

ESTUDO DA CHUVA ÁCIDA SULFUROSA DE ORIGEM FÓSSIL

Gabriela Espolador Previatto – gabrielaespolador@hotmail.com

Juliana Aguiar Macario – jujumacario@hotmail.com

Maria Gabriela de Oliveira – mmgabrielaa20@gmail.com

Prof. Dr. Rogério Aparecido Machado (Orientador) – rogerio.machado@mackenzie.br

RESUMO

Um dos principais temas mais abordados por todo o mundo, atualmente, é como diminuir significativamente as taxas de poluições geradas por combustíveis de origem fóssil, e minimizar os danos ao meio ambiente e organismos. Dentre estes problemas, pode ser citado a liberação de dióxidos de enxofre provindo da queima de derivados do petróleo, que acarretam a famosa chuva ácida. A emissão deste composto tornou-se um problema ambiental desde os primórdios da revolução industrial, se estendendo até os dias de hoje. Inúmeras formas de neutralização dessa acidez e detalhamento dessas emissões de gases poluentes foram estabelecidas por diferentes entidades regulamentadoras e a iniciativa de criação de leis e normas para, de fato, monitorar e quantificar os níveis desse dióxido de enxofre (SO₂). Este trabalho irá ratificar o que causam este problema ambiental, os impactos oriundos dessa chuva, relacionar a evolução do refino do petróleo e seus combustíveis com a chuva sulfurosa e evidenciar que os níveis de enxofre decresceram nos combustíveis, entretanto, reafirmando que mesmo com tantos esclarecimentos, a quantidade automobilística só prolifera.

Palavras-chave: Chuva ácida sulfurosa. Enxofre. Poluição.

STUDY OF SULFUROUS ACID RAIN FROM FOSSIL ORIGIN

ABSTRACT

One of the most widely discussed topics around the world today is how to significantly reduce the pollution rates generated by fossil fuels, and minimize damage to the environment and organisms. Among these problems can be mentioned the release of sulfur dioxides from the burning of petroleum products, which lead to the famous acid rain. The emission of this compound has become an environmental problem from the beginnings of the industrial revolution, extending to the present day. Numerous ways of neutralizing this acidity and detailing these emissions of gaseous pollutants have been established by different regulators and the initiative to create laws and regulations to actually monitor and quantify levels of this sulfur dioxide (SO₂). This work will ratify what causes this environmental problem, the impacts of this rain, relate the evolution of the refining of oil and its fuels with sulphurous rain and evidence that sulfur levels have decreased in fuels,

however, reaffirming that even with so much clarification, the automobile quantity only proliferates.

Keywords: Sulfurous acid rain. Sulfur. Pollution.

1 INTRODUÇÃO

Um assunto que vem preocupando a humanidade nos últimos anos é a chuva ácida nas grandes cidades. Um dos motivos da acidez da chuva são as poluições de grandes cidades, através da combustão de combustíveis fósseis que ocorre em indústrias, veículos de transporte, queimadas, entre outros. Contudo, com o crescimento populacional e, conseqüentemente, com o desenvolvimento econômico teve um aumento automobilístico causando, entre outros, problemas pluviais.

Os combustíveis utilizados na maioria dos carros vêm do petróleo (do latim *petroleum*, *petrus* = pedra e *oleum* = óleo) (HR Idiomas, 2018). Este é formado em camadas do subsolo sedimentar, através da transformação e decomposição de matéria orgânica e animal combinada com pressões específicas, ao decorrer de milhares de anos, por este motivo é considerado um combustível fóssil. Na maioria das vezes, o petróleo fica retido em rochas porosas ou nos espaços vazios entre estas, em camadas bem profundas do subsolo, e vêm misturadas com outros sedimentos e gases.

A composição química do petróleo é uma combinação complexa de hidrocarbonetos, mas também há quantidades pequenas de nitrogênio, enxofre, oxigênio e íons metálicos. Para utilização de seus derivados é necessário um processo de separação e refino, para chegar às seguintes frações: GLP (gás liquefeito de petróleo), gasolina, querosene, óleo diesel, óleo combustível, nafta, óleo lubrificantes, entre outros derivados que são utilizados pelas indústrias. Por meio da destilação fracionada do petróleo bruto, as diferentes cadeias de hidrocarbonetos são separadas de acordo com as faixas de temperaturas de ebulição (ANP, 2018).

Países da Europa, EUA e China sofrem com este problema ambiental que advém em sua maioria, do aumento automotivo, o qual libera dióxido de enxofre (SO₂) através da queima do combustível, tornando-se um dos principais causadores da chuva ácida. O impacto que as concentrações de enxofre nos derivados do petróleo provocam, em diferentes partes do mundo, é alarmante. De acordo com a Revista Exame (BARBOSA, 2014), a OMS realizou um levantamento, demonstrando que a poluição do ar mata cerca de dois milhões de pessoas por ano no mundo.

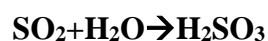
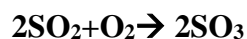
A oxidação de compostos de enxofre, nitrogênio e carbono, proveniente da emissão de poluentes na atmosfera, tornou-se um problema ambiental desde a revolução industrial, causando principalmente a chuva ácida. Segundo Fornaro (1991), toda a chuva é ácida, porém torna-se preocupante quando o pH é menor do que 4,5. Podendo também ser formada por causas naturais, como por exemplo,

liberação de gases durante a erupção de um vulcão. Os países mais industrializados são os que mais podem ser afetados, mas também podem acabar impactando outros lugares, com o arraste dos poluentes para diferentes ambientes, como solo, oceanos, lagos, rios, águas subterrâneas, florestas, entre outros (FORNARO, 2006).

A água acidificada pela chuva ácida nos reservatórios destinados à ingestão humana dissolve e lixívia o chumbo e o cobre dos encanamentos por onde passa antes de chegar às torneiras das casas, bem como o chumbo da solda das juntas dos encanamentos que não contém chumbo ao longo dos canos. Oficiais de saúde pública no estado de Nova York relataram ao menos dois casos de níveis elevados de chumbo no sangue de crianças que ingeriam água com valores de pH entre 4,2 a 5 e que chegavam às suas casas através de canos com chumbo. Mesmo quando os encanamentos foram lavados, a água continha 0,2 mg de chumbo por litro, quantidade quatro vezes maior do que padrão federal para água destinada à ingestão humana (BRENA, 2009).

As chuvas ácidas podem ter origem natural ou antropogênica. As chuvas ácidas naturais são provocadas por gases emitidos por erupções vulcânicas e processos biológicos que ocorrem nos solos, pântanos e oceanos. Já a chuva ácida antropogênica é provocada principalmente pela queima de combustíveis fósseis, tais como o carvão e o petróleo que produzem gases poluentes, como o dióxido de enxofre (SO₂), óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO₂) (CARMO, 2016).

O enxofre, ao reagir com o vapor de água presente na atmosfera, transforma-se em ácido sulfúrico (H₂SO₄), formando a precipitação da chuva ácida. O dióxido de enxofre (SO₂) reage com a hidroxila (OH⁻), produzindo um radical instável, o bissulfito (HSO₃⁻), oxidando rapidamente em bissulfato (HSO₄⁻). Essa reação acontece no ar aberto (oxidação da fase aquosa) produzindo um aerossol ou uma neblina de sulfato ácido (BRENA, 2009).



O enxofre fica suspenso nas nuvens, proveniente da evaporação da água, e quando as nuvens ficam sobrecarregadas, atingem altitudes elevadas, ocorrendo a condensação das partículas de água e o processo de precipitação, levando consigo esse ácido formado na atmosfera. A qualidade do ar atmosférico é algo muito impactante na saúde humana. A importância do meio ambiente, florestas, lagos e rios para efetivamente melhorar a qualidade do ar já são um tema abordado por diversos países, inclusive na América do sul. No Brasil, se encontra a maior área florestal, a região

amazônica, a qual possui 60% de sua cobertura em todo território nacional. Esta região atua na regulação do clima mundial, armazenando bilhões de toneladas de carbono.

A contaminação do ar proveniente de ações do homem, como por exemplo o desmatamento, acarreta em inúmeros problemas ambientais, ocasionando diversos impactos nos seres humanos. Estes gases poluentes são uma das ameaças mais perigosas, pois tem efeitos silenciosos, ou seja, em longo prazo pode-se perceber vestígios, que ao serem descobertos podem acarretar em problemas mais graves de saúde. Entre diversos problemas por contaminação do ar, temos a famosa chuva ácida que pode transportar a grande maioria dos metais tóxicos, poluindo o solo, águas pluviais, que se contaminam desses metais e posteriormente é ofertada a população para ser ingerida, existe também a contaminação de vegetais que absorvem grande quantidade de minerais e metais tóxicos. Dados da OMS (2016) demonstram uma estimativa que a cada ano, 7 milhões de pessoas morrem no mundo por conta da contaminação do ar poluído. Estes elementos tóxicos podem danificar o sistema nervoso humano mesmo em baixas concentrações, especialmente em crianças, mascarando um diagnóstico que pode ser facilmente confundido com depressão, ansiedade e estresse (BRENA, 2009).

A chuva ácida vem sendo debatida em vários lugares do mundo por ser um problema ambiental que acaba refletindo no dia a dia, prejudicando a saúde, causando também perdas e degradação de materiais, fauna e flora, e até monumentos históricos. Mas está poluição pode se arrastar para outros lugares, portanto saber especificamente de onde vem a maior parte do enxofre presente na chuva ácida de determinado local, se torna um problema.

O foco do trabalho será uma das vertentes que causam este problema ambiental, mostrando como a poluição através da combustão dos derivados de petróleo e as diferentes concentrações de enxofre em cada fração da destilação do petróleo contribuem para a questão ambiental apresentada. E também uma alternativa de como reduzir a emissão de enxofre ao meio ambiente, consequentemente reduzindo as chuvas ácidas e as consequências causadas por ela.

2 METODOLOGIA

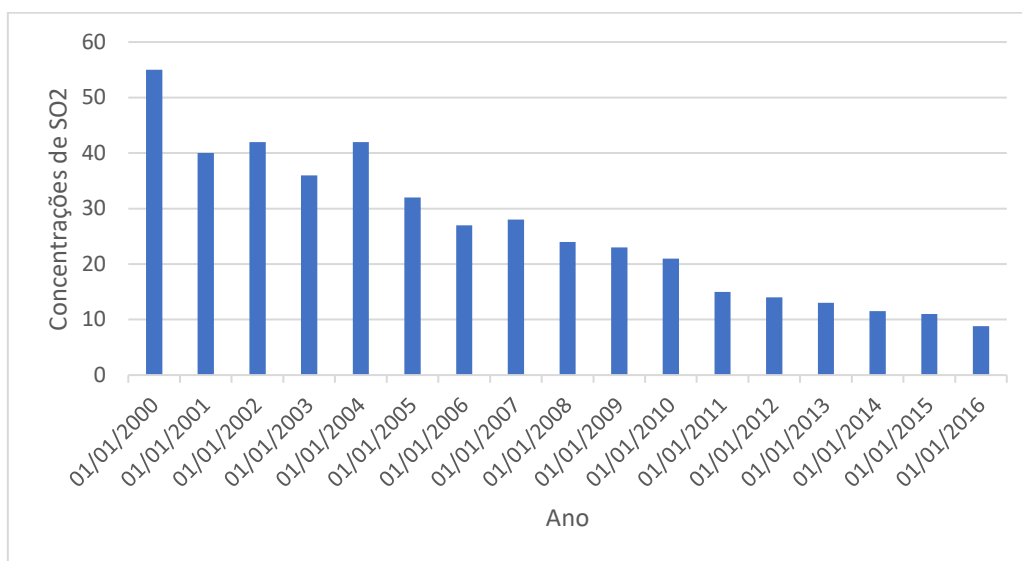
Pesquisa extensiva de dados analíticos referentes a chuva ácida do tipo sulfurosa na literatura técnica, fazendo conotação com o tipo de refino de petróleo da primeira metade do século 20 com os dias atuais.

Utilização de dados de instituições renomadas, como por exemplo, ANP, CETESB e OMS. Relacionando também dados nacionais e internacionais de cidades ou países que já foram alvos de estudos referentes a índices de enxofre no ar, solo e águas. Correlação com a evolução das indústrias, dos meios de locomoção adotados pela população e a qualidade dos combustíveis fósseis utilizados neles.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

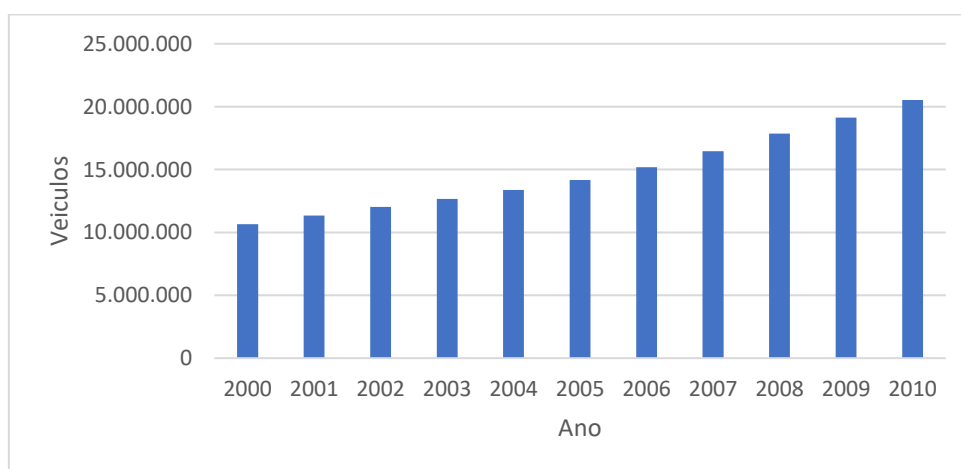
A partir de análises de dados que foram obtidos no decorrer do trabalho, é possível determinar que a maior parte da concentração de enxofre presente no ar, são causados pela poluição dos veículos que rodam nas cidades diariamente.

Gráfico 1. Valor da média anual diária de concentrações de SO₂ no estado de São Paulo, baseado em dados do Detran.



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 2. Valor total anual da frota veicular do estado de São Paulo, baseado em dados do Detran.



Fonte: Autoria própria.

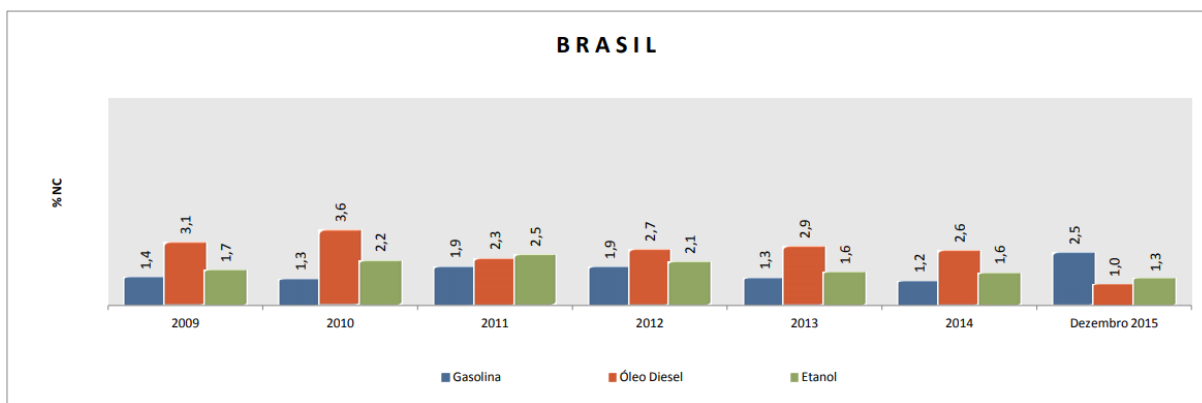
Os gráficos a cima possuem dados recolhidos do site do Denatran, e nele é possível verificar que, com o decorrer dos anos houve um aumento significativo da frota veicular no estado de São Paulo. Levando em conta os dados do segundo gráfico, mesmo com o aumento do número de veículos, a concentração de enxofre foi diminuindo na cidade no decorrer dos anos.

A falta de incentivo, no Brasil, na malha ferroviária e marítima, propiciou o aumento da concentração de caminhões pelo país, como consequência disto avolumou-se a poluição gerada. Se não houvesse tanto incentivo para as montadoras como se tem desde o governo de Juscelino Kubitschek, e incitamento para a construção de rodovias, a diminuição da poluição por meio de automóveis, seria muito maior do que nos dados apresentados.

Portanto, para a diminuição de SO₂ no ar, é necessário investir mais em transportes públicos de qualidade, estimular o crescimento da malha ferroviária, tanto para transporte de carga quanto para mobilidade urbana, fomentar o uso dos nossos rios para transportes em meios aquáticos de qualidade, para não gerar maiores problema ambientais.

Além de continuar a fiscalização das leis implementadas, e prosseguir com projetos que incentivem o decréscimo de contaminação do ar, seja com carros mais modernos, ou com a redução de contaminantes em combustíveis, e até mesmo o incentivo na utilização de energias limpas, que vem sendo introduzidas nos últimos anos.

Figura 1. Não conformidades no Brasil.



Período	2009		2010		2011		2012		2013		2014		Dezembro 2015		
Produtos	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	%
Gasolina	74.934	1.012	85.161	1.094	97.048	1.821	87.045	1.622	93.977	1.245	89.862	1.070	1.375	35	2,5
Óleo Diesel	67.535	2.065	78.209	2.847	91.022	2.074	83.496	2.266	89.636	2.556	83.359	2.203	1.082	11	1,0
Etanol	41.350	702	44.486	966	48.645	1.199	42.843	902	46.204	746	44.433	705	674	9	1,3
TOTAIS	183.819	3.779	207.856	4.907	236.715	5.094	213.384	4.790	229.817	4.547	217.654	3.978	3.131	55	1,8

FONTE: ANP, 2015

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de inúmeros dados apurados, de diferentes regiões do Brasil, conclui-se que mesmo com a existência de outras fontes contribuintes de poluentes atmosféricos, abordadas nas

seções secundárias apontando o impactos nas florestas, na degradação de monumentos, as consequências na saúde da população, é possível reafirmar que a grande parte expressiva de concentração de enxofre presentes no ar, são ocasionadas pela poluição dos veículos, a partir dos dados disponibilizados pelo site do Ministério do Meio Ambiente, fica evidente a concentração de enxofre presente no óleo diesel.

Entretanto, é possível afirmar também que, embora com o crescente aumento da frota veicular, a quantidade de enxofre existente no ar atmosférico obtém significativa diminuição com o passar dos anos, a partir da introdução, por exemplo, do óleo diesel S-10, que apresenta um teor máximo de enxofre de 10 partes por milhão em sua composição, em substituição ao óleo diesel S-50.

Portanto, a contribuição ácida do SO_4^{2-} para as chuvas vem decaindo gradativamente, e este fato pode estar diretamente relacionado ao rigoroso controle dos órgãos fiscalizadores sobre as fontes emissoras, bem como à redução dos teores de enxofre nos derivados de petróleo, impostas pelas Resoluções da ANP.

Esta evolução evidenciada e as possibilidades de aperfeiçoamento desta diminuição de enxofre nos derivados de petróleo sinalizam a continuidade deste trabalho por outros pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ABREU, MAURICIO LOBO. **Ocorrência De Chuva Ácida Em Unidades De Conservação Da Natureza Urbanas – Estudo De Caso No Parque Estadual Da Pedra Branca – Rio De Janeiro – Rj.** Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro Março de 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Petróleo E Derivados. Petróleo.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petroleo-e-derivados2/petróleo>>. Acesso em: 16 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Petróleo E Derivados. Combustíveis Líquidos.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petróleo-derivados/1005-combustiveis>>. Acesso em: 16 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Petróleo E Derivados. Óleo Diesel.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petroleo-derivados/155-combustiveis/1857-oleo-diesel>>. Acesso em: 16 out. 2018.

ALVES, ADRIANO EDUARDO LIVIO. **Monitoramento da qualidade das águas de chuva conforme a atuação dos sistemas sinóticos na cidade de natal/RN.** Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2009.

ALVES, G.R.; ARTAL, M.C.; VACCHI, F.I.; ALMEIDA, G.; OLIVEIRA, A. C.; ATTILI-ANGELIS, D. **Avaliação Do Caráter Ácido Da Água De Chuva Da Cidade De Limeira - Sp.** Universidade Estadual de Campinas, 2008.

ARAUJO, JEAN CARLOS DIAS DE. **Modelagem, matemática e simulação computacional de escoamento de petróleo parafínico em dutos circulares em regime laminar**. Recife, março de 2008.

ATZ, NARA REGINA; CUNHA, ANA CRISTINA BORBA DA; FELISBERTO, REGINA. **Ambiente: Tecnologias. In: Cibele Schwanke (Org.). Química ambiental e constituição do ambiente**. Bookman Editora Ltda, 1ª ed., v. 01, p. 01-28. Porto Alegre, 2013.

BARBOSA, VANESSA. **Os 10 Países Com o Ar Mais Poluído Do Mundo**. Revista Exame. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/mundo/os-10-paises-com-o-ar-mais-poluido-do-mundo>>. Acesso em: 25 out. 2018.

BEKKI, S. **Oxidation of volcanic SO₂: a sink for stratospheric OH and H₂O**. *Geophysical Research Letters*. Geophys Res Lett, 1995, vol. 22, 913–916.

BRENA, Nilson Antônio. **A chuva ácida e os seus efeitos sobre as florestas**. 2ª edição. São Paulo. Editora do Autor, 2009.

CAMARGO, HIDALGO LOPES. **Avaliação do nível de acidez da água da chuva no município de Ariquemes/RO: comparação entre amostras das áreas rural e urbana**. Monografia, Faculdade De Educação E Meio Ambiente. Ariquemes, RO, 2013.

CARMO, AUGUSTO HENRIQUE DINIZ DO, SILVA, EDUARDO HENRIQUE DE FREITAS, OLIVEIRA, MILENA GONÇALVES DE. **Os Efeitos Da Chuva Ácida Na Fertilidade Do Solo E Em Cultivares Agrícolas**. META. v.1. n.1. p. 393 – 399. Belo Horizonte, 2016.

CASSOL, CLAUDIA CRISTIANA. **Líquidos iônicos em processo de extração seletiva de compostos aromáticos, nitrogenados e sulfurados em frações de petróleo**. Porto Alegre, julho de 2017.

CELINO, JOIL JOSÉ. **Fonte e grau da contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da baía de Todos os Santos, Bahia**. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 59(3): 265-270, jul. set. 2006.

CETESB; Antônio de Castro Bruni... [et al.]. **PCPV: Plano de Controle de Poluição Veicular 2014-2016** /. CETESB, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>

CETESB; Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales; Elaboração Antônio de Castro Bruni [et al.]. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2013**. CETESB, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissao-veicular/48-relatorios-publicacoes>>

CHAGAS, MARIELA MENDONÇA DAS. **Avaliação dos teores de enxofre em amostras de óleo diesel nas redes de distribuição de combustíveis na cidade de Natal/RN**. Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2014.

COELHO, ÉRICO EMÍLIO, PEREIRA, LUCIANO DE ASSIS, NOZAKI, NIVALDO KAUÊ DE SOUZA. **Análise Da Acidez Da Chuva No Município De Goiânia (Go)**. TCC, Universidade Católica de Goiás. Goiânia. 2004.

COELHO, CIDELMARA HELENA. **Deposição atmosféricas de espécies químicas em ribeirão preto, uma importante cidade canavieira do estado de São Paulo**. Mestrado, USP. Ribeirão Preto, 2007.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BASICO. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo: série relatórios.** São Paulo, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama Nº 003, de 28 de junho de 1990. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis,** 22 ago. 1990.

COSTA, CLEYTON EDUARDO, OLIVEIRA, DANILO CUNHA DE, SOUZA, GABRIELA DOCE SILVA COELHO DE. **Chuva Ácida: Estudo De Caso Na Região Metropolitana De Belém/Pa.** Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 4: Congestas, 2016.

COSTA, LORENA APARECIDA MEDEIROS. **Avaliação Do Teor De Enxofre No Óleo Diesel Rodoviário Na Cidade De João Pessoa /Pb.** TCC, Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. Natal, 2017.

CUNHA, GILBERTO ROCCA DA. **Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo, RS.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.4, p.339-346, abr. 2009.

DANNI-OLIVEIRA, INÊS MORESCO. **A cidade de Curitiba/PR e a poluição do ar Implicações de seus atributos urbanos e geo-ecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno.** Doutorado, USP. São Paulo, 2000.

DIAS, BRUNA BORBA. **Ação do enxofre em chuva ácida simulada sobre parâmetros morfofisiológicos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae).** Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá, vol. 32, n. 3, pag. 433-439, 2010.

FERNANDES, KARENN SILVEIRA. **Estudo das propriedades químicas da água De chuva coletada na ufam em Manaus.** Iniciação científica, Universidade Federal Do Amazonas. Manaus, 2013.

FIA, RONALDO, FRIZZARIM, STHEFANNY SANCHEZ. **Análise Qualitativa de Poluentes na Água das Chuvas em Lavras – MG.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 18. n.2 p. 269-278. 2013.

FIOLETOV, V.E.; GRIFFIOEN, E.; KERR, J.B.; WARDLE, D.I. **Influence of volcanic sulfur dioxide on spectral UV irradiance as measured by Brewer spectrophotometers.** Geophysical Research Letters, vol. 25. 1998.

FILHO, JOSÉ DOS SANTOS TORRES. **Análise Da Composição Química Das Precipitações Pluviométricas Na Cidade De Humaitá/Am.** Mestrado, Universidade Federal Do Amazonas. Humaitá, 2014.

FONTENELE, ANNA PAULA GODOY, PEDROTTI, JAIRO J. **Avaliação de metais traços e íons majoritários em águas de chuva na cidade de São Paulo.** *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 4, 839-844, 2009.

FORNARO, ADALGIZA. **Água de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?** REVISTA USP, São Paulo, n.70, p. 78-87, junho/agosto 2006.

GEORGOULIAS, A.K.; BALIS, D.; KOUKOULI, M.E.; MELETI, C.; BAIS, A.; ZEREFOS, C. **A study of the total atmospheric sulfur dioxide load using ground-based measurements and the satellite derived Sulfur Dioxide Index.** Atmospheric Environment, v.43. 2009.

GOMES, EDSON PINHEIRO. **Levantamento Das Principais Fontes De Emissões Atmosféricas Na Cidade De Manaus.** Mestrado, Universidade Federal Do Amazonas. Manaus, 2009.

GONÇALVES, F.L.T.; MASSAMBANI, O.; BEHENG, K.D.; VAUTZ, W.; SCHILLING, M.; SOLCI, M.C.; ROCHA, V.; KLOCKOW, D. **Modeling and measurements of below cloud scavenging processes in the highly industrialized region of Cubatão-Brazil.** Atmospheric Environment, v. 34, p. 4113 – 4120, 2000.

GONÇALVES, FERNANDO DOS SANTOS. **Petróleo e combustíveis industriais: mercado e aplicações.** Porto Alegre, dezembro de 2010.

GUIMARÃES, Lígia. **Entenda A Diferença Entre Os Tipos De Petróleo.** Disponível em: <http://G1.Globo.Com/Noticias/Economia_Negocios/0,,Mul583646-9356,00-Entenda+A+Diferenca+Entre+Os+Tipos+De+Petroleo.Html>. Acesso em: 30 out. 2018.

GRUBER, Liliâne Dailei Almeida et al. **Ácidos naftênicos no petróleo.** Química Nova, São Paulo, v. 35, n. 7, p. 1423-1433, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000700025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 out. 2018.

HR IDIOMAS. **Origem da Palavra “Petróleo”.** Disponível em: <<https://hridiomas.com.br/origem-da-palavra-petroleo>>. Acesso em: 26 out. 2018.

IPIRANGA. **Diesel Original Automotivo.** Disponível em: <<https://portal.ipiranga/wps/portal/ipiranga/produtos/eservicos/produtos/combustiveispiranga/destaques/DIESEL+ORIGINAL+AUTOMOTIVO>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

JAQUES, REGINALDO CAMPOLINO. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações.** Mestrado, Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

JESUS, EMANUEL FERNANDO REIS. **A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica.** Sittientibus, Feira de Santana. n. 14. P. 143-153, 1996.

LEMONS, JOEWANDER FERNANDES. **Poluição veicular: avaliação dos impactos e benefícios ambientais com a renovação da frota veicular na cidade de São Paulo.** TCC, USP. São Paulo, 2010.

LINS, EDUARDO ANTONIO MAIA. Análise da qualidade da água de chuva no bairro da Boa Vista, Recife, Pernambuco. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Bernardo do Campo, SP. 26 a 29/11/2018.

LUCCHESI, CELSO FERNANDO. **Petróleo.** ESTUDOS AVANÇADOS 12 (33), 1998

MAASS, Danielle; SOUZA, Antônio Augusto Ulson de; SOUZA, Selene M. A. Guelli Ulson de. **Remoção de Compostos Sulfurosos de Sistema Bifásico Contendo Combustível Sintético por Rhodococcus thropolis ATCC 4277.** Rio Oil & Gas Expo and Conference 2012.

MARIANO, E.V.C., PAES LEME, N.M., ALVALÁ, P.C. **Medidas de Dióxido de Enxofre utilizando um Espectrofotômetro Brewer em Cubatão - SP, Brasil.** INPE - Divisão de Geofísica Espacial, 2018.

MARIANO, JACQUELINE BARBOZA. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo.** Rio de Janeiro, 2001.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, ALDEMAR. **Comparison of Potential Environmental Impacts On The Production And Use Of High And Low Sulfur Regular Diesel By Life Cycle Assessment.** CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro - Vol. 4 Num. 4 Dec. 2011.

MEDEIROS, ANDRÉA; GOUVEIA, NELSON. **Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no Município de São Paulo.** Rev. Saúde pública 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mudança do Clima. Protocolo de Quito.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quito.html>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

NEVES, GUSTAVO ZEN DE FIGUEIREDO, BRINSKI, SANDRO JOSÉ. **Indicadores de poluição da qualidade do ar, através das Condições da água da chuva – estudo de caso na cidade de Curitiba e Áreas adjacentes.** I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro. 05 a 07 de outubro de 2010.

NUNES, BRENO TORRES SANTIAGO. **Gestão ambiental no setor de transportes: uma avaliação dos impactos ambientais do uso de combustíveis no transporte urbano da cidade de Natal (RN).** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out. de 2003.

PEITER, PAUL; TOBAR, CARLOS. **Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 14(3):473-485, jul-set, 1998

PELICO, A.F.; MARTINS, L.D.; NOMI, S.N.; SOLCI, M.C. Integrated and sequential bulk and wet-only samplings of atmospheric precipitation in Londrina, South Brazil (1998–2002). **Atmospheric Environment**, v.40, p.6827-6835, 2006.

PETROBRAS. **Gasolina.** Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/automotivos/gasolina/>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

PRADO, BRUNA QUEIROZ DE MELO, FERNANDES, HEVERTON RODRIGUES, ARAUJO TATIANE GOMES, LAIA, GUILHERME ALVARENGA. **Avaliação de variáveis climatológicas da cidade de Uberlândia (MG) por meio da análise de componentes principais.** Eng Sanit Ambient, 2015.

REYS, ARANDA CALIO DOS. **Monumentos da cidade de São Paulo: formas de alteração e conservação.** Revista CPC, São Paulo, n. 5, p. 93-122, nov. 2007 - abr. 2008.

RIOJAS-RODRÍGUEZ, Horácio; SILVA, Agnes Soares da; TEXCALAC-SANGRADOR, José Luis; MORENO-BANDA, Grea Litai. **Air pollution management and control in Latin America and the Caribbean and implications for climate change.** Pan American Journal of Public Health, v.40, n.3, p.150-159, 2016.

RODHE, H.; DENTENER, F.; SCHULZ, M. The global distribution of acidifying wet deposition. **Environmental Science & Technology**, v.36, p.4382-4388, 2002.

SANTOS, OTAVIO NUNES DOS. **Avaliação da qualidade da água de chuva do município de Florianópolis/SC**. TCC, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

SANTOS, VINÍCIUS DOS, GASTMANS, DIDIER. **Composição química da água de chuva em rio claro (SP)**. Revista do Instituto Geológico, n. 37, p. 45-60, São Paulo, 2016.

SILVA, ANA ELIZABETHE. **Relações entre eventos meteorológicos e chuva ácida em São Paulo**. Mestrado, USP. São Paulo. 2005.

SILVA, FELLIPE FIGUEIREDO, SILVEIRA, THIAGO SOUZA, BRANDÃO, ANA MARIA DE PAIVA MACEDO. **Controle Ambiental das Águas Pluviais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro – estudo de caso sobre a ocorrência de chuva ácida**. Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, THIAGO EMANOEL PEREIRA DA, CARVALHO, DAVID OLIVEIRA DE, SILVA, MICHELLE JULIANA PEREIRA DA. **Enxofre: um poluente em potencial na composição do óleo diesel brasileiro**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, BA. 25 a 28/11/2013.

SILVA, MAGALI DA. **Desenvolvimento de método coulométrico para a determinação de compostos gasosos de enxofre em atmosferas urbanas e industriais**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre, RS. 2000.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Canal Escola. Petróleo**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Petroleo-1256.html>>. Acesso em: 16 out. 2018.

SHELL, **Shell Evolux ARLA 32**. Disponível em: <<https://www.shell.com.br/motoristas/combustiveis/shell-evolux-arla-32.html>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database**. Disponível em: <http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/>. Acesso em: 01 nov. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air Quality Guidelines Global Update 2005**. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1>. Acesso em: 02 nov. 2018.

YOSHIMI, ALINE AKINA. **Estudo dos impactos ambientais de uma usina termelétrica na cidade de Canas**. Monografia, USP. Lorena, 2014.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, pela paciência e compreensão, aos colegas de trabalho, pelas palavras de incentivo e apoio e aos nossos amigos, pela companhia nesses meses de estudos.