel, o nível de emissão do HPA pode diminuir. A correlação varia de -1 a 1, sendo 0 (zero) uma correlação muito baixa entre as variáveis, e -1 e 1, correlação linear perfeita. As correlações obtidas com os dados foram próximas de zero (o que indicaria que não há relação entre as variáveis). Contudo, alguns HPA tiveram correlações maiores com a emissão do poluente. O Acenaftileno, por exemplo, teve uma correlação de -0,43 e o único com correlação positiva baixa foi o indeno(1,2,3)pireno (0,02).

A Regressão linear gerou uma equação matemática que descreve a relação entre duas variáveis estudadas (teor de biodiesel no combustível e emissão de HPA). A Tabela 21 apresenta a equação gerada para cada correlação.

Tabela 21: Regressão linear do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA

Sigla	HPA	Regressão	R²
Acen	Acenaftileno	$y = -8,5967x + 14,006$	0,7210
Fen	Fenantreno	$y = -3,8493x - 5,4187$	0,4670
Naf	Naftaleno	$y = -3,0655x - 15,036$	0,1934
BbF	Benzo(b)Fluoranteno	$y = -0,3764x - 16,435$	0,0883
Ant	Antraceno	$y = -0,3747x - 15,182$	0,0863
Ace	Acenafteno	$y = -0,3738x - 24,545$	0,0792
Flu	Fluoreno	$y = -0,3027x - 17,439$	0,0504
BaA	Dilbenzo(a,h)Antraceno	$y = -0,2854x - 18,754$	0,0272
BkF	Benzo(k)Fluoranteno	$y = -0,2114x - 17,174$	0,0229
Flt	Fluoranteno	$y = -0,2007x - 14,036$	0,0216
BaA	Benzo(a)Antraceno	$y = -0,151x - 30,606$	0,0214
Cri	Criseno	$y = -0,0849x - 27,38$	0,0037
Py	Pireno	$y = -0,0685x - 14,465$	0,0027
BghiP	Benzo(g,h,i)Pirileno	$y = -0,0773x - 29,434$	0,0019
Ind	Indeno(1,2,3)Pireno	$y = -0,0823x - 19,841$	0,0019
BaP	Benzo(a)Pireno	$y = -0,0232x - 22,281$	0,0003
HPAt	Todos os HPA	$y = -0,2684x - 17,937$	0,0361

Entre todos os 16 HPA estudados, pode-se destacar uma maior correlação dos dados decrescentes para as reduções das emissões de 3 HPA quando se adiciona gradativamente biodiesel no óleo diesel: o Acenaftileno ($R^2 = 0,7210$), o Fenantreno ($R^2 = 0,4670$) e o Naftaleno ($R^2 = 0,1934$). Já outros 5 HPA demonstraram não possuir correção com a adição de biodiesel no diesel e, conseqüente redução das emissões destes HPA por ter um coeficiente de correlação muito próximo de zero, são eles: o Benzo(a)Pireno ($R^2 = 0,0003$), o Indeno(1,2,3)Pireno ($R^2 = 0,0019$), o Benzo(g,h,i)Pirileno ($R^2 = 0,0019$), o Pireno ($R^2 = 0,0027$) e o Criseno ($R^2 = 0,0037$). Os demais HPA (08) estudados apresentaram coeficiente de correlação intermediários, sugerindo, mais uma vez, a incerteza de afirmação da contribuição da adição do biodiesel na redução

das emissões destes HPA: Benzo(b)Fluoranteno ($R^2 = 0,0883$), Antraceno ($R^2 = 0,0863$), Acenafteno ($R^2 = 0,0792$), Fluoreno ($R^2 = 0,0504$), Dilbenzo(a,h)Antraceno ($R^2 = 0,0272$), Benzo(k)Fluoranteno ($R^2 = 0,0229$), Fluoranteno ($R^2 = 0,0216$) e Benzo(a)Antraceno ($R^2 = 0,0214$). É importante destacar que, de uma maneira geral, a avaliação dos dados de emissões sugere que o uso de biodiesel pode trazer reduções nas emissões de HPA, contudo tais reduções não são diretamente proporcionais ao teor adicionado.

A apresentação dos gráficos individuais da relação entre a adição proporcional de diesel/biodiesel e a emissão de HPA estão ilustradas nas Figuras 40 a 42. Onde zero significa que a emissão de HPA é igual à emissão na queima do diesel puro, valores negativos sugerem a redução da emissão com uso da mistura de diesel/biodiesel e valores positivos ilustram um aumento das emissões de HPA com a adição do biodiesel na mistura combustível diesel/biodiesel.

O Acenaftileno é o HPA que apresentou o maior coeficiente de correlação ($R^2 = 0,7210$) dentre os HPA estudados. Neste sentido, os dados encontrados na literatura sobre a emissão de Acenaftileno sugerem que o aumento do teor de biodiesel na mistura combustível possui uma tendência de redução da emissão deste poluente a medida que se adiciona biodiesel no diesel e que essa redução pode ter uma certa proporcionalidade com o teor de biodiesel adicionado (Figura 40). Com exceção da mistura B2 os outros níveis de adição de biodiesel apontaram para uma redução da concentração de Acenaftileno, tendo o B75 e B100 as maiores reduções deste poluente.

De uma forma geral, pode-se observar (Figura 40) que os HPA com maior proporcionalidade de redução das emissões de HPA com a adição de biodiesel possuem uma faixa de tendência de redução da emissão de 0% a 60% de Acenaftileno (Figura 40a), 0% a 48% de Fenantreno (Figura 40b) e 10% a 48% de Naftaleno (Figura 40c) quando aumenta o teor de biodiesel no diesel de B2 à B100. A correlação destes 3 HPA foi a que possuiu maior inclinação da linha de tendência, sugerindo uma redução das emissões destes HPA fortemente relacionada ao teor de biodiesel na mistura combustível em relação as correlações dos outros HPA.

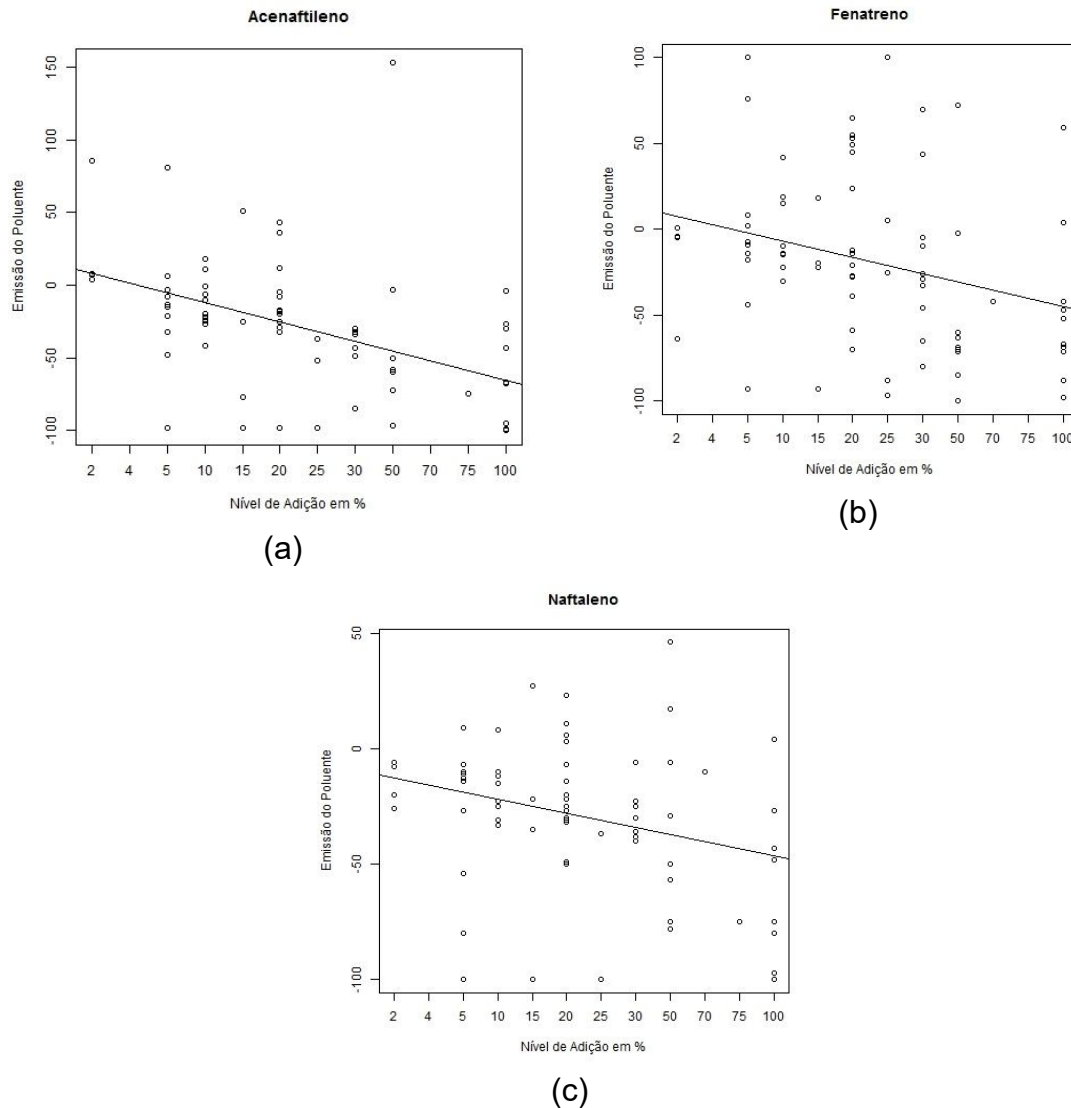
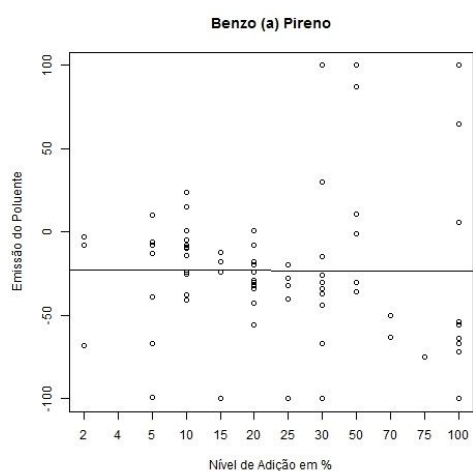


Figura 40: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de (a) Acenaftileno, (b) Fenantreno; e (c) Naftaleno.

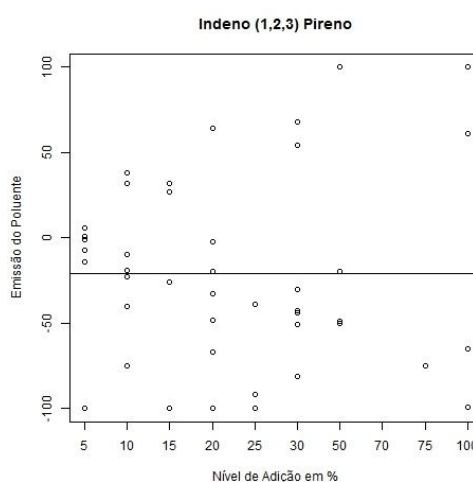
Diferentemente dos dados discutidos acima, a relação da adição de biodiesel nas misturas combustíveis para as emissões de Benzo(a)Pireno (Figura 41a); Indeno(1,2,3)Pireno (Figura 41b); Benzo(g,h,i)Pirileno; (Figura 41c); Pireno (Figura 41d); e Criseno (Figura 41e) foi muito fraca. A inclinação da linha de tendência foi praticamente nula, mas mesmo sem inclinação os dados obtidos na literatura apontam para uma redução da emissão desses HPA quando se utiliza Biodiesel. A redução da emissão pode ser numa faixa de aproximadamente 25 a 40% de Benzo(g,h,i)Pirileno; (Figura 41c); de 10 a 20% Pireno (Figura 41b); e de 25% a 30% Criseno (Figura 41e) quando varia a

concentração de biodiesel na mistura de B2 a B100. Já as reduções das emissões de Benzo(a)Pireno (Figura 41a) e Indeno(1,2,3)Pireno (Figura 41b) se mantiveram em 20% e 18%, respectivamente, mesmo variando o teor de biodiesel de B2 a B100.

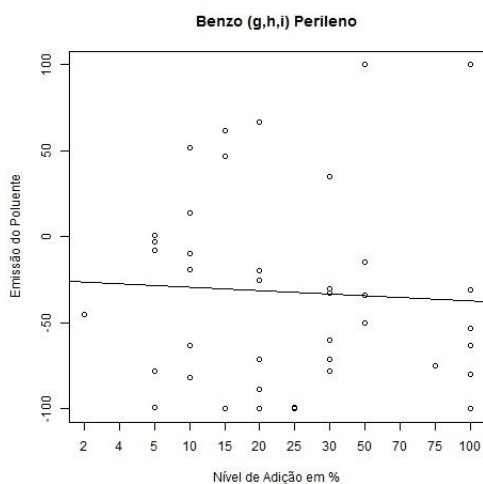
Dentre os HPA apresentados na Figura 41, o que teve menor dispersão dos dados encontrados na literatura foi a emissão de Benzo(a)Pireno (Figura 41a). Todavia, os dados obtidos na literatura sobre a emissão deste HPA não possuem correlação com o teor de biodiesel adicionado no combustível, visto que este apresentou o menor coeficiente de correlação entre os HPA estudados ($R^2 = 0,0003$). Assim, em relação as emissões de Benzo(a)Pireno pode-se concluir que não existe melhora nas emissões deste HPA com a adição de biodiesel no diesel.



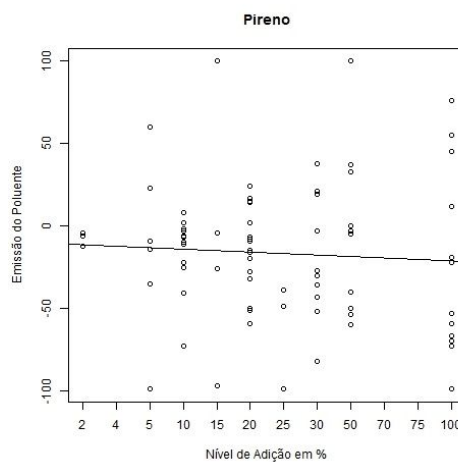
(a)



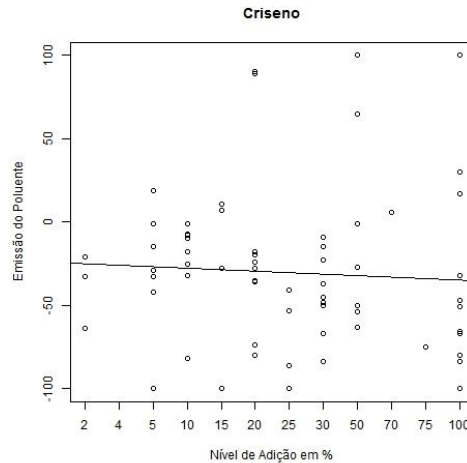
(b)



(c)



(d)

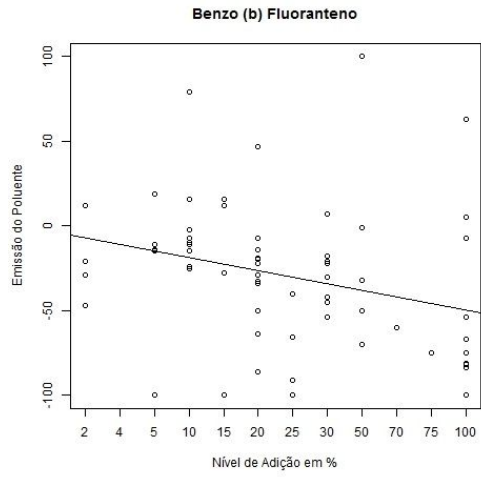


(e)

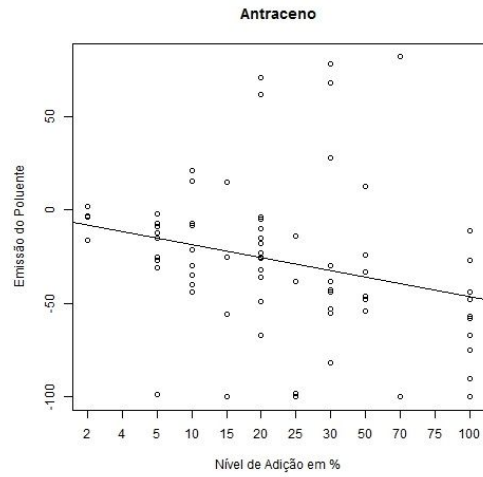
Figura 41: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de (a) Benzo(a)Pireno; (b) Indeno(1,2,3)Pireno; (ec) Benzo(g,h,i)Pirileno; (d) Pireno; e (e) Criseno.

A inclinação da reta para os HPA apresentados na Figura 41 pode estar relacionada a forte dispersão dos dados para a correlação da emissão dos HPA com o teor de biodiesel na mistura, pois metade dos dados estão abaixo da linha de tendência e a outra metade estão acima, gerando uma linha de tendência de pouca inclinação (Figura 41). Neste contexto, pode-se concluir que os dados encontrados na literatura para a emissão destes HPA são fortemente conflitantes.

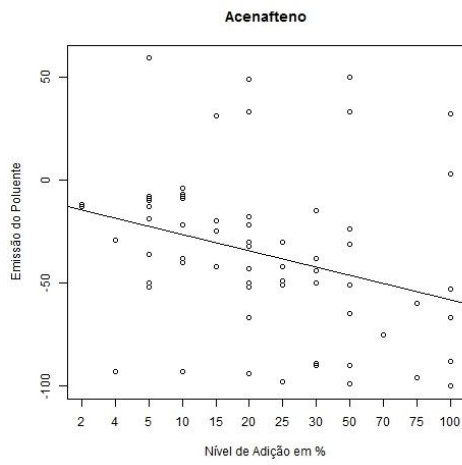
O resultado da análise dos dados para as emissões de Benzo(b)Fluoranteno; Antraceno; Acenafteno; Fluoreno; Dilbenzo(a,h)Antraceno; Benzo(k)Fluoranteno; Fluoranteno; e Benzo(a)Antraceno com o aumento do teor de biodiesel na mistura estão apresentados na Figura 42. Estes HPA foram os que apresentaram correlação intermediária entre as variáveis estudadas, ou seja, uma inclinação menor na linha de tendencia (Figura 42) quando comparado aos HPA que tiveram maior correlação (Figura 40) e maior quando comparado aos HPA que não tiveram inclinação na linha de tendência (Figura 41).



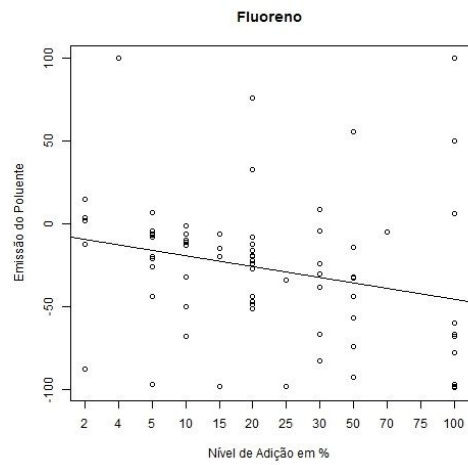
(a)



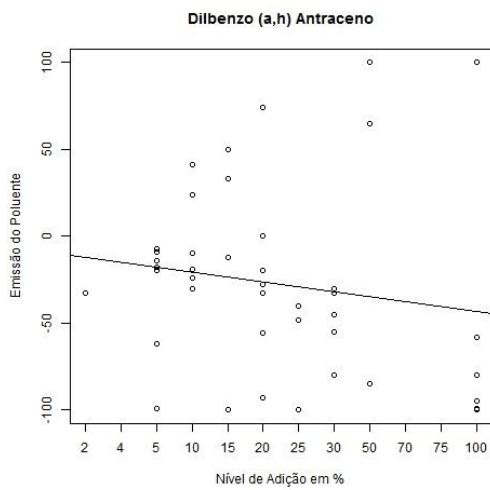
(b)



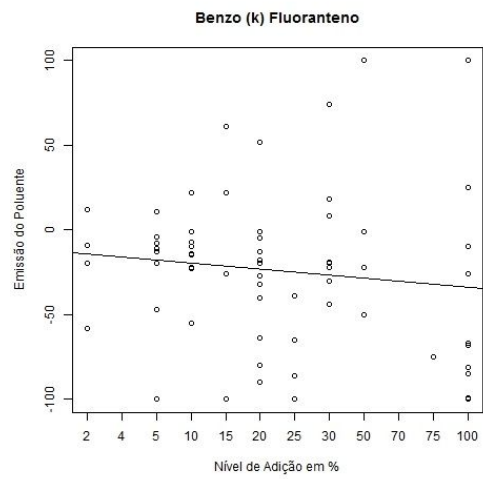
(c)



(d)



(e)



(f)

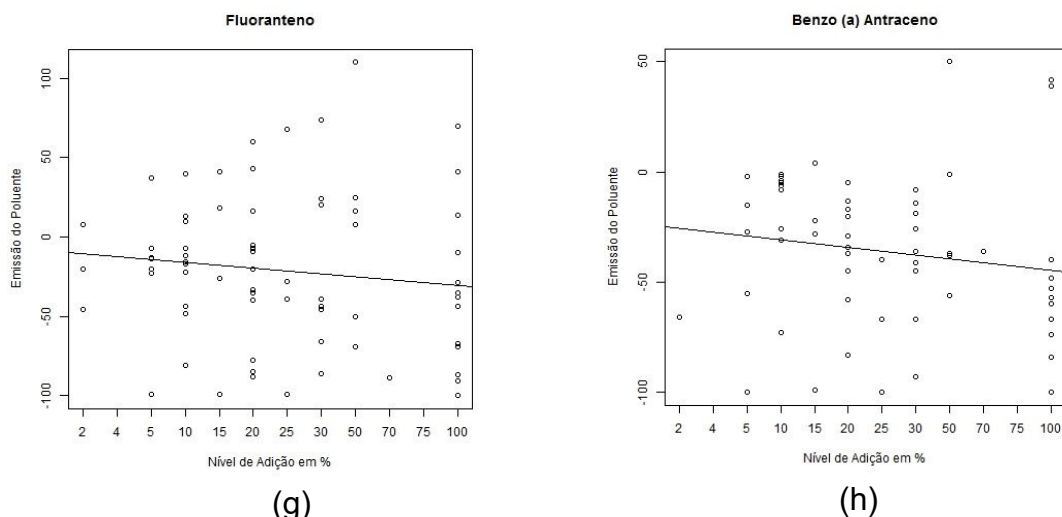


Figura 42: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de (a) Benzo(b)Fluoranteno; (b) Antraceno; (c) Acenafteno; (d) Fluoreno; (e) Dilbenzo(a,h)Antraceno; (f) Benzo(k)Fluoranteno; (g) Fluoranteno; e (h) Benzo(a)Antraceno.

A inclinação das linhas de tendência dos HPA presentes na Figura 42 sugere uma redução das emissões dos HPA com o aumento do teor de biodiesel no diesel, ou seja, uma correlação negativa. Porém, existem muitos dados dispersos acima da linha de tendência. De uma forma geral, pode-se dizer que a faixa de redução das emissões dos HPA com o aumento de biodiesel no diesel (de B2 a B100) foram de aproximadamente: 5% a 50% de Benzo(b)Fluoranteno (Figura 42a); 5% a 45% de Antraceno (Figura 42b); 10% a 52% de Acenafteno (Figura 42c); 5% a 48% de Fluoreno (Figura 42d); 8% a 48% de Dilbenzo(a,h)Antraceno (Figura 42e); 12% a 30% de Benzo(k)Fluoranteno (Figura 42f); 10% a 25% de Fluoranteno (Figura 42g); e 25% a 48% Benzo(a)Antraceno (Figura 42h).

A Figura 43 apresenta todos os dados de emissões de HPA extraídos dos trabalhos publicados e sua correlação com a adição de biodiesel no diesel.

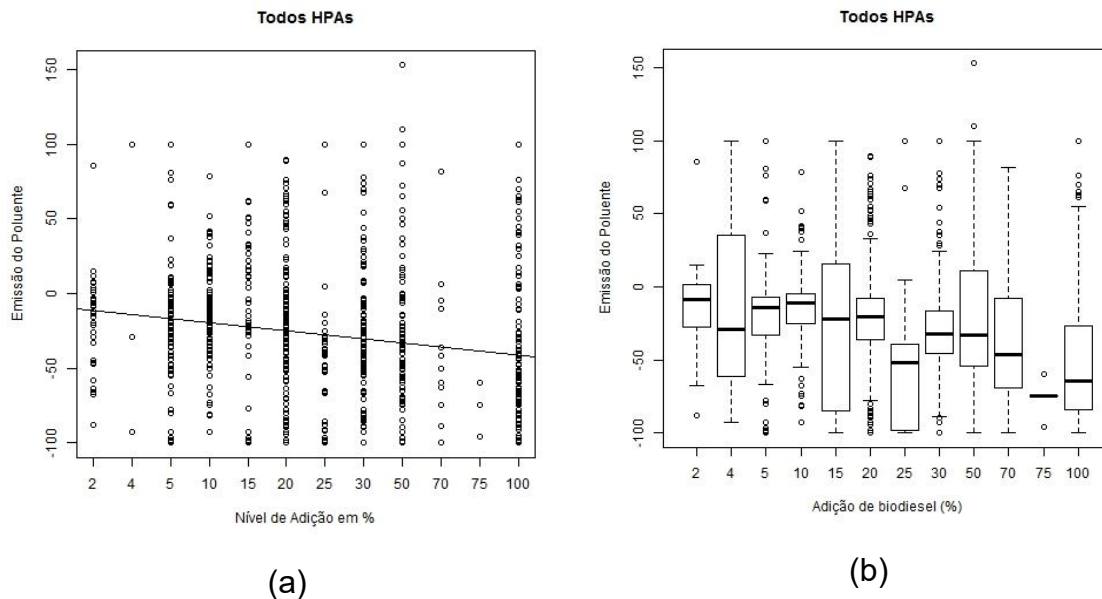


Figura 43: Avaliação da adição de biodiesel no diesel para emissão de HPA totais (a) diagrama de dispersão; e (b) distribuição empírica dos dados.

Os valores de correlação das variáveis de estudo (emissão de HPA e tipo de combustível), em sua maioria, possuem uma correlação negativa (Tabela 16). Contudo os valores não ultrapassando -0,5 que denota um nível de correlação baixo. O HPA Acenaftileno é o que possui um nível de correlação negativa maior e o benzo(a)Pireno juntamente com o Indeno(1,2,3)Pireno tiveram o valor de correlação muito próximo ao zero.

O valor da correlação para todos dos HPA estudados é de -0,191 (Figura 44) e sugere uma correlação muito baixa, significando que o nível de adição do diesel/biodiesel não possui uma tendência significativa de redução da emissão dos HPA com aumento da adição de biodiesel no diesel quando se analisa os dados brutos das pesquisas sem utilizar nenhum filtro, como por exemplo o tipo de biodiesel utilizado.

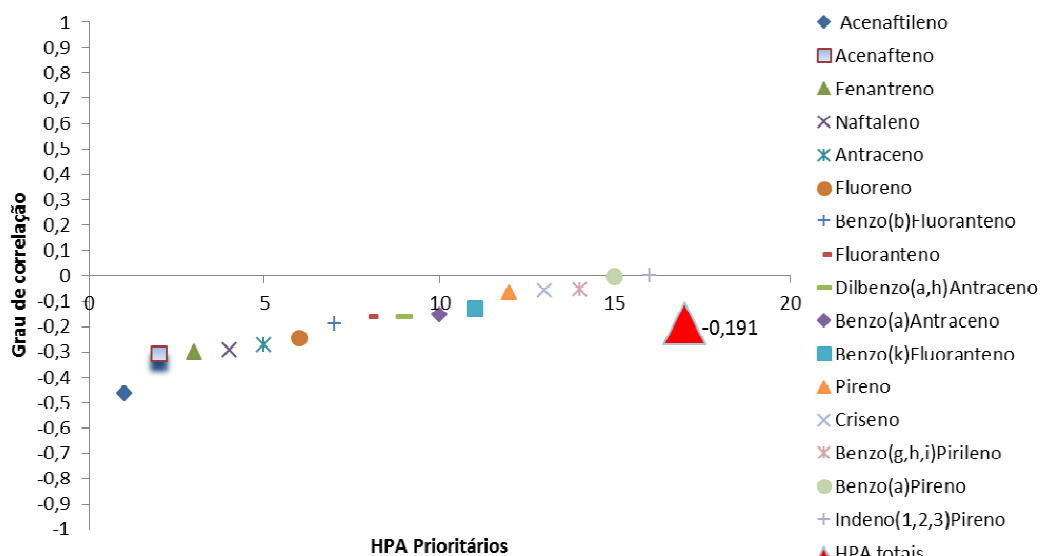


Figura 44: Nível de correlação para todos os HPA do inventário de dados de emissões.

Apesar das correlações das variáveis terem sido muito baixa, ou seja, o aumento da adição de biodiesel no diesel não influencia tanto a redução dos HPA totais, o simples fato de existir uma tendência de redução já pode ser visto como uma contribuição, devido estes compostos serem classificados como carcinogênicos.

Foram realizados algumas transformações nas variáveis com o intuito de normalizar os resíduos, como aplicar a função exponencial, quadrática, dentre outras. Entretanto, o comportamento não-normal dos resíduos manteve-se inalterável. Portanto, de acordo com a análise estabelecida, a correlação entre a adição de diesel/biodiesel e a emissão de HPA não é forte e isso significa que não se pode afirmar com veemência que com a adição de biodiesel diminuirá proporcionalmente as emissões de HPA.

4.3.2 Análise quantitativa com dados classificados pelo tipo de HPA emitido e nível de adição de B100 ao diesel tendo a análise classificada pelo tipo de biodiesel utilizado nas publicações.

Os resultados dos de emissão de HPA obtidos pelas pesquisas foram padronizados correlacionando o tipo de HPA emitido com o tipo matéria prima

utilizada na produção do biodiesel. Desta forma, observou-se uma predominância de alguns tipos de biodiesel como óleo de colza, Girassol, mamona, soja, coco e óleos e gorduras residuais (OGR). Outro fator utilizado na mineração dos dados foi o percentual de adição do biodiesel utilizado, tendo como predominância o uso das misturas: B5, B10, B20, B30, B50 e B100. O objetivo desta análise foi minimizar os efeitos de baixa correlação apontados na primeira análise estatística descritos no item 4.3.1.

Tabela 22: Correlação dos dados de emissão de HPA com o tipo de biodiesel utilizado no motor diesel.

Tipo de Biodiesel	Variância	Desvio Padrão	Correlação para todos os HPA
Coco	1582,21	41,73	-0,16
Colza	3848,99	48,83	-0,13
Girassol	156,84	9,89	-0,64
Inophyllum	1826,79	32,34	-0,82
Madeira	3064,98	40,83	-0,19
Mamona	164,67	8,77	-0,70
OGR	2104,25	48,31	-0,04
Dendê	1408,24	26,87	-0,22
Soja	2948,52	42,83	-0,34

A Tabela 22 identifica os valores referentes à variância, desvio padrão e correlação do conjunto de dados referentes a pesquisas que tratam da adição do tipo de biodiesel ao diesel e a emissão de HPA. Ressalta-se que os tipos de biodiesel apontados aqui referem-se às publicações utilizadas na análise quantitativa expostos na metodologia do trabalho.

Com o objetivo de categorizar com maior precisão a análise da variância, foram calculados os resultados do desvio padrão dos valores, identificando o grau de erro dos dados. Observa-se o valor do desvio padrão para os resultados analisados de pesquisas que utilizam o biodiesel de Colza é o maior (48,83), seguido dos resultados de trabalhos que utilizam biodiesel OGR (48,31). Podendo esse valor ser para menos ou para mais, ainda assim os valores de resultados para o biodiesel colza apontam como mais dispersos.

A Figura 45 identifica os níveis de correlação dos HPA pelo tipo de biodiesel adicionado.

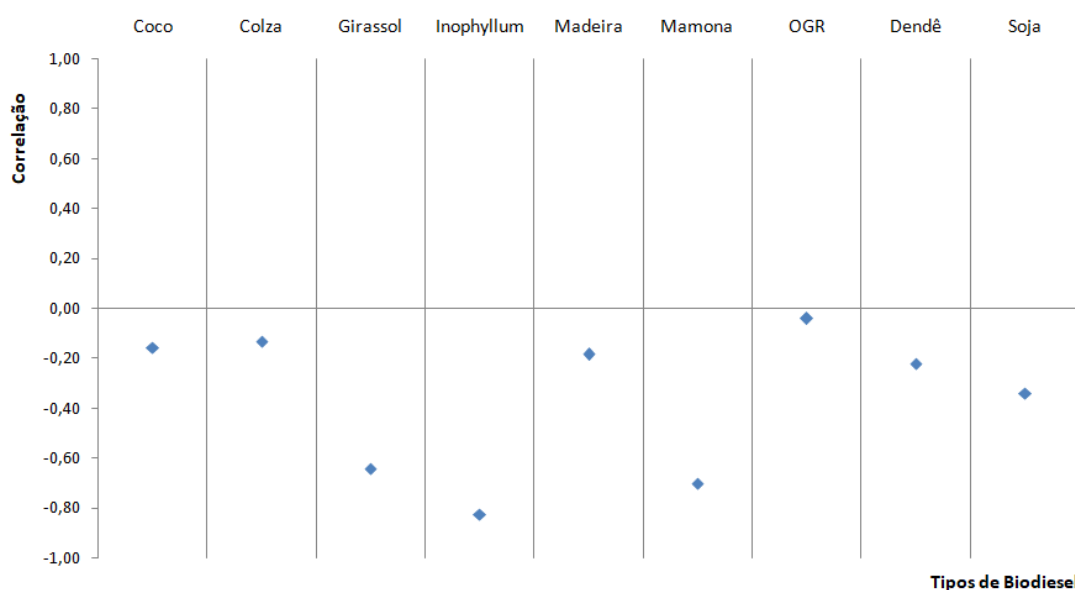


Figura 45: Grau de correlação entre adição de biodiesel ao diesel e emissão de HPA pelo tipo de biodiesel utilizado.

Observa-se que, após dividir a análise dos resultados dos trabalhos por tipo de biodiesel utilizado, foi possível identificar algumas diferenças no efeito da emissão de HPA conforme demonstrado na Figura 45. Todos os coeficiente de correlação foram negativos. O grau de correlação é considerado na literatura como fraco ($0,3 < \text{Correlação} < 0,5$) (FERREIRA ARAUJO, 2016).

Já para outros tipos de biodiesel o resultado projetado na Figura 45 pode ser interpretado sugerindo que com a utilização do biodiesel do tipo de Mamona (-0,70) e de Girassol tem o grau de correlação considerado forte (-0,64); a correlação é considerada negativa e alta. Ou seja, que existe uma forte eminência de diminuição da emissão de HPA quando da utilização desse tipo de biodiesel de acordo com a literatura (correlação forte: $-0,7 < \text{correlação} < -1$) (FERREIRA ARAUJO, 2016).

Outros tipos de biodiesel tiveram seus respectivos coeficientes de correlação negativos. O biodiesel de soja (-0,34) tem nível de correlação considerado como fraca ($-0,3 < \text{Correlação} < -0,5$). Entretanto, para os outros tipos de biodiesel o coeficiente de correlação foi considerado desprezível, ou seja, não é possível afirmar que com a adição desses tipos de biodiesel

acontecerá a diminuição da emissão de HPA, a exemplo do biodiesel de Coco (-0,16), colza (-0,13) e dendê (-0,22). O biodiesel de OGR (-0,04) foi o que apresentou correlação menor, aproximando-se do coeficiente de correlação zero.

A Tabela 23 apresenta as equações de regressão linear das emissões de HPA por tipo de biodiesel utilizado na mistura diesel/biodiesel. Apesar dos coeficientes de correlação (R^2) serem muito baixos, alguns tipos de biodiesel (girassol e mamona) tiveram valores maiores que os coeficientes obtidos quando não foi utilizado nenhum filtro quanto ao tipo de biodiesel (0,0361) (Tabela 19). Porém, o valor de R^2 para o biodiesel de Mamona (0,493) e Girassol (0,414) está atrelado a quantidade baixa de publicações que utilizaram estes tipos de biodiesel nos testes (Figura 46).

Tabela 23: Regressão linear do inventário de publicações envolvendo misturas diesel/biodiesel e emissão de HPA por tipo de Biodiesel.

Tipo de Biodiesel	Regressão	R²
Coco	$y = -0,396x - 6,258$	0,024
Colza	$y = -0,202x - 52,65$	0,018
Girassol	$y = -0,815x + 0,108$	0,414
<i>Inophyllum</i>	$y = -1,120x - 3,25$	0,680
Madeira	$y = -0,193x - 18,39$	0,040
Mamona	$y = -0,791x - 1,935$	0,493
OGR	$y = -0,074x - 16,54$	0,001
Palma	$y = -0,238x - 20,26$	0,049
Soja	$y = -0,396x - 7,929$	0,115

Sendo o R^2 um tipo de medida descritiva que denota a precisão do ajuste estabelecido na reta e também está relacionado à variabilidade nos dados analisados, pode-se observar na Tabela 23 que o menor valor de R^2 refere-se ao biodiesel de OGR (0,001), este fato está atrelado a quantidade grande de publicações analisadas que utilizaram este tipo de biodiesel nos estudos conforme demonstrado na Figura 46. Além disso, tal resultado pode ser justificável pelo fato deste tipo de resíduo ser muito diversificado, compostos por mistura de diferentes tipos de óleos e gorduras.

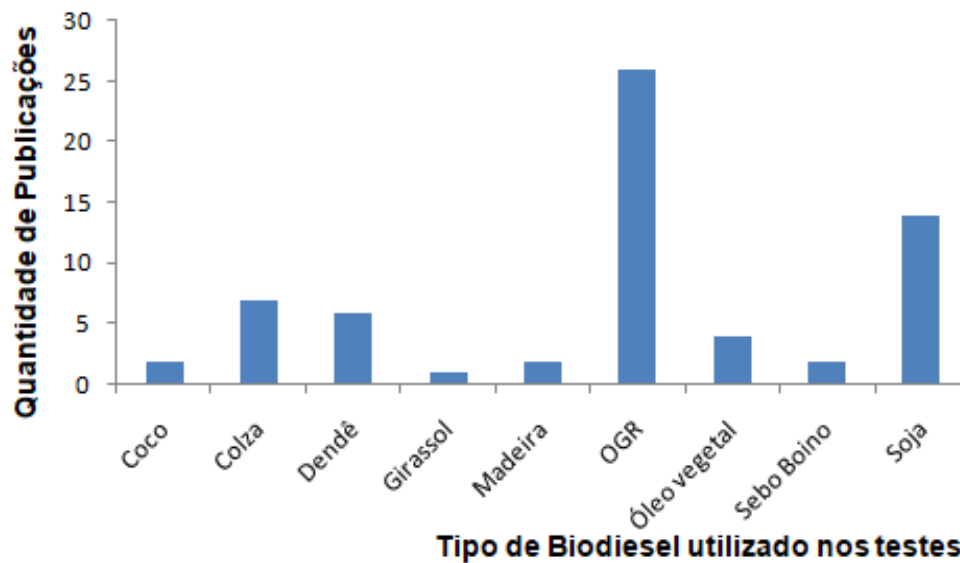
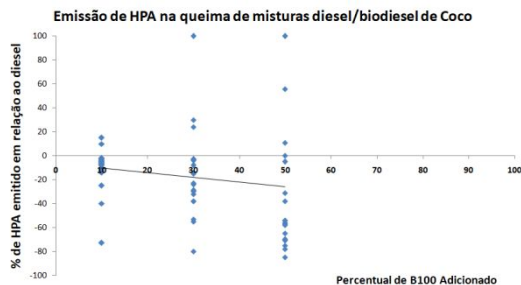


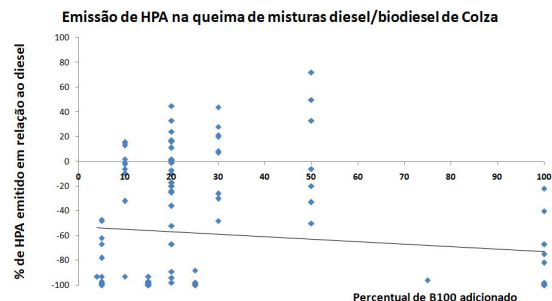
Figura 46: Quantidade de publicações x tipo de biodiesel utilizado nos testes

Na Figura 46 foram identificados o total de 65 estudos que descreveram o tipo de biodiesel utilizado na pesquisa e informações sobre a emissão individual de HPA.

A Figura 47 apresenta os resultados quantitativos das publicações do inventário de emissões tendo como base a análise da adição de biodiesel ao diesel e a emissão de HPA. Desta forma, os dados foram classificados pelo tipo de biodiesel utilizado nos testes e separados todos os trabalhos que utilizaram estes tipos de biodiesel incluindo os percentuais de biodiesel utilizados B2, B4, B5, B10, B15, B20, B25, B30, B50, B70, B75 e B100.



(a)



(b)

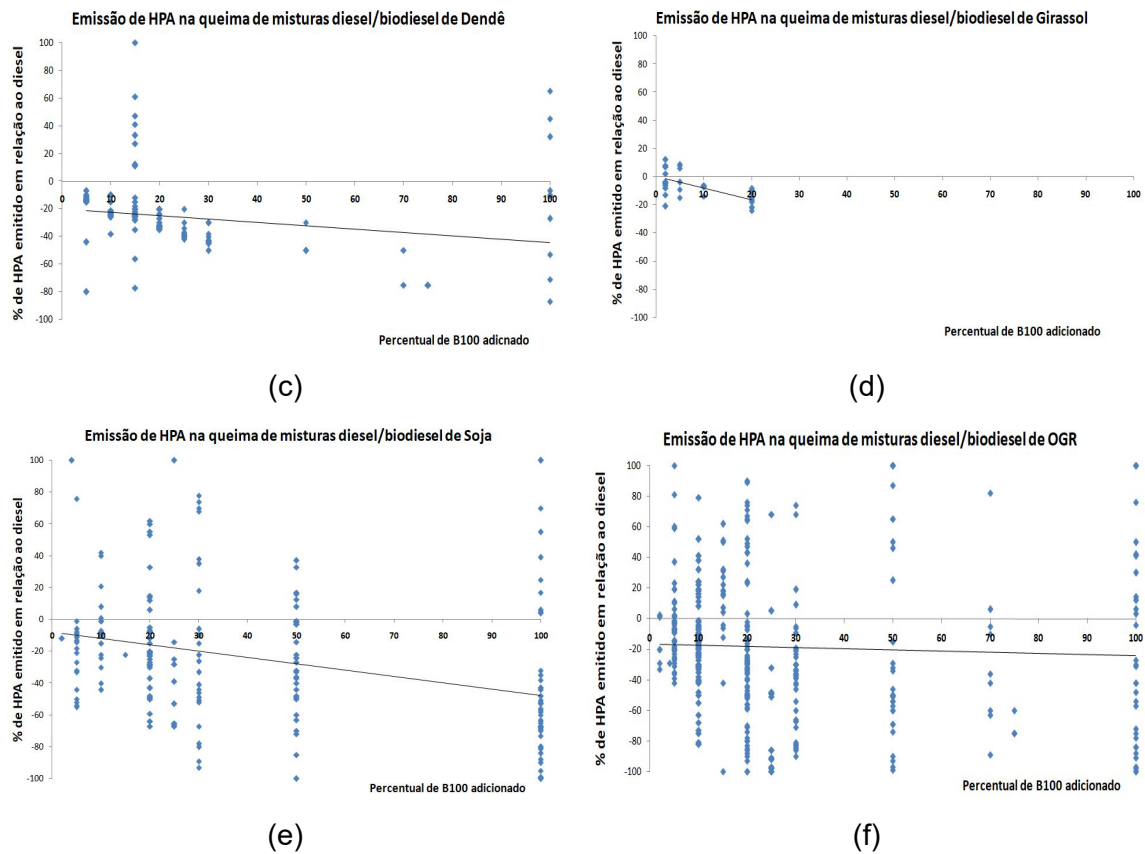


Figura 47: Diagrama de dispersão e dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de HPA gerais pelo tipo de biodiesel utilizado nos testes e percentual de adição de B100 (a) coco (b) colza; (c) dendê; (d) girassol; (e) soja; (f) OGR.

Quando os dados são dispostos tendo como base de classificação o tipo de biodiesel utilizado nos testes podem-se observar diferenças nos níveis de emissão de HPA.

O biodiesel de girassol (d) apresenta a maior parte dos resultados dispostos no gráfico de dispersão com valores diminuídos com a adição deste tipo de biodiesel, o mesmo observa-se no caso do biodiesel de dendê (Figura 47c).

A utilização de biodiesel de coco (a), colza (b) e principalmente os biodiesel de OGR (f) e soja (e), apresentam resultados mais dispersos tendo este fator implicação no grau de correlação do fator adição desses tipos de biodiesel ao diesel e a emissão de HPA.

Visando identificar alternativas na análise da correlação dos dados apresentados nas publicações, foram selecionados os dados pelo volume maior de dados no inventário de publicações analisado neste trabalho. Neste caso foram escolhidos os biodiesel de colza, OGR, dendê e soja para analisar os resultados. Além deste tipo de classificação, também foram escolhidos dois percentuais de adição de biodiesel, um com menor percentual B20 e outro com o máximo de percentual B100 e que também são os percentuais mais utilizados nas publicações, de maneira geral, tendo um volume maior de dados para análise estatística.

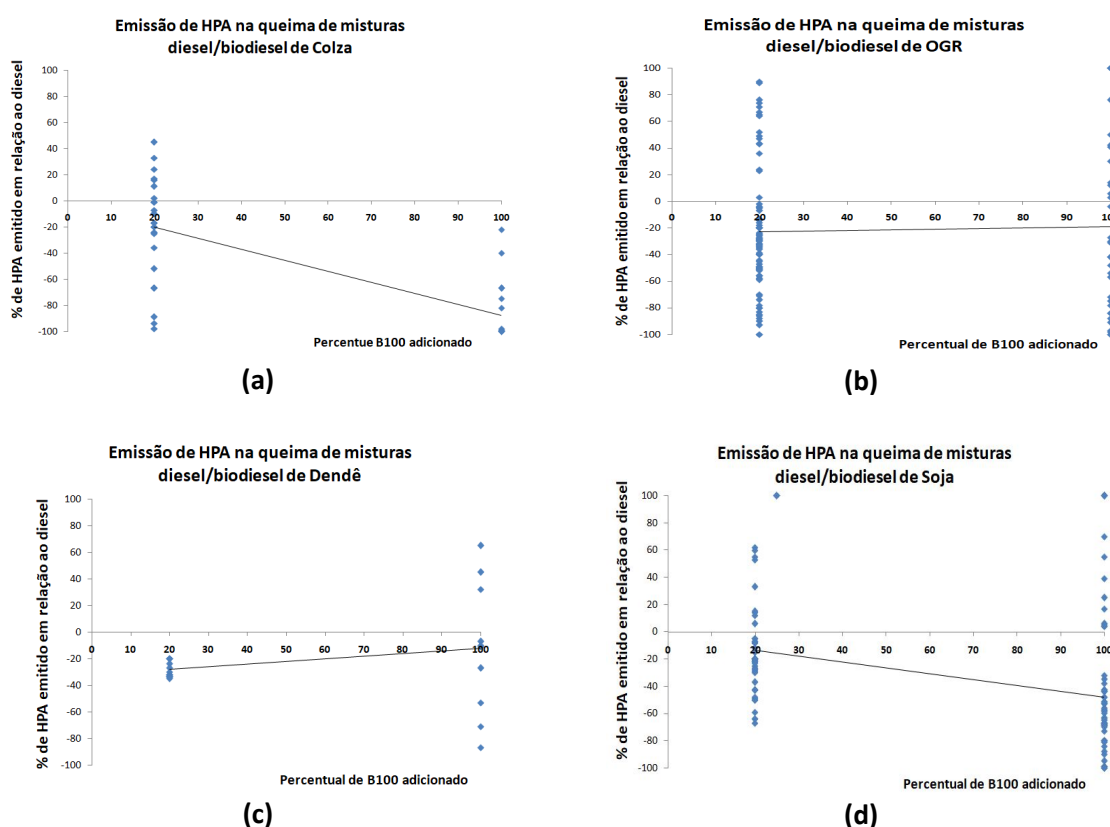


Figura 48: Diagrama de dispersão e dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de HPA gerais pelo tipo de biodiesel utilizado nos testes com percentuais de adição B20 e B100. (a) colza; (b) OGR; (c) dendê; (d) soja.

Observa-se que, após o agrupamento de dados equivalentes no tipo de biodiesel e percentuais de adição de biodiesel, a maior parte dos dados ainda

permanecem dispersos. Os dados obtidos para a utilização de B20 feito com biodiesel de dendê (c) foram os que tiveram maior similaridade de resultados, contudo com o uso de B100 os resultados são conflitantes.

A utilização de biodiesel de colza (a) ocorre o inverso do que foi observado para biodiesel de dendê (c), os dados com o uso de B20 são conflitantes tendo efeito diminuição e aumento nos níveis de emissão de HPA. Todavia, todos os resultados apresentaram redução de HPA com uso de B100 de colza.

Para as publicações que utilizaram biodiesel de OGR (b) e Soja (d), nota-se um efeito mais conflitante nos resultados já que tanto B20 quanto para B100 identificam-se resultados em proporção equivalente tanto de diminuição quanto de aumento nos níveis de emissão de HPA.

A Figura 49 apresenta os resultados das análises de correlação pela classificação dos tipos de biodiesel. Foram analisados os dados das publicações contidas no inventário resultado da revisão sistemática, tendo os dados classificados em três grupos de tipologias de biodiesel: num primeiro grupo os trabalhos que utilizaram biodiesel de origem animal, no segundo grupo os trabalhos que utilizaram biodiesel de origem residual (OGR) e no terceiro grupo os trabalhos que utilizaram biodiesel de origem vegetal.

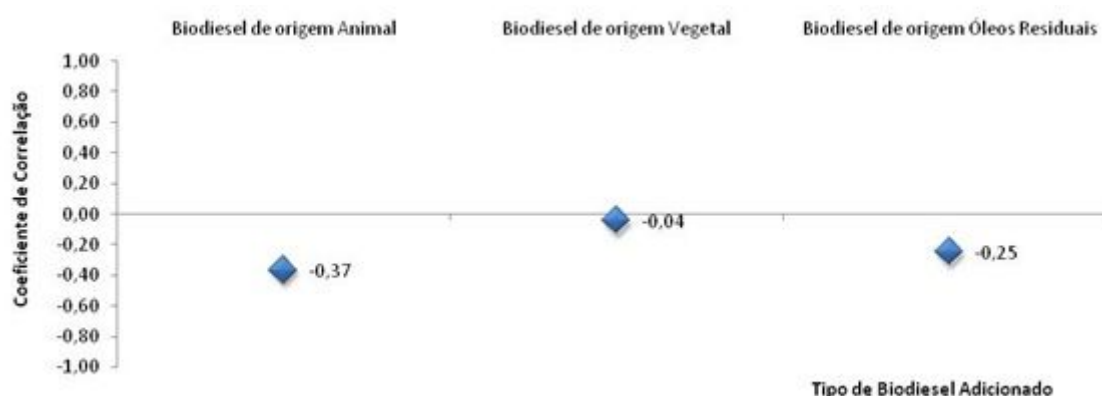


Figura 49: coeficientes de correlação de publicações envolvendo a utilização de biodiesel de origem animal, vegetal e residual adicionado ao diesel e a emissão de HPA.

Observa-se que a média dos coeficientes de correlação exibidos na Figura 49 continua pouco representativo (-0,22). O coeficiente mais expressivo

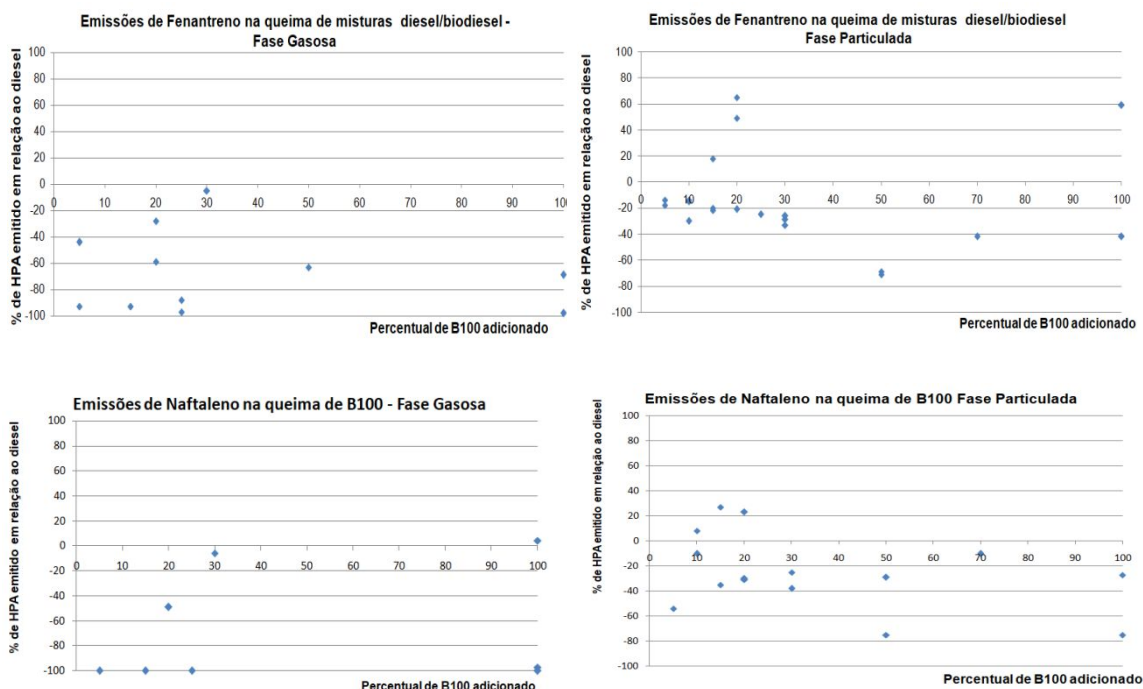
é o do biodiesel de origem animal (-0,37), contudo, este nível de correlação é considerado na literatura como uma correlação negativa fraca ($-0,3 < \text{correlação} < -0,5$).

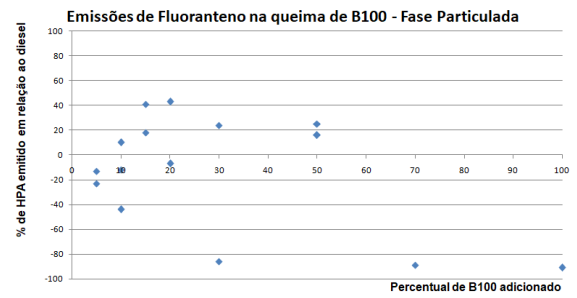
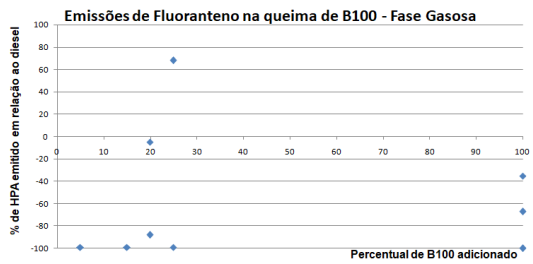
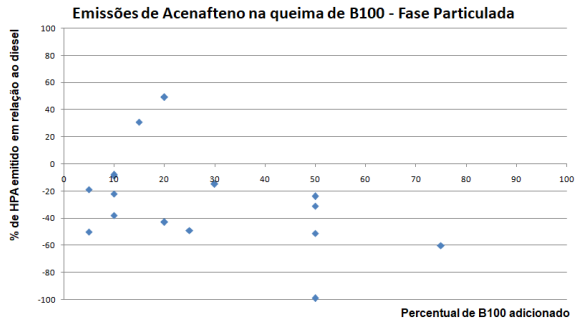
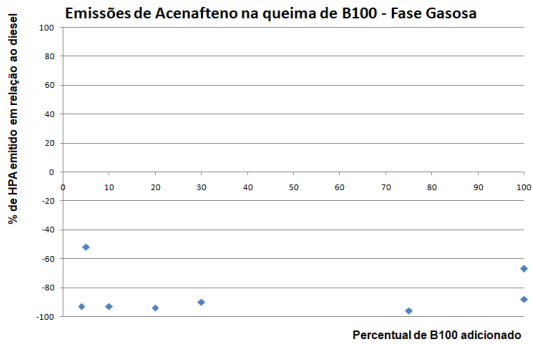
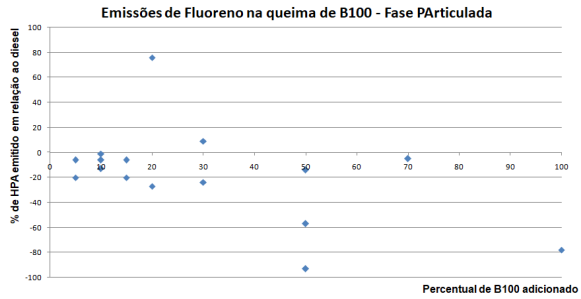
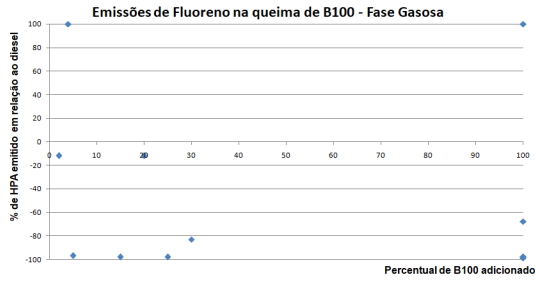
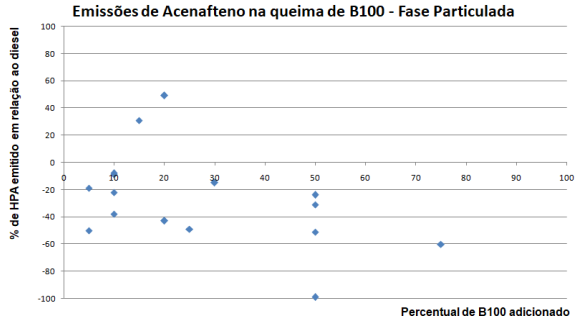
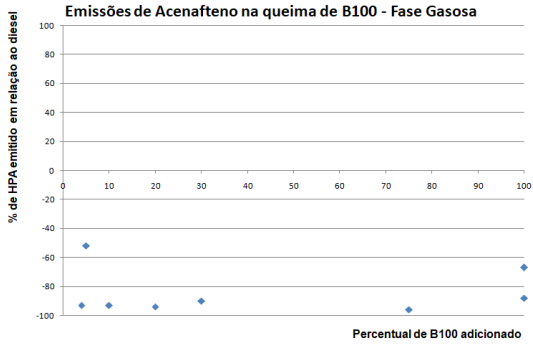
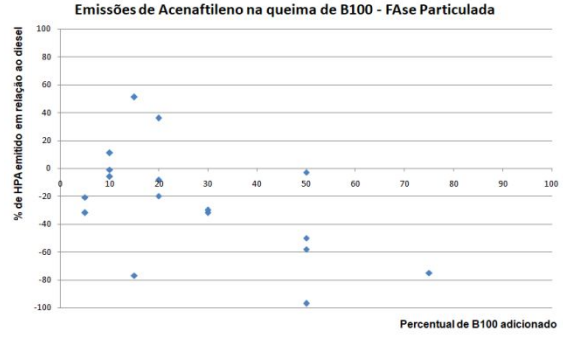
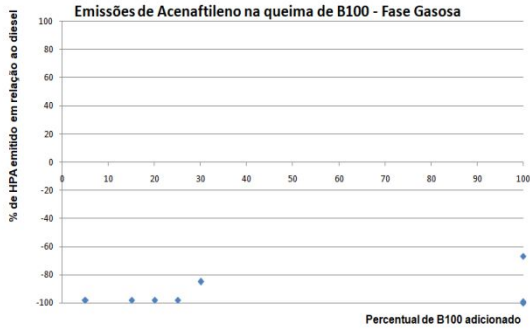
Para o biodiesel de origem vegetal a correlação é ainda menor (-0,25) onde este resultado na literatura é apontado como inexpressivo ($0 < \text{correlação} < -0,3$).

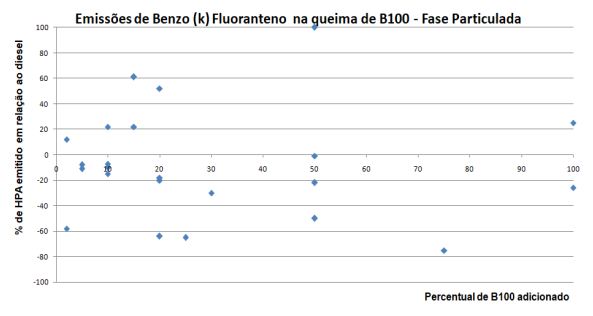
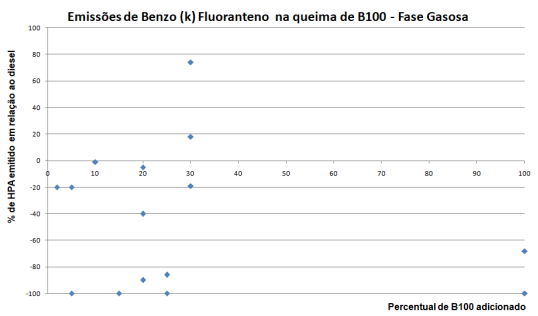
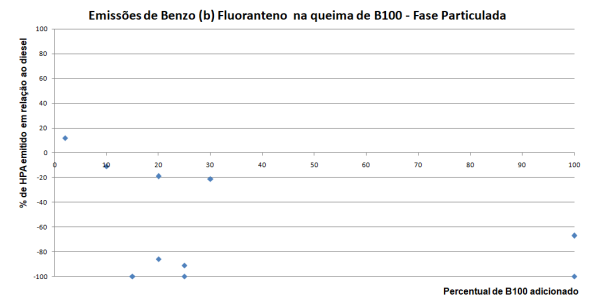
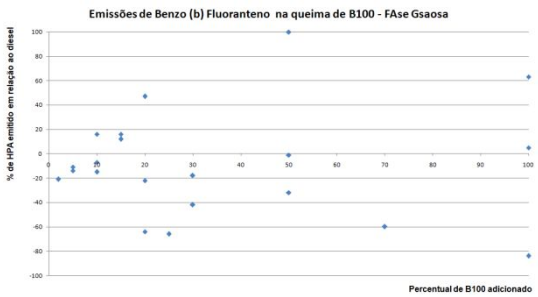
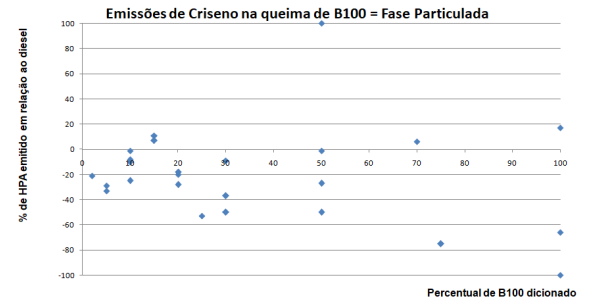
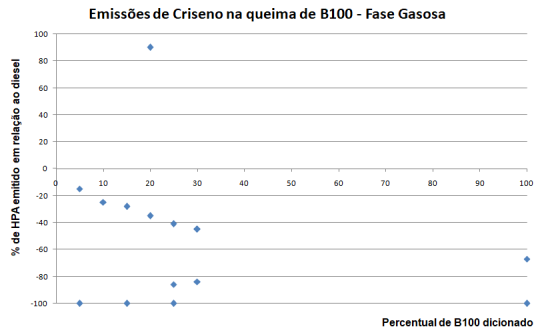
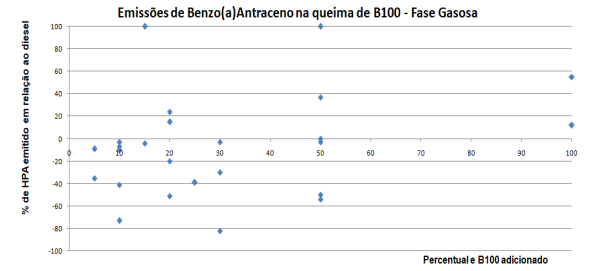
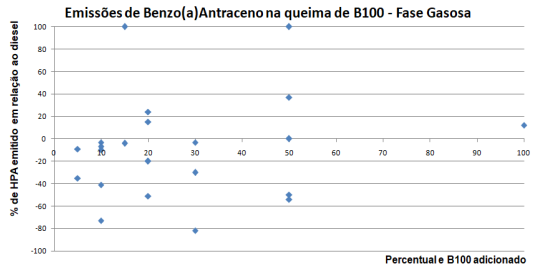
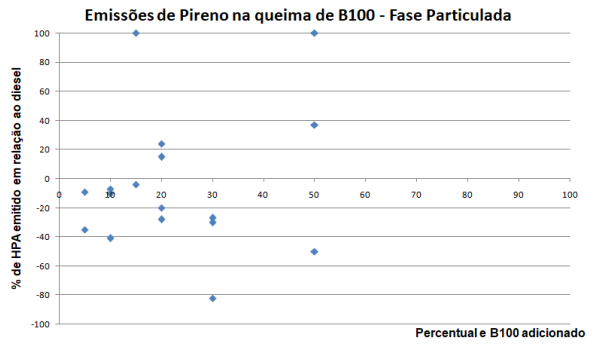
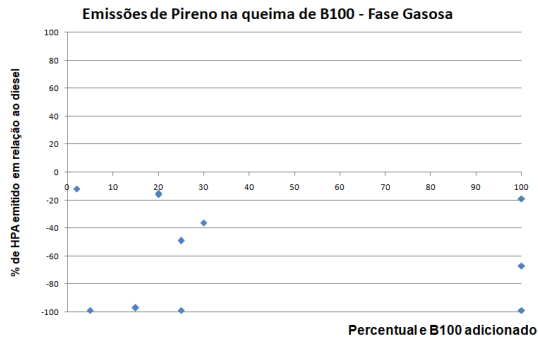
Ainda menos relevante é o nível de correlação entre os resultados das publicações que utilizam biodiesel do tipo OGR (-0,04). O resultado do coeficiente de correlação é quase nulo. Significa que não se pode afirmar que existe correlação entre a adição de biodiesel OGR e a emissão de HPA.

Outras possibilidades de análise da correlação foram estabelecidas como identificar o estado de análise do HPA (fase gasosa ou fase particulada) visando avaliar se estes quesitos influenciam no resultado da correlação.

A Figura 50 apresenta os resultados dos trabalhos identificados no método de análise (fase particulada ou fase gasosa) separados pelo tipo de HPA analisado.







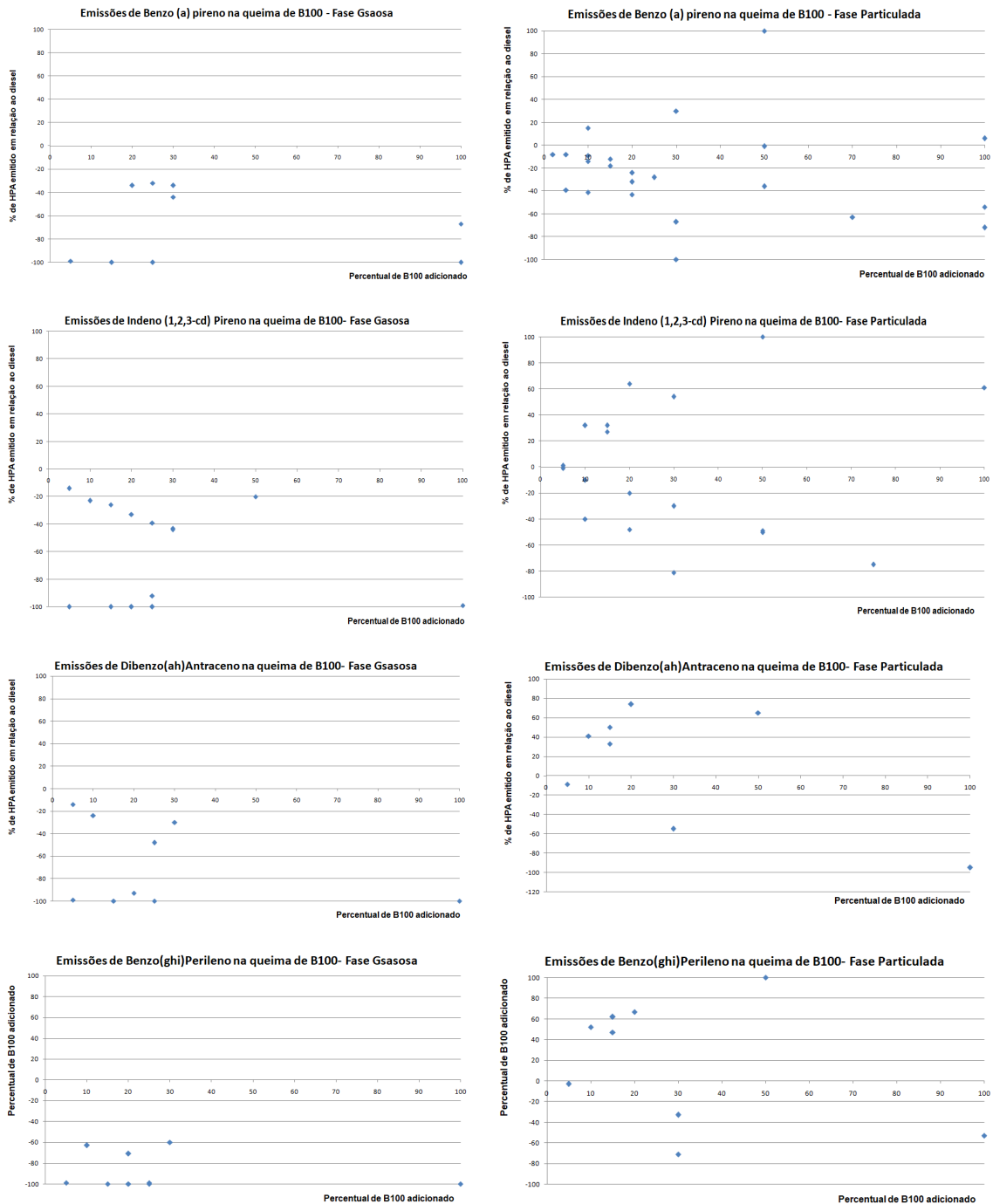


Figura 50: Diagrama de dispersão dos dados obtidos sobre a adição de biodiesel no diesel e sua correlação com a emissão de HPA pela condição de coleta - fase gasosa e fase particulada.

A Figura 51 apresenta uma comparação dos valores da correlação analisados com os valores dos dados agrupados sem distinguir o estado de análise do HPA.

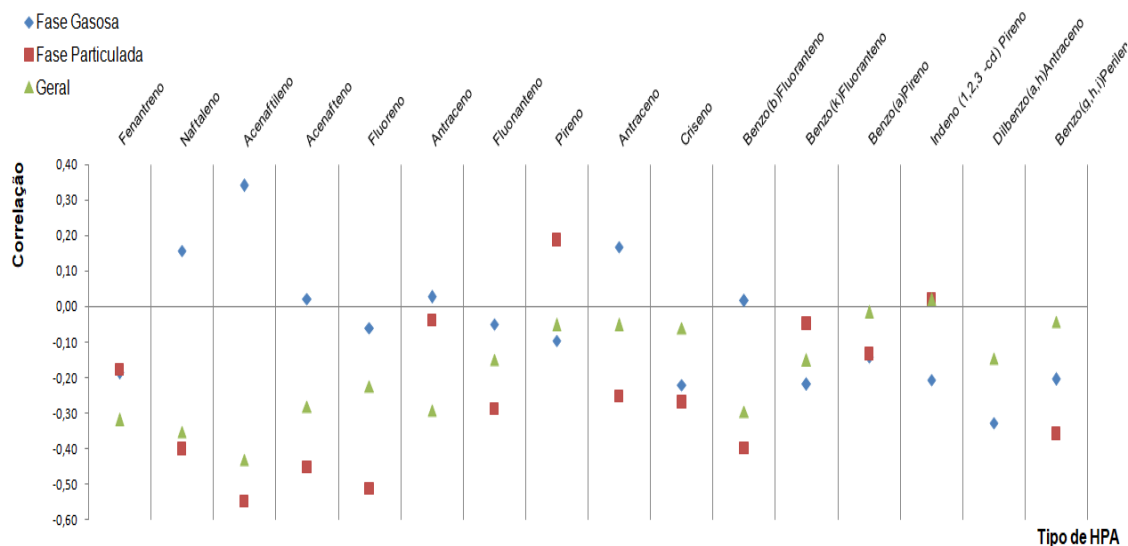


Figura 51: Grau de correlação de difefentes tipos de HPA classificadas pela condição de teste - fase gasosa e fase particulada.

Não se observa na Figura 51 alterações significativas na relação de correlação dos dados quando separados pela condição de teste fase gasosa e fase particulada.

Por fim, foram analisados trabalhos que utilizaram as mesmas condições de amostragem, matriz de análise, tipo de biodiesel, motor no intuito de observar alguma relação no grau de correlação dos dados.

A Figura 52 apresenta dados de resultados da emissão de HPA identificando o tipo de HPA (Antraceno, Fenantreno, Pireno, FLuoranteno e Benzo(ghi)Perileno) e além do percentual de adição do biodiesel (vegetal e animal).

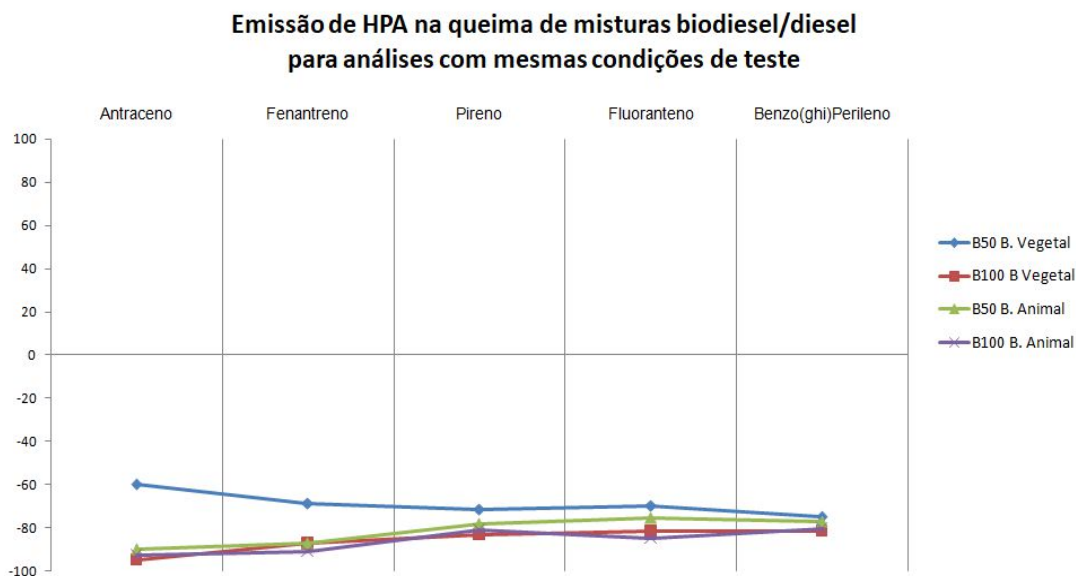


Figura 52: Grau de correlação de diferentes tipos de HPA utilizando as mesmas condições de teste.

A Figura 53 apresenta os graus de correlação dos HPA analisados sob as mesmas condições de teste.

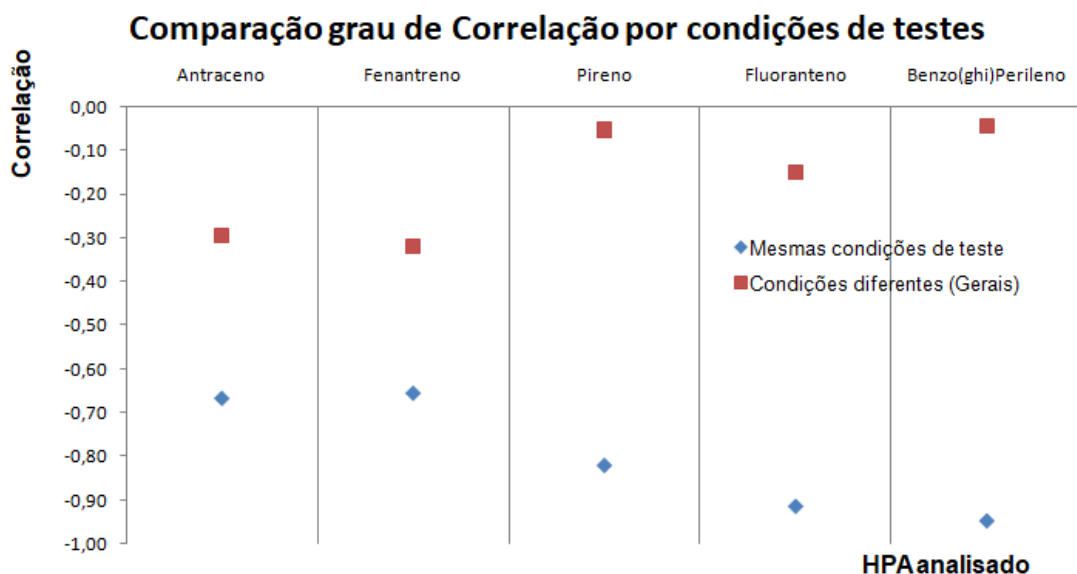


Figura 53: Grau de correlação de diferentes tipos de HPA utilizando as mesmas condições de teste e equivalência com correlações gerais.

Observa-se que as correlações para o mesmo tipo de condições são muito mais significativas. Quando as condições de testes são iguais a tendência é que a correlação seja mais forte, no caso dos HPA analisados

correlação negativa diferente de condições de testes diferentes que a correlação são na maioria desprezíveis. Isto fica evidente na Tabela 24 que apresenta os valores das correlações agrupados os biodiesel pela classificação Animal e Vegetal.

Tabela 24: Comparação de resultados de grau de correlação em condições de testes diferentes.

Tipo de Biodiesel	Mesmas condições de teste	Condições diferentes
Correlação B. Animal	-0,65	-0,37
Correlação B. Vegetal	-0,87	-0,04

Os dados acima são também de trabalho que relaciona as mesmas condições de teste e os valores das correlações passam a ter maior significado.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa envolvendo a representação do conhecimento da temática que envolve pesquisas sobre poluição atmosférica, sobretudo do poluente HPA e misturas biodiesel e diesel, demonstrou que as instituições no mundo passaram a pesquisar sobre este assunto com uma maior frequência nos últimos dez anos. Diversos trabalhos tinham sido publicados com pesquisas envolvendo diesel e também sobre biodiesel já que este segundo é tido como um combustível oriundo de fonte renovável. Contudo, a emissão de HPA oriunda da combustão incompleta de misturas diesel/biodiesel pode ocorrer por meio de diversos tipos de motores e máquinas, como na indústria por exemplo. Neste sentido, as pesquisas envolvendo a poluição atmosférica derivada de veículos automotivos é sujeita a muitas variáveis. Neste sentido, é importante salientar que o HPA é um composto altamente nocivo ao ser humano com efeito carcinogênico e tóxico e por isso deveria ser foco de muitos estudos, especialmente quando se trata de regulação do setor.

Como resultado das redes semânticas projetadas, oriundas do inventário de publicações desenvolvido, foram identificados trabalhos com uma quantidade significativa de citações como é o caso da publicação intitulada *“Carbonyl emissions in diesel and biodiesel exhaust.”* que é uma publicação recente (de 2007) de autores brasileiros Sérgio Machado Corrêa e Graciela Arbilla do Rio de Janeiro, também o trabalho *“Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and biodiesel blend”* escrito por um grupo de Italianos, Turrio-Baldassarri et al de 2004 e do trabalho *“PAH emissions and energy efficiency of palm-biodiesel blends fueled on diesel generator”*, de LIN Yang-Chung et al. Este pesquisador LIN, Y.C. é o pesquisador que na rede de coautoria representa um dos três principais pesquisadores do tema analisado neste trabalho bem como LEE, W.J., coautor do artigo.

Foram identificados os termos mais utilizados nas publicações do inventário analisado sendo os termos “HPA”, “biodiesel” e “diesel” os termos mais comuns nos títulos dos trabalhos das redes semânticas que coincidem com os descritores utilizados na revisão sistemática. Entretanto termos como “emissões”, “motor diesel”, “gases de escape”, “combustíveis”, “dinamômetro” e “regulamentação” também foram avaliados como termos com maior

centralidade de grau, centralidade de intermediação e centralidade de proximidade de maneira geral.

Em relação à rede de palavras chave, além dos termos comuns utilizados na revisão sistemática, foram observados a utilização das palavras chave “emissões”, “regulamentação”, “carcinogenicidade” e “toxicidade” denotando a importância dos estudos relativos a esse tema.

Os pesquisadores que possuem maior participação e envolvimento no tema pesquisado segundo análise do inventário de publicações analisados neste trabalho são: LEE, W.J.(Taiwan); LIN, Y.C. (Taiwan); YANG, H.H. (Taiwan) pelos indicadores de centralidade de grau e intermediação. Outros pesquisadores são apontados como centrais na rede e, portanto, com um grau de influência de comunicação (centralidade de proximidade) a exemplo de: LEE, W.J.(Taiwan); LIN, Y.C. (Taiwan); CHEN, C.B. (Taiwan). Contudo, os pesquisadores LEE, W.J.(Taiwan); LIN, Y.C. (Taiwan) e CHEN, C.B. (Taiwan) são comuns para o ranking dos três indicadores de rede podendo ser considerados como pesquisadores mais influentes para a temática pesquisada de acordo com o inventário de dados estabelecido.

Os países com maior quantidade de publicações no inventário desenvolvido em ordem decrescente são Taiwan, Estados Unidos, China, República Tcheca, Austrália e Brasil.

As instituições associadas às pesquisas com maior grau de participação apontadas na rede de coautoria foram a *Nacional Cheng Kung University*(Taiwan), seguida da *Leeds University* (no Reino Unido) e a *Science and Technology Branch* (Canadá). As Instituições Brasileiras com melhor classificação foram a Universidade Federal da Bahia e a Universidade Estadual de Londrina.

Foi observado que de fato existe um conflito ao se correlacionar a presença de biodiesel na mistura diesel/biodiesel e a emissão do HPA. Alguns trabalhos tiveram como resultado a diminuição de alguns dos HPA prioritários e em contrapartida outros obtiveram como resultados o aumento deste composto. Ainda que algumas questões possam influenciar nos resultados, como o tipo de motor utilizado nas pesquisas, a origem do biodiesel, os fatores climáticos e métodos de coleta, os resultados foram considerados de uma forma mais uniforme na representação do conhecimento.

Como resultado da análise de correlação entre a emissão de HPA e misturas diesel/biodiesel, foi observado que na maioria dos HPA, por ser uma correlação negativa, isso indica que à medida que se aumenta o nível de adição do biodiesel, o nível de emissão do HPA diminui. Contudo, alguns HPA tiveram correlações maiores com a emissão do poluente (Acenaftileno, correlação de -0.465) e o único com correlação positiva baixa foi o Indeno(1,2,3)Pireno (0.0016). Para os HPA totais o resultado da correlação (-0,191) denota um valor de correlação muito baixo, significando que o nível de adição do diesel/biodiesel não possui correlação negativa forte quando comparados ao nível de concentração das emissões de HPA o que refuta a afirmação de que adicionando diesel/biodiesel reduzirá a emissão do HPA na atmosfera.

Quando foram agrupados os resultados das publicações e classificados pelo tipo de biodiesel utilizado, observou-se diferenças nos níveis de emissão dos respectivos HPA. Os coeficientes de correlação foram negativos a exemplo do biodiesel de coco (-0,16), biodiesel de colza (-0,13), biodiesel de madeira (-0,19), biodiesel OGR (-0,04) e biodiesel de palma (-0,22).

Outros tipos de biodiesel tiveram coeficientes de correlação apontados como mais significativos como o biodiesel de girassol (-0,64) e de mamona (-0,70). Foi observado que, independente do tipo de HPA e do percentual de biodiesel adicionado, o efeito da adição de biodiesel sobre a emissão possui correlação baixa. Afirma-se com base na análise quantitativa dos dados do inventário estabelecido que não existe correlação forte entre a adição de biodiesel ao diesel e a emissão de HPA visto que o valor relativo a uma forte correlação precisa estar no parâmetro $(-0,75 < x < -1)$ ou $(0,75 < x < 1)$ conforme destacado por Ferreira Araujo, 2016.

Ressalta-se a importância de se ter novos estudos relacionados a misturas envolvendo diesel/biodiesel com percentuais diferenciados, tipologias de biodiesel ou ênfase na produção destes produtos ou origem dos respectivos óleos, no intuito de obter-se novos resultados que possam ser discutidos na literatura e para que possam se equivaler a uma assertividade maior da hipótese de que adicionando biodiesel ao diesel diminui-se o nível de emissões de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos na queima dessas misturas.

6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de trabalho futuro cabe análise de revisão sistemática e representação de conhecimento para outros poluentes não regulamentados pela lei brasileira como osaldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, álcoois, hidrocarbonetos alifáticos dentre outros.

Outro trabalho indicados é uma análise temporal das redes de coautoria e demais redes semânticas.

Por fim, outros tipos de análises para questões de emissão envolvendo os HPA identificando outras variáveis que podem influenciar na correlação de dados para adição de biodiesel ao diesel bem como de outros combustíveis.

7. DIVULGAÇÃO DA PESQUISA

Abaixo são listadas as citações dos trabalhos desenvolvidos durante o período de doutorado dentre eles alguns com o objetivo de divulgação da pesquisa:

7.1 Publicações em periódicos indexados

- VIEIRA, R. P. ; MONTEIRO, R. L. S. ; PEREIRA, H. B. B. ; DE ANDRADE, J. B. ; GUARIEIRO, L.L.N. Scientific Collaboration Networks of the Energy and Environment INCT . Revista Virtual de Química, v. 8, p. 1234-1248, 2016.
- GUARIEIRO, L.L.N.; GUERREIRO, E. T. A. ; PINTO, P. A.; VIEIRA, R. P. ; DE ANDRADE, J. B. ; MIGUEL, A. H. . Avaliação da exposição de passageiros de veículos às partículas ultrafinas em condições de tráfego de um grande centro urbano. Anais do XXII Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva - SIMEA 2014 [=Blucher Engineering Proceedings], v. 1, p. 380-386, 2014.

7.2 Publicações em Congressos

- GUARIEIRO, Lilian L.N.; VIEIRA, Rodrigo P.; GUERREIRO, Egídio T.; PINHO, Paulo a.; DE ANDRADE, Jailson B.; MIGUEL, Antônio H. Avaliação da exposição de passageiros de veículos às ultrafinas em condições de tráfego de um grande centro urbano. São Paulo, XII Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva – SIMEA. V.1, Nº 2. 2014.
- GUERREIRO, Egídio T.; GUARIEIRO, Lilian L.N.; VIEIRA, Rodrigo P.; PINHO, Paulo a.; DE ANDRADE, Jailson B.; MIGUEL, Antônio H.; CARVALHO, Márcio A.S.; LEÃO, Danilo J.; MARÇAL, João G.V.; DE LUNA, José Robson S. Avaliação da exposição de passageiros de veículos às ultrafinas em condições de tráfego de um grande centro urbano. Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 37a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Natal-RN, 2014.
- VIEIRA, Rodrigo P.; GUARIEIRO, Lilian, L.N. Prospecção de publicações em base de dados sobre emissão de HPA oriundos da queima de

diesel e biodiesel. Faculdade SENAI CIMATEC, II Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional, Salvador-BA, 2015.

- VIEIRA, R. P. ; MENDES, T. ; COSTA, E. Análise de fluxo logístico e operacionalização de Feiras Livres no Brasil – O caso do Moda Center de Santa Cruz do Capibaribe. In: Congresso Brasileiro de Administração, 2015, Salvador. Congresso Brasileiro de Administração, 2015.
- VIEIRA, R. P. ; RIBEIRO, R. O.. Arranjos produtivos como ferramenta de redução de custos em operações logísticas. In: Congresso Brasileiro de Administração, 2015, Salvador. Congresso Brasileiro de Administração, 2015.
- VIEIRA, Rodrigo P. GUARIEIRO, Lilian L.N. Avaliação da correlação existente entre a emissão de HPA com o teor de biodiesel presente no óleo diesel: estudo metanalítico e de redes complexas. Seminário de Pesquisa Aplicada, Faculdade SENAI CIMATEC, 2016.
- VIEIRA, R.V.; GUARIEIRO, L.N. PEREIRA, H.B.B. Rede de coautoria de publicações sobre a emissão de HPA com uso de misturas diesel/biodiesel. IV Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional, Faculdade SENAI CIMATEC, Salvador-BA, 2016.

8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE - EEA. Indicadores. Disponível em www.eea.europa.eu, acessado em dezembro de 2015.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. *Revista de Economia Política*, v. 16, n. 3, p. 56-72, 1996.

ALBUQUERQUE, Taciana T.A. Formação e transporte das partículas finas inorgânicas em uma atmosfera urbana: o exemplo de São Paulo. Tese de doutorado - USP. SP, 2010.

ALEXIS, Neil E.; CARLSTEN, Chris. Interplay of air pollution and asthma immunopathogenesis: A focused review of diesel exhaust and ozone - Review. *International Immunopharmacology*, Vol. 23 P. 347-355, 2014

ALMEIDA, Juliana. COVs: os pouco estudados vilões das emissões veiculares. *Revista Comciência*, 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=3¬icia=309>, acessado em novembro de 2015.

ALMEIDA, Marta Neves Rebelo de. Produção enzimática de biodiesel a partir de resíduos agro-industriais usando a lipase imobilizada de origem microbiana. 2016. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

ALVARENGA, Lídia. Representação do conhecimento na perspectiva da ciência da informação em tempo e espaço digitais. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, v. 8, n. 15, p. 18-40, 2003.

ANP, Anuário estatístico 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>, acessado em junho de 2017.

ATALLAH, Alvaro Nagib; CASTRO, Aldemar Araujo. Revisão sistemática da literatura e metanálise. *Diagnóstico e Tratamento*, v. 2, n. 2, p. 12-15, 1997.

AZEVEDO, J.A.H.; ARAÚJO, R.S.; SILVA, G.M.M. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos de fontes automotivas: uma breve revisão. *HOLOS*. Ano 29. v.1, 2013

BEDDOWS, David C.S. HARRISON, Roy M. Comparison of average particle number emission factors for heavy and light duty vehicles derived from rolling chassis dynamometer and field studies. *Atmospheric Environment* 42 (2008) 7954–7966.

BELLUZZO, Regina Célia Baptista. O uso de mapas conceituais e mentais como tecnologia de apoio à gestão da informação e da comunicação: uma

área interdisciplinar da competência em informação. RBBB. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação, v. 2, n. 2, 2007.

BIELACZYC, Piotr; Woodburn, Joseph; SZCZOTKA, Andrzej. An assessment of regulated emissions and CO2 emissions from a European light-duty CNG-fueled vehicle in the context of Euro 6 emissions regulations. Applied Energy, Vol. 117.P. 134-141, 2014.

BONSACK, René; KOLK, Ans; PINKSE, Jonatan. Catching recurring waves: Low-emission vehicles, international policy developments and firm innovation strategies. Technological Forecasting And Social Change. Vol. 98, P. 71-87, 2015.

BORGES, J.L., ÁLIVA, M.T., RALISCH, R., INNOCENTINI, M.D. Emissão de MP por Misturas ternárias contendo biodiesel, óleo vegetal e etanol: uma comparação com diesel convencional. Revista Brasileira de Energia, Vol. 15, pp.81-92. Paraná,2009.

BRAUN, Silvana; APPEL, Lucia Gorenstin; SCHMAL, Martin. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel – a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. Química Nova, V. 27, No. 3, 472-482, 2003.

BURTSCHER, H. Physical characterization of particulate emissions from diesel engines: a review. University of Applied Sciences, Windisch, Switzerland. Journal of Aerosol Science 36 (2005) 896-932.

CAMPOS, Neide. Inimigo silencioso prejudica a saúde e o meio ambiente. Ambiente Brasil, 2007. Disponível em <http://noticias.ambientebrasil.com.br/exclusivas/2007/10/17/34105-exclusivo-inimigo-silencioso-prejudica-a-saude-e-o-meio-ambiente.html>, acessado em dezembro de 2015.

CARUSO, Miriam Solange Fernandes; ALABURDA, Janete. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos-benzo (a) pireno: uma revisão. Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso), v. 67, n. 1, p. 1-27, 2008.

CARVALHO, Ana Amélia Amorim. A representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva. Revista portuguesa de educação. V. 13 (1), p. 169-184, 2000.

CARVALHO, Fabiana Goulart; JABLONSKI, André; TEIXEIRA, Elba Calesso. Estudo das partículas totais em suspensão e metais associados em áreas urbanas. Química Nova, V. 23 (5), 2000.

CARVALHO, Nathália L.; BORTOLINI, Juliana G.; BARCELLOS, Afonso L. BIOCOMBUSTÍVEIS: UMA OPÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. REVISTA GESTÃO E DESENVOLVIMENTO EM CONTEXTO, v. 2, n. 2, p. 32-50, 2015.

CASA CIVIL, Lei n. 6.938/81. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm, acessado em abril de 2017.

CASAL, Carina S.; ARBILLA, Graciela; CORRÊA, Sergio M. Alkyl polycyclic aromatic hydrocarbons emissions in diesel/biodiesel exhaust. *Atmospheric Environment*, v. 96, p. 107-116, 2014.

CASTRO, Aldemar Araujo. Revisão sistemática e metanálise. *Compacta: temas de cardiologia*, v. 3, n. 1, p. 5-9, 2001.

CHANG, k.a. ET AL. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Asia. *Environmental Pollution V. 142.EUA*, 2006.

CHAUHAN, Bhupendra Singh; SINGH, Ram Kripal; CHO, H.M.; LIM, H.C. Practice of diesel fuel blends using alternative fuels: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 59 P. 1358-1368, 2016

CHRISTOFF, PAULO. Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial estudo de caso: Guaratuba, litoral paranaense. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento–LACTEC Instituto De Engenharia Do Paraná–IEP. Curitiba, 2006.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 03. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, SEMA, 1990.

CORREA, Sergio Machado; ARBILLA, Graciela. Aromatic hydrocarbons emissions in diesel and biodiesel exhaust. *Atmospheric Environment*, v. 40, n. 35, p. 6821-6826, 2006.

CORRÊA, Sérgio Machado; ARBILLA, Graciela. Emissões de poluentes não legislados por biodiesel. *Caderno de Saúde Coletiva*, 16 (4). P. 733-748. 2008.

DA SILVA, Rogério Dias. Física da Poluição do Ar. 2014. Disponível em <https://prezi.com/vb6u71bcbgxn/fisica-da-poluicao-do-ar/>, acessado em janeiro de 2016.

DE GOMEZ, Maria Nélide González. A representação do conhecimento e o conhecimento da representação: algumas questões epistemológicas. *Ciência da Informação*, v. 22, n. 3, 1993.

DE MELO, Tadeu Cavalcante Cordeiro et al. Como diferentes teores de biodiesel no diesel afetam as emissões de aldeídos em motores e veículos. *Blucher Engineering Proceedings*, v. 1, n. 1, p. 552-568, 2013.

DE OLIVEIRA, Jurandir Paz. Redes neurais artificiais para representação de conhecimento médico em anestesiologia. Dissertação de mestrado. Santa Catarina, UFSC, 1997.

DE SOUZA, Ângela Martins. Estudo de emissões de vapores orgânicos no carregamento de gasolina em caminhões-tanque. 2004. Tese de Doutorado.

Tese M. Sc., Departamento de Engenharia Ambiental, UFBA, Salvador, BA, Brasil.

DE SOUSA FADIGAS, Inácio et al. Análise de redes semânticas baseada em títulos de artigos* de periódicos científicos: o caso dos periódicos de divulgação em educação matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 11, n. 1, 2009.

DE SOUZA, JUAN DIEGO FERELLI; PAULILLO, LUIZ FERNANDO. O biodiesel brasileiro: matérias-primas, agroindústrias e a agricultura familiar. 2010.

DEYERLING, D.; WANG, J.; HU, W.; WESTRICH, B.; PENG, C.; BI, Y.; HENKELMANN, B.; SHRAMM, K.W.. PAH distribution and mass fluxes in the Three Gorges Reservoir after impoundment of the Three Gorges Dam. *Sci Environ* 491–492:123–130, 2014.

DIB, Fernando Henrique. Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador. 2010.

DRIAI, Sihem; VERDIN, Anthony; LARUELLE, Frédéric; BEDDIAR, Arifa; SAHRAOUI, Anissa Lounés-Hadj. Is the arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis* able to fulfil its life cycle in the presence of diesel pollution?. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Vol. 105 P. 58-65, 2015.

DRUMM, Fernanda Caroline; GERHARDT, Ademir ELoi; FERNANDES, Gabriel D'ávila; CHAGAS, Patrícia; SUCOLOTTI, Mariana Sheffer e KEMERICH, Daniel da Cunha. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. *REGET. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas*. V. 18 n.01. P. 66-78, 2014.

ESTEVES, Rafael Alves; PEREIRA, Roberto Guimarães. Análise sobre a evolução do Biodiesel no Brasil. *Revista Espacios*. V. 37., n.02, 2016.

FERREIRA ARAUJO, Ronaldo; MIRANDA CARAN, Gustavo; VIDAL PEREIRA DE SOUZA, Iara. Orientação temática e coeficiente de correlação para análise comparativa entre dados altmétricos e citações: uma análise da revista *DataGramZero*. *Em Questão*, p. 22.3, 2016.

FERNANDES, Fábio Matos et al. Biodiesel no mundo e no Brasil: situação atual e cenários futuros. In: Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural. 2015.

FOGAÇA, Jennifer. Conversor catalítico. Editora Record, Revista Eletrônica Brasil Escola, 2015: Disponível em: <http://www.brasilecola.com/quimica/conversor-catalitico.htm>

FORNARO, Adalgiza. Poluição Atmosférica: material particulado – aerossol atmosférico. USP ACA410. São Paulo, 2013.

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. Estatística aplicada. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FUJII, Reinaldo Keiji. Avaliação da qualidade do ar em duas estações de Metrô de São Paulo. São Paulo, USP, Dissertação de mestrado, 2006. Disponível em: 2006file:///C:/Users/Dell%20i5/Downloads/tesereinaldokfujii.pdf

FUJITA, Mariângela Spotti Lopes. ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO NO BRASIL: análise de aspectos conceituais e da produção científica do enancib no período de 2005 a 2007. Tend. Pesq. bras. Ci. Inf., Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-1001, 2014.

FURGERI, Sérgio. Representação de informação e conhecimento: estudo das diferentes abordagens entre a ciência da informação e a ciência da computação. Dissertação de mestrado. PUC-Campinas, 2006.

FUZZO, Regis Alessandro, REZENDE, Verdiana, SANTOS, Talita Secorun. Fractais: algumas características e propriedades. Encontro de produção científica e tecnológica, Campo Mourão- PR, 2009.

HE, Chao et al. Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons emissions of diesel engine fueled with biodiesel and diesel. Fuel, v. 89, n. 8, p. 2040-2046, 2010.

GARCIA, Maria Reback. Avaliação de fontes de HPA para sedimentos aquáticos. Congresso Brasileiro de Oceanografia. Itajaí, Santa Catarina, 2004.

GIACOMOZZI, Andréia Isabel e CAMARGO, Brigido Vizeu. Eu confio no meu marido: estudo da representação social de mulheres com parceiro fixo sobre prevenção da AIDS. Psicologia: Teoria e prática v.6 n.1 São Paulo, 2004.

GRANVILLE, Alisson. Estudo Comparativo entre Combustíveis Utilizados na Frota de Ônibus Urbanos da Cidade de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014.

GUARIEIRO, Aline L.N.; SANTOS, João V.da S.; EIGUREN-FERNANDEZ, Arantzazu ; TORRES, Ednildo A.; DA ROCHA, Gisele O.; DE ANDRADE, Jailson B. Redox activity and PAH content in size-classified nanoparticles emitted by a diesel engine fuelled with biodiesel and diesel blends. Fuel, Vol. 116, P. 490-497, 2014.

GUARIEIRO, L.L.N.; VASCONCELLOS, P.C. SOLCI, M.C. Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão. Revista virtual de química, 2011, 3(5), 434-445.

GUARIEIRO, Lilian L.N. e GUARIEIRO, Aline, L.N. Biofuels - Economy, Environment and Sustainability. In:_____ Zhen Fang (org.) Biofuels –

Economy, Environment and Sustainability, Publisher: InTech, Croacia, 2013

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Infográficos: frota municipal de veículos, 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>, acessado em maio de 2017.

JEREW, Benji. Euro 7 Air Pollution Regulations Could Push Diesels Out of the Market Green Policy, Hybrid Vehicles, Pollution. Vol 16, 2013.

KARAVALAKIS, Georgios et al. Effect of biodiesel origin on regulated and particle-bound PAH (polycyclic aromatic hydrocarbon) emissions from a Euro 4 passenger car. Energy, v. 36, n. 8, p. 5328-5337, 2011.

KARAVALAKIS, Georgios et al. Biodiesel emissions profile in modern diesel vehicles. Part 2: Effect of biodiesel origin on carbonyl, PAH, nitro-PAH and oxy-PAH emissions. Science of the total Environment, v. 409, n. 4, p. 738-747, 2011.

KAUSHIK, C.P.; HARITASH, A.K. Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): a review. Journal of Hazardous Materials. V. 169 p. 1-15, 2009.

KAUSHIK, CP; HARITASH, AK. Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): A review. Journal of Hazardous Materials, V.169, P. 1-15, 2009.

LANA, Carlos Roberto de. Química do automóvel: Catalizadores reduzem emissão de poluentes. Revista Eletrônica Educação Uol, 2007. Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/quimica-do-automovel-3-catalizadores-reduzem-emissao-de-poluentes.htm>. Acessado em setembro de 2015.

Leite, R. C.; Leal, M. R. L. O biocombustível no Brasil. Novos estudos: CEBRAP, n.78, p.15-21, 2007.

LI, Chun-Teh et al. PAH emission from the industrial boilers. Journal of hazardous materials, v. 69, n. 1, p. 1-11, 1999.

LIN, Yan-Chung; WU, Tzi-Yi; OU-YANG, Wen-Chung; CHEN, Chung-Bang. Reducing emissions of carbonyl compounds and regulated harmful matters from a heavy-duty diesel engine fueled with paraffinic/biodiesel blends at one low load steady-state condition. Atmospheric Environment, v.43, p. 2642-2647, 2009.

LIN, Yuan-Chung.TSAI, Cheg-Hsien.YANG, Chi-Ru. WU, C.H. Jim. WU, Tzi-Yi.CHANG-CHIEN, Guo-Ping. Effects on aerosol size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons from the heavy-duty diesel generator fueled with feedstock palm-biodiesel blends. Atmospheric Environment – N° 6679–6688. 2008.

LIN, Yuan-Chung; LEE, Wen-Jhy; HOU, Hsiao-Chung. PAH Emissions and Energy Efficiency of Palm-biodiesel Blends Fueled on Diesel Generator. *Atmospheric Environment*, v. 40, p. 3930–3940, 2006.

Luiz, A. J. B. Metanálise: Definição, Aplicações e Sinergia Com Dados Espaciais. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.19, n. 3, p.407-428, 2002.

MAGALHÃES, Lucas Carlúcio. Estudo do material particulado atmosférico e metais associados às partículas totais em suspensão na cidade de ouro preto. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós graduação em Engenharia Ambiental da UFOP. Minas Gerais,. 2005.

MAGARA-GOMEZ, Kento T. et al. Sensitivity of hazardous air pollutant emissions to the combustion of blends of petroleum diesel and biodiesel fuel. *Atmospheric Environment*, v. 50, p. 307-313, 2012.

MAMAKOS, Athanasios; MARTINI, Giorgio; MANFREDI, Urbano. Assessment of the legislated particle number measurement procedure for a Euro 5 and a Euro 6 compliant diesel passenger cars under regulated and unregulated conditions. *Journal of Aerosol Science*. VOL. 55. P. 31- 47, 2013.

MARQUES, Landson Soares; DE OLIVEIRA, Olívia Maria Cordeiro; QUINTELLA, Cristina M. Mapeamento tecnológico da utilização da glicerina coproduto da produção do biodiesel na remediação de áreas impactadas por atividades petrolíferas. *Cadernos de Prospecção*, v. 8, n. 2, p. 301, 2015.

MARTINS, Eduardo; Lorena, Simone. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DE POLUENTES PARTICULADOS E GASOSOS. Belo Horizonte - MG, Simpósio de Saúde e Ambiente ABRASCO, 2014.

MASIERO, Gilmar; LOLES, Heloisa. Ethanol and biofuels as alternatives energetic sources: Latin-American e Asian perspectives *Revista Brasileira de Política Internacional*. VOL. 51 (2). P. 60-79, 2008.

MASIERO, Gilmar; LOPES, Heloísa. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. *Rev. Bras. Polít. Int.* 51 (2): 60-79, 2008.

MEDEIROS, Miguel A. O que são álcoois? *Revista eletrônica Química Procura*. 2005. Disponível em: <http://quiprocura.net/wordpress/portfolio-item/alcool-mais-que-um-produto-uma-funcao-organica/>, acessado em setembro de 2015.

MEIRE, R.O., AZEREDO, A. & TORRES, J. P. M. Aspectos Ecotoxicológicos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. *Oecol. Bras.*, V. 11 N.2, P; 188-201, 2007.

MENDES, Luís Filipe Barradas. Produção de biodiesel, situação atual e perspectivas futuras. Tese de Doutorado. 2015.

MIGUELA, A.H. ET al. Seasonal variation of the particle size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons and of major aerosol species in Claremont, California. *Atmospheric Environment* v.38. EUA, 2004.

Ministério do Meio Ambiente, Poluentes Atmosféricos. MMA, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos>, acessado em outubro de 2015.

MIOTTO, Rafael. Venda de veículos tem primeira queda em 10 anos. São Paulo, Auto esporte. G1. 2013. Disponível em: www.g1.globo.com, Acessado em maio de 2017.

MIRANDA, Marcos Luiz Cavalcanti. A organização do etnoconhecimento: a representação do conhecimento afrodescendente em religião na CDD. VII Encontro Nacional de pesquisa em ciência da informação, Salvador, 2007

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Emissões veiculares. MMA em números, Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/emissoes-veiculares>.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. PROCONVE: Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores. PROCONVE 163. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/proconve_163.pdf

MOTHER, D.; LIBERATI, A.; TELZLAFF, J.; ALTMAN, D.G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int. J. Surg.*, V. 8, 2010.

MORAIS, Edemerson Solano Batista. Estudo de Fractalidade e evolução dinâmica de Sistemas Complexos. Tese de Doutorado do programa de Pós Graduação em Física da UFRN. Natal, RN. 2007.

MOREIRA, Alexandra; ALVARENGA, Lídia; OLIVEIRA, Alcione de Paiva. O nível do conhecimento e os instrumentos de representação: tesouros e ontologias. *DataGramaZero-Revista de Ciência da Informação*, v. 5, n. 6, 2004.

MOTOYAMA, Shozo. Os principais marcos históricos em ciência e tecnologia no Brasil. Seminário Ciência, tecnologia e Desenvolvimento. Brasília, Comissão de Ciência e Tecnologia da Câmara dos Deputados, 1984. Disponível em http://www.mast.br/arquivos_sbhc/20.pdf

MULLER, Carolina; Chishman, Rove. Frames: uma forma de representação de conceitos em ontologias. *Revista gatilho*, v. 16. UNISINOS, 2013.

MUÑOZ, M.; MORENO, F.; MOREA, J. Emissions of an automobile diesel engine fueled with sunflower methyl ester. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.47, n.1, p.5-11, 2004.

MWANGI, John Kennedy; LEE, Wen-Jhy; CHANG, Yu-Cheng; CHEN, Chia-Yang; WANG, Li-Chi. An overview: Energy saving and pollution reduction by

using green fuel blends in diesel engines. *Applied Energy*, Vol. 159 P. 214-236, 2015

Newman, M.E.J. *Networks An Introduction*, Oxford University Press: USA, 2010.

NEWMAN, M.; BARABÁSI, A.; Watts, D.J. *The structure and dynamics of Networks*, Princeton University, Press: USA, 2006.

NETO, Pedro R. Costa et al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química nova*, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

NETTO, A. D. P., MOREIRA, J. C., DIAS, A. E. X. O., ARNILA, G., FERREIRA, L. F. V., OLIVEIRA, A. S.; BAREK, J. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica. *Química nova*, v. 23, n. 6, p. 765-773, 2000.

NICOLINI, J. KHAN, M.Y.; MATSUI, M. CÔCCO, L.C.; YAMAMOTO. C.I.; LOPES, W.A.; DE ANDRADE, J.B; PILLON, C.N.; ARIZAGA, G.G; MANGRICH, A.S. Evaluation of PAH contamination in soil treated with solid by-products from shale pyrolysis. *Environ Monit Assesss*, V. 187 (1), p. 4123, 2015.

NORONHA, Rudolf. *Evolução da regulamentação de emissões atmosféricas de poluentes no Brasil*. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, Ministério do Meio Ambiente, 2009.

NUNES, Santiago A. ROMANI, Luciana A.S. AVILA, Ana M. H. SOUSA, Elaine P. M. TRAINA, Agma J. M. Combinando análise fractal e mineração de séries temporais para identificação de extremos climáticos regionais. XXXI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO . Natal, 2011.

OLIVARES, Vinicius Mange. *Estudo experimental do uso de misturas de biocombustíveis em um motor CFR/ASTM*. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, Rafael L.; PAULINO, Silvia A.; KLACHQUIN, Graciela Arbillá e SILVA, Luciana S.V. Distribuição e fontes de HPA em fase gasosa e material particulado na região do polo petroquímico de Duque de Caxias, RJ. 34ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química - SBQ. Florianópolis, SC, 2011

OLMO, Neide Regina SImões (2010). *Poluição atmosférica e exposição humana: a evolução científica epidemiológica e sua correlação com o ordenamento jurídico*. Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, 2010.

PAULILLO, Luiz Fernando; VIAN, Carlos Eduardo de Freitas; SHIKIDA, Pery Francisco Assis; DE MELLO, Fabiana Tanoue. *Álcool combustível e*

biodiesel no Brasil: quo vadis?. Brasília, Revista de economia e sociologia rural, Vol. 45 n. 3, 2007.

PEREIRA JÚNIOR, José de Sena. Legislação brasileira sobre poluição do ar. Biblioteca Digital Câmara. 2007. Disponível em <http://bd.camara.gov.br>, acessado em janeiro de 2015.

PEREIRA, Pedro Afonso de Paula; DE ANDRADE, Jailson B. FONTES, REATIVIDADE E QUANTIFICAÇÃO DE METANOL E ETANOL NA ATMOSFERA. Química Nova, vol. 21(6), 1998.

PICKLER, Maria Elisa Valentim. Web Semântica: ontologias como ferramentas de representação do conhecimento. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 12, n. 1, p. 65-83, 2007.

PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. Comunidades científicas e infra-estrutura tecnológica no Brasil para uso de recursos eletrônicos de comunicação e informação na pesquisa. Ciência da Informação, Brasília, v. 32, n. 3, p. 62-73, 2003

QUINTANILHA, Lilian. O universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial. Revista Meio Ambiente Industrial, 2009, v. 27, p. 27-40.

QUINTANILHA, Lilian. O universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial. Revista Meio ambiente Industrial. P. 26-40, de 2009.

RIBAS, W. F., BILOTTA, P., JANISSEK, P. R., CARVALHO FILHO, M. A., NETO, R. A. P. Influência do combustível (diesel e biodiesel) e das características da frota de veículos do transporte coletivo de Curitiba nas emissões de NOx. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 3, 2016.

RINALDI, Ricardo M. MENEZES, Marizilda D. S.. Geometria Fractal: análise de softwares gráficos educacionais. Curitiba, Graphica 2007.

ROJAS, Nestor Y.; MILQUEZ, Harvey Andrés; SARMIENTO, Hugo. Characterizing priority polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in particulate matter from diesel and palm oil-based biodiesel B15 combustion. Atmospheric Environment, v. 45, n. 34, p. 6158-6162, 2011.

SAHIN, Zehra; DURGUN, Orhan. Improving of diesel combustion-pollution-fuel economy and performance by gasoline fumigation; Energy Conversion and Management, V. 76 P.620-633, 2013.

SAKAI, Suzana. Catalisador de automóveis: uma peça essencial ao meio ambiente. Meio Filtrante. N.57. 2012.

SANKOWSKA, Anna; SIUDAK, Dariusz. The small world phenomenon and assortative mixing in polish corporate board and director networks. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, C.443, p.309-315, 2016.

SANTOS, Ana Paula B.; PINTO, Angelo C. O Biodiesel: uma alternativa de combustível limpo. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA 58 Vol. 31 N° 1, 2009.

SECCO, Fernando R. ROCHA, Tatiane T. Fractais. Santa Catarina, UFSC, 2004.

SENTHILKUMAR, P.; SANKARANARAYANAN, G. Effect of Jatropha methyl ester on waste plastic oil fueled DI diesel engine. Journal of the Energy Institute, Available online, v.3, 2015.

SHAILAJA, M.S.; D´SILVA, C..Evaluation of impact of PAH on a tropical fish, oreochromis mossambicus. Chemosphere 53, p. 835-841, 2003.

SILVA, Darly Henriques da. Cooperação internacional em ciência e tecnologia: oportunidades e riscos. Revista Brasileira de Política Internacional, v. 50 (1). P. 5-28., 2007.

SILVA, Katia Cristine da Costa; DAEMME, Luiz Carlos; PENTEADO, Renato; MACEDO, Valéria de Cássia; CORREA, Sérgio Machado. Emissões de álcool não queimado e poluentes legislados de veículo leve com gasolina A22, A85 e EHR. In Anais do XXI Simpósio internacional de Engenharia Automotiva – SIMEA. São Paulo: Blucher, Vol. 1, n. 1, 2014.

SILVA, Katia Cristine da Costa; DAEMME, Luiz Carlos; PENTEADO, Renato; MACEDO, Valéria de Cássia; CORREA, Sérgio Machado. Emissões de álcool não queimado e poluentes legislados de veículo leve com gasolina A22, A85 e EHR. Blucher Engineering Proceedings, vol. 1, núm. 1, 2014.

SIQUEIRA, Rodrigo. Fractais. Grupo Fractarte. Disponível em www.insite.com.br/rodrigo/misc/fractal, acessado em 10 de agosto de 2013.

SOUZA-PAULA, M. C.; VILLELA, A. B. C. Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes. Parcerias Estratégicas 2014 19 143.

Souza-Paula, M. C.; Villela, A. B. C. Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes. Parcerias Estratégicas 2014 19 143

SISINNO, C. L. S., PEREIRA NETTO, A. D., LIMA, G. S. V. D.; REGO, E. C. P. D. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos. 2003.

STROUP, D.F.; BERLIN, J.A.; MORTON, S.C., OLKIN, G.D.; WILLIAMSON, G.D.; RENNIE, D.; MOHER, B.Ç.; BECKER, T.A.; SIPE, S.B. Thacker Meta-analysis of observational studies in epidemiology - a proposal for reporting JAMA-J. Am. Med. Assoc., 283 (2000), pp. 2008–2012.

STROUP, D.F.; BERLIN, J.A.; MORTON, S.C.; OLKIN, I. Olkin; WILLIAMSON, G.D.; RENNIE, D.; MOHER, D., BECKER, B.J.; THACKER, T.A.; SIPE, .B. Meta-analysis of observational studies in epidemiology - a proposal for reporting JAMA-J. V.283, 2000.

SZWARCFITER, LILA. Opções para o aprimoramento do controle de emissões veiculares de poluentes atmosféricos no Brasil – uma avaliação

do potencial de programas de inspeção e manutenção e de renovação acelerada da frota. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 261 p. 2004

TAMBOR, José Humberto Humberto Machado et al. PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE COZINHA USADO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL. *Caleidoscópio*, v. 1, n. 9, p. 11-14, 2017.

TEIXEIRA, Elba Cales; FELTES, Sabrina; DE SANTANA, Eduardo Rodrigo Ramos. Estudo das emissões de fontes móveis na região metropolitana de porto alegre, *QuimicaNova*, V. 31, No. 2, 244-248, 2008.

TEOH, Wen ui; vieira de melo, Silvio A.B; MAMMUCARI, Raffaella, foster, Neil R. Solubility and solubility modellong of PAH in subcritical etanol and water mixtures. *Industrial & Engineering Chemistrys Research*, v.53 (24), p. 10238-10248, 2014.

TOMA, Daniela. Análise da qualidade de óleos vegetais em sementes intactas por RMN de baixa resolução. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

TURRIO-BALDASSARRI, Luigi et al. Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and 'biodiesel'blend. *Science of the Total Environment*, v. 327, n. 1, p. 147-162, 2004.

U.S. EPA. Method 610 – PAH in methods for organic chemical analysis of mundial and municipal and industrial wastewater. E.C. 166/ 2006.

VASCONCELLOS, Pérola de Castro; SANCHEZ-CCOYLLO, Odon; balducci, Catia; MABILIA, Rosana; CECINATO, Angelo. Occurrence and Concentration Levels of Nitro-PAH in the Air of Three Brazilian Cities Experiencing Different Emission Impacts. *Water, Air, And Soil Pollution*, Vol. 190, issue 1, P. 87-94, 2008.

VERONESE, Alexandre. A busca de um novo modelo de gestão para a ciência, tecnologia e inovação na política do MCT (1995-2002). V Simpósio de Filosofia e Ciência. Marília-SP, Universidade Estadual Paulista, 2005.

VIEIRA, Renata et al. W eb semântica: ontologias, lógica de descrição e inferência. *Web e Multimidia: Desafios e Soluções (WebMedia 2005-Minicursos)*, v. 1, p. 127-167, 2005.

VILLANUEVA, Daniel; GONZALEZ-CARRASCO, Israel; LOPEZ-CUADRADO, J.L.; LADO, Nora. SMORE: Towards a semantic modeling for knowledge representation on social media. *Science of Computer Programming*, v. 121, p. 16-33, 2016.

WALSH, Michael P. The Future of Vehicle Emissions Regulation in the EU and Internationally. Founding Chairman Board of Directors, International Council on Clean Transportation 2013.

WANG, Zhongshu; ZHAO, Zhouxiang; WANG, Dan; RAN, Manzi; HAN, Yonggiang; ZHONGCHANG, Liu; DOU, Huili. Impact of pilot diesel ignition mode on combustion and emissions characteristics of a diesel/natural gas dual fuel heavy-duty engine. Fuel, V.167, p. 248-256, 2016.

WEISS, Martin; BONNEL, Pierre. KUHLWEIN, Jorg; PROVENZA, Alessio; LAMBRECHT, Udo; ALESSANDRINI, Stefano; CARRIERO, Massimo; COLOMBO, Rinaldo; FORNI, Fausto; LANAPPE, Gaston; LE LIJOUR, Philippe; MANFREDI, Urbano; MONTIGNY, Francois; SCULATI, Mirco. Will Euro 6 reduce the NOx emissions of new diesel cars? – Insights from on-road tests with Portable Emissions Measurement Systems (PEMS). Atmospheric Environment. Vol. 62. P. 657-665, 2012.

WHO - Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark, 2000. Disponible en: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0015/123063/AQG2ndEd_5_9PAH.pdf.

WILLIAMS, M.L. Atmospheric pollution: contribution of automobiles. Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, Vol. 40; P. 216-221. 2000.

World Energy Outlook – WEO. Summary Executive. International Energy Agency, Paris, 2014.

WU, Z. HUA, M. PEG L. LIU S. WEHNER, B. WIEDENSOHLER, A. Particle number size distribution in the urban atmosphere of Beijing, China. Atmospheric Environment 42, p. 7967–7980, 2008.