



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

MATERIAL PARTICULADO FINO E GROSSO E DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAs) NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE, RS

Alessa Maria Ceratti - alessaceratti@hotmail.com – Universidade Feevale, ERS 239, 2755, CEP 93525-075, Novo Hamburgo RS.

Darlan Daniel Alves - darlandaniel@gmail.com – Universidade Feevale, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.

Fernando Luzardo Rabelo - luzardopoa@yahoo.com.br - Universidade Feevale.

Daniela Muller de Quevedo - danielamq@feevale.br - Universidade Feevale, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.

Daniela Montanari Migliavacca Osório - danielaosorio@feevale.br - Universidade Feevale, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.

Resumo: A poluição do ar é um problema ambiental que gera consequências à saúde humana e ao desenvolvimento dos ecossistemas. Dentre os principais poluentes atmosféricos destacam-se os HPAs. A grande parte de HPAs emitidos para a atmosfera fica associada ao material particulado (MP). Os HPAs de menor massa molecular, se oxidam formando compostos ainda mais tóxicos, e contribuem com o fenômeno Smog fotoquímico na troposfera. As principais fontes destes poluentes para a atmosfera em grandes cidades têm origem da queima de combustível fóssil pelos veículos automotores em grandes vias de circulação e pelas indústrias de transformação, e por este motivo é importante haver o monitoramento da qualidade do ar em regiões metropolitanas. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a concentração de HPAs em amostras de partículas atmosféricas na região metropolitana de Porto Alegre, RS. As coletas do material particulado grosso e fino serão realizadas no amostrador dicotômico, que realiza a separação inercial das partículas com fluxo fracionado em $900 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$, para partículas finas e $100 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ para as partículas grossas. Os filtros utilizados são de PTFE. Os pontos de coleta do material particulado estão localizados nas cidades de Novo Hamburgo e Canoas. A determinação da concentração de HPAs será através da técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa, e serão identificados os 16 HPAs classificados como prioritários pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA). Como resultados, espera-se determinar os compostos de HPAs presentes no material particulado e as principais fontes emissoras destes compostos orgânicos.

Palavras-chave: Monitoramento atmosférico, material particulado, poluição atmosférica, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

DETERMINATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHs) IN ATMOSPHERIC PARTICLES IN THE METROPOLITAN REGION OF PORTO ALEGRE, RS

Abstract: Air pollution is an environmental problem that has consequences for human health and the development of ecosystems. Among the main atmospheric pollutants are PAHs. The majority of PAHs emitted into the atmosphere are associated with particulate matter (PM). The lower molecular weight PAHs oxidize to form even more toxic compounds and contribute to the photochemical Smog phenomenon in the troposphere. The main sources of these pollutants into the atmosphere in large cities are the burning of fossil fuels by automotive vehicles on major roadways and by the processing industries, and for this reason it is important to monitor air quality in metropolitan areas. Therefore, this work aims to evaluate the concentration of PAHs in samples of atmospheric particles in the metropolitan region of Porto Alegre, RS. Collecting the coarse and fine particulate material will be done in the dichotomous sampler, which performs the inertial separation of particles with fractional flow in $900 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$, for fine particles and $100 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ for the coarse particles. The filters used are PTFE. The collection points of the particulate material are located in the cities of Novo Hamburgo and Canoas. The determination of the PAH concentration will be through the gas chromatography coupled to mass spectrometry, and the 16 PAHs classified as priority by the US Environmental Protection Agency (EPA) will be identified. As results, it is expected to determine the PAH compounds present in the particulate material and the major emitting sources of these organic compounds.

Keywords: Atmospheric monitoring, particulate matter, atmospheric pollution, polycyclic aromatic hydrocarbons.

1. INTRODUÇÃO

A emissão de gases poluentes para a atmosfera sempre ocorreu por fontes naturais, como as erupções vulcânicas, e incêndios florestais por tempestades elétricas, porém a partir da revolução industrial a emissão de poluentes para a atmosfera sem conscientização chegou ao ponto de se tornar insustentável manter a qualidade do ar juntamente com o desenvolvimento econômico sem haver o controle de emissão de poluentes (DAPPER, et al, 2016). Atualmente as principais fontes de poluentes atmosféricos em grandes cidades têm origem antrópica, como a queima de combustível fóssil, e por este motivo é importante que o monitoramento da qualidade do ar seja capaz de auxiliar na identificação destas fontes, visando contribuir no gerenciamento da qualidade do ar (MIRAGLIA, et al, 2014 e MARTINS, et al, 2014).

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), formados apenas por carbono e hidrogênio na sua composição e dois ou mais anéis aromáticos na sua estrutura, possuem como principal origem a queima de compostos orgânicos. Grande parte dos HPAs emitidos para a atmosfera ficam associados ao material particulado (MP), partículas finas suspensas no ar formadas por sólidos ou líquidos emitidos por fontes naturais como a poeira arrastada pelo vento ou sprays de mar e vulcões, e por fontes antropogênicas como a queima de combustíveis oriundos do petróleo (DIAS, 2015).

Dentre os vários modelos de estações de monitoramento da qualidade do ar, o amostrador dicotômico é capaz de fornecer informações atualizadas em um período de tempo programado de coleta de amostra, podendo ser utilizado para analisar inúmeros poluentes ao mesmo tempo (COSTA, et al, 2018).

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

As principais fontes destes poluentes (HPAs) para a atmosfera em grandes cidades têm origem da queima de combustível fóssil pelos veículos automotores em grandes vias de circulação e pelas indústrias de transformação (GALVÃO, et al, 2017, MEICKE, 2018), e por este motivo é importante que este poluente possa ser monitorado, principalmente em regiões metropolitanas. Assim, o objetivo desta pesquisa é avaliar a concentração de material particulado fino (MP_{2,5-10}) e grosso (MP₁₀), através de amostrador dicotômico, e identificar e 16 HPAs classificados como prioritários pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) em amostras de partículas atmosféricas na região metropolitana de Porto Alegre, RS.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A poluição do ar pode ser definida como a alteração qualitativa ou quantitativa da sua composição, resultando em danos reais ou potenciais pela emissão de líquidos, sólidos e/ou gases poluentes considerados nocivos para a saúde humana, impedindo-nos de usufruir de boas condições de vida, à vida vegetal, à vida animal e bens (JR PHILIPPI, et al, 2004; GOMES, 2010).

A poluição atmosférica pode ser proveniente de fontes antrópicas, vindas em grande parte de fontes fixas, como a mineração, indústrias de transformação, atividades agrossilvipastoris, usinas termelétricas e também por fontes móveis, como a queima de combustível fóssil por veículos automotores, trens, aviões e embarcações marítimas ou de fontes naturais como erupções vulcânicas, incêndios florestais causados por descargas elétricas, maresia e tempestades de areia (COSTA, et al, 2018).

Os poluentes emitidos para a atmosfera trazem como consequência mudanças climáticas geradas pelo desequilíbrio dos ciclos do nitrogênio, oxigênio e do carbono, elementos essenciais para o desenvolvimento da vida na Terra, que prejudicam o desenvolvimento da vegetação terrestre e aquática, bem como também a saúde dos seres humanos (JR PHILIPPI, et al, 2004; BRAGA, et al, 2005 e MIRAGLIA, et al, 2014).

Ao longo dos anos a urbanização, a industrialização e a extração de recursos naturais ao redor do mundo vem sendo os responsáveis pela emissão do alto teor de poluentes atmosféricos (MARTINS L.D., et al, 2017 e ANDRADE, et al, 2017). Assim, pode-se considerar poluente atmosférico qualquer substância com concentração que possa tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde e ao meio ambiente. Como principais consequências à saúde humana, a poluição do ar traz como efeito o agravamento da ocorrência de doenças no sistema respiratório e circulatório, principalmente nas faixas etárias mais vulneráveis como crianças e idosos, e intensifica os sintomas em pessoas propensas a doenças respiratórias (RÉQUIA, et al, 2016; JR PHILIPPI, et al, 2004).

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (2016), os efeitos da poluição atmosférica são um problema global de saúde pública, onde o grau de contaminação irá depender do tempo de exposição e da toxicidade dos poluentes. Até a década de 80, as principais fontes de emissão de poluentes nas grandes cidades brasileiras provinham das indústrias. A partir da década de 90, houve a migração dos polos industriais para cidades do interior. Atualmente, as grandes fontes de emissões de poluentes atmosféricos em grandes cidades são emitidas pelos veículos automotores (ANDRADE, et al, 2017 e MIRAGLIA, et al, 2014, ALVES, et al, 2015, ILLI, et al, 2016). Esta constatação se dá pelo motivo das pessoas e grande parte dos bens de consumo da população serem transportados por veículos. Outro fator que teve grande influência neste aumento é o fato do transporte público no Brasil ser considerado precário, o que leva a população preferir o uso do transporte individual, aumentando o número da frota veicular e a incidência de congestionamentos em grandes vias de circulação, o que agrava a qualidade do ar (AGUIAR, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (WHO) divulga resultados alarmantes, onde estima-se que mais de 80% das pessoas que vivem em área urbanas onde há monitoramento da poluição atmosférica,

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

estão expostas a níveis de qualidade do ar que excedem os limites da OMS. É ainda mais preocupante quando é identificado que 98% das cidades em países de baixa e média renda econômica com mais de 100.000 habitantes não atendem às diretrizes de qualidade do ar da OMS, enquanto que nos países de alta renda este percentual diminui para 56% (WHO, 2018).

2.2.1 Poluentes atmosféricos

A resolução CONAMA 03 de 1990, classifica os poluentes atmosféricos de acordo com a sua origem, sendo denominado de poluente primário os poluentes emitidos diretamente pela fonte emissora e os poluentes secundários os que são formados na atmosfera por reações químicas ou fotoquímicas dos poluentes primários. Além da classificação, também é definida nesta resolução os princípios de análise adequada para a determinação quantitativa de cada poluente e a concentração máxima permitida de cada poluente na atmosfera (BRASIL, 2017).

A determinação da concentração de poluentes na atmosfera é realizada medindo-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, plantas, animais e bens materiais), avaliando o resultado final da concentração dos poluentes desde o seu lançamento e as interações físicas (diluição) e químicas (reações químicas) dos poluentes na atmosfera. Mesmo uma fonte emissora de poluição mantendo a mesma quantidade de poluentes para a atmosfera, sua concentração no ambiente irá depender de fatores meteorológicos que contribuem com o processo de diluição/dispersão dos poluentes. O grupo de poluentes considerados universalmente como indicadores da qualidade do ar e que constam na resolução 03 do CONAMA de 1990 como passíveis de monitoramento são as partículas inaláveis (MP_{2,5} a 10µm), fumaça, partículas totais em suspensão, dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO) e o ozônio (O₃). Com exceção do ozônio, os demais poluentes são todos formados a partir de uma reação química de combustão, seja por veículos automotores ou por processos de queima na indústria. Com exceção do CO, todos causam danos à vegetação, diminuem a visibilidade e podem contaminar o solo e a água quando os mesmos são arrastados pela chuva (CETESB, 2017).

As partículas inaláveis MP_{2,5} e MP₁₀ podem adsorver outros compostos poluentes como por exemplo os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) liberados na queima de matérias orgânicas e que são classificados como compostos cancerígenos (COSTA, et al, 2018).

O nível de poluição pode ser dividido em níveis, tais como local, urbano, regional, transfronteiriça e global (MEINCKE, 2018) aos quais irão depender do processo de dispersão, que é influenciado principalmente pela velocidade e direção dos ventos, do gradiente vertical de temperatura, da intensidade dos raios solares e do regime de chuvas (JR PHILIPPI, et al, 2004). Assim sendo, os fatores meteorológicos são responsáveis pelo transporte de poluentes a grandes distâncias, a partir de suas fontes de emissão; situação oposta pode ser verificada em períodos de ausência de ventos, nos quais, ocorre o agravamento da concentração de poluentes em regiões próximas a fonte emissora (GOMES, 2010). Outros fatores importantes que podem ser levados em consideração é o clima, a topografia, a densidade populacional e os tipos de atividades industriais local (BRAGA, et al, 2005). Com o aumento da urbanização, caracterizada pela diminuição da vegetação terrestre, compactação e impermeabilização do solo e pelo aumento da incidência de poluentes atmosféricos, fez com que ocorresse uma alteração no equilíbrio entre a superfície e a atmosfera, aumentando a temperatura média nas áreas urbanas, acarretando em anomalias climáticas (AGUIAR, 2015).

2.2.2 Material Particulado (MP)

O material particulado (MP) pode ser definido como uma mistura de partículas heterogêneas composta de poeira, partículas sólidas, partículas líquidas, fumaça e fuligem que podem ser expelidas por fontes naturais como a queima natural de vegetação, sprays de água do mar e erupções vulcânicas ou por fontes antropogênicas como a queima de combustível fóssil (JR PHILIPPI, et al, 2004,

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

COSTA, et al, 2018). Por ter a capacidade de adsorver inúmeros compostos, o MP é considerado um poluente de composição química complexa podendo ser composto por centenas de substâncias diferentes, de origem orgânica, inorgânica ou até mesmo íons, como exemplo, pode-se citar os HPAs, compostos orgânicos (ALMEIDA, 1999 apud AZEVEDO, et al, 2014).

O MP por ser um poluente que apresenta um diâmetro aerodinâmico de 2,5 a 10 μm pode percorrer grandes distâncias em relação a fonte emissora e se depositar na superfície terrestre, deposição seca, ou incorporar-se as gotículas de chuva durante o processo de precipitação, deposição úmida (COSTA, et al, 2018).

Nos meses de inverno as condições meteorológicas são desfavoráveis à dispersão do material particulado, aumentando a sua concentração perto da fonte emissora (CETESB, 2017). De acordo com a resolução 03 do CONAMA de 1990, o padrão de qualidade do ar estabelecido para partículas inaláveis é de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar para uma concentração média aritmética anual tanto para o padrão primário quanto para o padrão secundário, e 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar em um período de 24h que não deve ser excedida mais de uma vez ao ano. A concentração do MP pode ser obtida segundo o método de separação inercial/filtração ou método equivalente conforme regulamentado nesta resolução.

No estado de São Paulo, desde 2013, através do Decreto Estadual nº 59113 de 23 de abril de 2013, estabelece padrões estaduais de qualidade do ar, sendo o estado da União que apresenta padrões de qualidade do ar para as partículas inaláveis menores de 2,5 μm ($\text{MP}_{2,5}$). O decreto estabelece metas intermediárias para somente depois estabelecer os padrões de qualidade do ar. As metas Intermediárias (MI) apresentam valores temporários para que possa ser avaliada a redução de emissões atmosféricas de fontes fixas e móveis, meta que está em vigor e os Padrões Finais (PF), que serão determinados para que ocorra uma preservação da saúde da população em relação aos danos causados pela poluição do ar. Assim, o padrão de qualidade para a MI é de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar para o MP grosso (MP_{10}) e de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar para o MP fino ($\text{MP}_{2,5}$), ambos para um período de 24h para. (CETESB, 2018).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece padrões de qualidade do ar partículas inaláveis, que compreende partículas com diâmetro aerodinâmico $<10 \mu\text{m}$, uma concentração máxima de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para uma média de 24 horas e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para uma média anual (OMS, 2015).

O amostrador dicotômico é um equipamento automático capaz de segregar o ar em duas frações separando-o em partículas finas e grossas e dispendo de um filtro adequado capaz de adsorver as partículas de 2,5 μm e de 10 μm em um período de amostragem que pode ser programado. Este equipamento é equipado com sensores de pressão atmosférica e temperatura, para controlar a taxa de entrada volumétrica, bem como um computador, para o controle do sistema e armazenamento de dados (COSTA, et al, 2018).

2.2.3 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) são compostos por carbono, hidrogênio e dois ou mais anéis aromáticos condensados em sua estrutura. Comumente encontrados no solo, na água e no ar, estes compostos orgânicos são uns dos tipos de poluentes orgânicos mais antigos (GALVÃO, et al, 2017).

De acordo com a sua fonte, os HPAs podem ser liberados diretamente na atmosfera por ressuspensão e/ou volatilização de compostos de petróleo, denominados como petrogênicos. Esta classificação se dá pelo fato dos HPAs não passarem por um processo intermediário até sua liberação para a atmosfera, estes compostos são ditos emitidos de forma direta. Já os HPAs liberados pelo processo de combustão são denominados de HPAs pirogênicos (DIAS, 2015).

Os HPAs de menor massa molecular, contendo quatro ou menos anéis, se mantêm na atmosfera na forma gasosa e são bastante reativos, se oxidam formando compostos ainda mais tóxicos, além de contribuírem com o processo fotoquímico de formação de ozônio na troposfera (Smog fotoquímico). Acima de quatro anéis benzênicos, a pressão de vapor é baixa, o que faz com que os

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

HPAs se condensam, normalmente adsorvendo-se à superfície de partículas atmosféricas (GALVÃO, et al, 2017).

As principais fontes destes poluentes (HPAs) para a atmosfera em grandes cidades têm origem da queima de combustível fóssil por meio da combustão incompleta dos veículos automotores em grandes vias de circulação e pelas indústrias de transformação (JR PHILIPPI, et al, 2004)

Normalmente a concentração de HPAs na atmosfera pode ser considerada baixa, em concentrações de nanômetros por metros cúbicos, porém os seus efeitos na saúde humana são extremamente nocivos por incorporarem ao MP, que possuem tamanhos respiráveis podendo ser transportados para dentro dos pulmões (MEINCKE, 2018).

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), alguns HPAs são considerados prioritários, tanto pelo seu potencial tóxico quanto pela sua ampla distribuição no ambiente, ao todo são encontrados 16 tipos de HPAs na atmosfera que são potencialmente carcinogênicos, são eles: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-c,d)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(ghi)perileno) (DIAS, 2015 e SANTOS, et al, 2016).

Porém, não há no Brasil uma legislação específica que estabeleça a concentração máxima de HPAs permitidos no ar atmosférico associado ao MP ou livre na sua forma reativa ou ainda, sob a forma depositada, para que se mantenha o bem-estar da população (DIAS, 2015 e BAIRD e CANN, 2011). Na Europa foi estabelecido em 2004 a Directive/2004/107/EC que relaciona ao arsênio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos no ar ambiente suas concentrações máximas. De acordo com esta resolução, o valor máximo de HPA associado ao MP₁₀ é de 1ng/m³ de benzo[a]pireno em média por ano. O composto benzo[a]pireno é o HPA mais nocivo e carcinogênico, e por este motivo é usado como marcador de risco em partículas atmosféricas de MP (BAIRD E CANN, 2018).

2.3 MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO

O monitoramento da qualidade do ar tem como objetivo avaliar as tendências e mudanças na qualidade do ar, fornecendo dados para ativar ações de emergência quando o nível de poluição representar risco à saúde pública. Visando proteger a saúde humana e o meio ambiente da poluição atmosférica, em 1976 foi criada a Portaria 231 do Ministério do Interior com o intuito de disciplinar a emissão de poluentes no ar, dando posteriormente origem a Lei nº 6.938 de 1981 do poder Público Estadual dispendo sobre a política nacional de meio ambiente até a promulgação da Constituição Federal em 1988 (FRONDIZI, 2008).

Atualmente, a qualidade do ar brasileiro é assistida por leis para fontes fixas de poluição atmosférica, conforme as resoluções CONAMA 382 de 2006, 436 de 2011 e 316 de 2002, e por programas para controle das emissões de poluentes por fontes móveis tais como o PROCONVE, instituído pela Resolução 018 de 1986 do CONAMA e pelo programa PROMOT, criado a partir da resolução 297 de 2002 do CONAMA. Estes programas tem a finalidade de estabelecer prazos, limites de emissão de poluentes e garantir a melhora tecnológica da frota veicular do Brasil (FEPAM, 2016 & MIRAGLIA, et al, 2014). Já a resolução 03 de 1990 do CONAMA define os padrões de emissão de poluentes atmosféricos previstos no Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR (FRONDIZI, 2008).

Tendo em vista que não há muitos estudos relacionados aos HPAs associados ao MP no Brasil e que a legislação brasileira não dispõe de parâmetros máximos para a sua concentração na atmosfera e com base nas consequências à saúde que os HPAs podem vir a causar na população e ao meio ambiente em pequenas concentrações, se faz necessário realizar um estudo de monitoramento atmosférico deste poluente associado ao material particulado onde possa-se haver a comparação de sua concentração no MP utilizando a legislação europeia (Directive/2004/107/EC).

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

3 METODOLOGIA:

3.1 Coleta de Material Particulado

A coleta do material particulado foi realizada de acordo com o Protocolo para Coleta de Material Particulado Atmosférico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais por meio de um analisador dicotômico que realiza a separação inercial das partículas através da segregação do fluxo de amostragem fracionando-o em $900 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$, para partículas finas ($\text{MP} < 2,5 \text{ }\mu\text{m}$) e $100 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ para as partículas grossas ($< 10 \text{ }\mu\text{m}$). O tempo de amostragem foi programado no amostrador para a amostra ser coletada por um período de 24h a cada 15 dias, o período de coleta iniciou-se no dia 09 de janeiro de 2018 e se estendeu até o dia 24 de abril de 2018, totalizando 15 amostras de MP fino ($\text{MP}_{2,5}$) e 15 amostras do MP grosso (MP_{10}). Os pontos de amostragens foram instalados nos municípios de Novo Hamburgo e Canoas. As partículas de MP foram retidas em filtros PTFE previamente pesados.

3.2 Preparo e extração dos filtros

Os filtros para a coleta de material particulado (PTFE - politetrafluoretileno) antes da amostragem são condicionados primeiro em dessecador por 24h para posterior pesagem em balança analítica. O procedimento é repetido por no mínimo três vezes até se obter uma massa pesada constante. Após as pesagens os filtros estão prontos para uso.

Após a coleta, os filtros são envolvidos por papel alumínio para evitar a oxidação da amostra por fotólise. A amostra é condicionada por 24h em dessecador revestido por papel alumínio e suas massas são pesadas novamente em balança analítica até a obtenção de massa constante. Após as pesagens, os filtros são armazenados em freezer envoltos por papel alumínio para evitar a decomposição da amostra para posterior extração da amostra.

3.3 Extração em soxhlet com diclorometano

O procedimento de extração dos HAPs retidos nos filtros será efetuada em aparelho soxhlet onde as amostras serão extraídas com aproximadamente 250 mL de diclorometano (CH_2Cl_2) por 24 horas a 45°C , separadamente. Após este processo os extratos serão separados/pré-concentrados através do procedimento de clean up utilizando coluna de sílica gel (ativada com 5% de água destilada), conforme metodologia descrita em Meincke (2018). Esta etapa do trabalho encontra-se em andamento.

3.4 Análise Química

As metodologias analíticas comumente aplicadas para determinação dos HPAs nas matrizes ambientais utilizam Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (GC/MS). O modo de detecção de HPAs que irá ser utilizado é a ionização de elétrons (IE), através do monitoramento seletivo dos íons (SIM) e varredura (SCAN). A coluna que será utilizada é a RTx-5SIL MS 5% fenil metil silicone com dimensões de $30 \text{ m} \times 0,25 \text{ mm} \times 0,5 \text{ }\mu\text{m}$.

Por meio desta metodologia pretende-se determinar os 16 tipos de HPAs quantitativamente e qualitativamente, classificados como prioritários pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) e comparar as concentrações obtidas com a resolução europeia Directive/2004/107/EC a fim de classificar se o ar das regiões coletadas está dentro dos parâmetros de qualidade do ar determinados como seguros para o bem-estar da população e ao meio ambiente. Esta etapa do trabalho encontra-se em andamento.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



4 RESULTADOS

As concentrações médias de MP fino (MP_{2,5}) e grosso (MP₁₀) em µg/m³ para o período de estudo, de janeiro a abril de 2018, nos ocais de amostragem são apresentados na Tabela 1. As concentrações médias para o período avaliado foram maiores em Canoas do que em Novo Hamburgo, com valores médios de 12,33 µg/m³ para o MP fino (MP_{2,5}) e 136,94 µg/m³ para o MP₁₀. Estudos realizados por Alves et al (2016), período de amostragem de abril de 2013 a março de 2014, registou uma concentração máxima de 69,4 µg/m³ para material particulado grosso (MP_{2,5-10}) e 77,6 µg/m³ para o MP fino (MP_{2,5}).

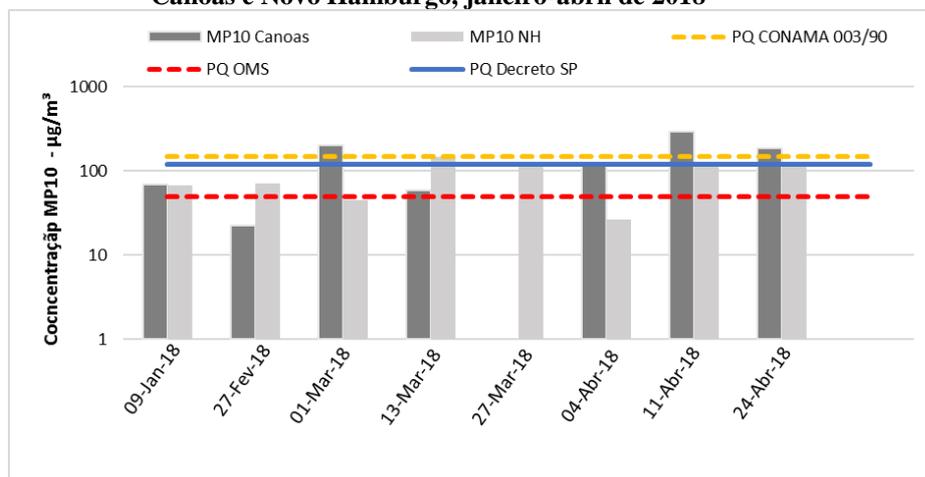
Tabela 1: Concentrações médias de MP fino (MP_{2,5-10}) e grosso (MP₁₀), µg/m³, em Canoas e Novo Hamburgo, 2018.

	MP Fino (MP _{2,5}), µg/m ³ X(min-máx.)	MP Grosso (MP ₁₀), µg/m ³ X(min-máx.)
Canoas	12,33 (2,43 - 26,14)	136,94 (22,61 - 292,46)
Novo Hamburgo	8,44 (2,43 - 21,91)	90,34 (26,28 - 144,59)

Legenda: X = média

A Figura 1 apresenta a comparação das concentrações de MP grosso (MP₁₀) dos locais de amostragem com os padrões de qualidade do ar da Resolução do CONAMA 03 de 1990, da OMS e do Decreto de São Paulo nº 59113/2013 para período de amostragem de 24 horas. Avaliando os resultados obtidos do MP grosso é possível constatar que ocorreram seis ultrapassagens da concentração do material particulado grosso em relação ao parâmetro de qualidade da OMS os quais suas concentrações foram de 58,82 µg/m³ no dia 13 de março, sendo este o menor valor ultrapassado, o valor de 69,24 µg/m³ no dia 09 de janeiro, 124,83 µg/m³ no dia 04 de abril, 187,5 µg/m³ no dia 24 de abril, 203,13 µg/m³ no dia 01 de março e 292,46 µg/m³ no dia 11 de abril, sendo este com a concentração mais alta registrada. Em relação à resolução 03 do CONAMA de 1990 ocorreram três ultrapassagens dos valores de 187,5 µg/m³, 203,13 µg/m³ e 292,46 µg/m³ todas em Canoas. E para o Decreto de São Paulo nº 59113/2013 ocorreram ultrapassagem do padrão de qualidade do ar (120 µg/m³).

Figura 1 - Comparação da concentração de MP grosso com os padrões de qualidade do ar, Canoas e Novo Hamburgo, janeiro-abril de 2018



Fonte: Os autores, 2018.

Realização



Correalização



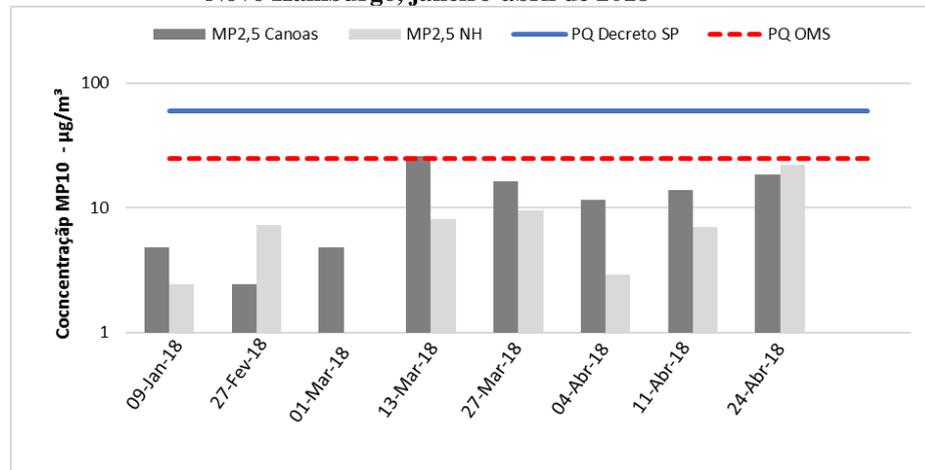
Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



A Figura 2 apresenta a comparação dos resultados do MP fino com os padrões da OMS e do Decreto de São Paulo nº 59113/2013, sendo observado somente uma única ultrapassagem do padrão de qualidade do ar da OMS para o dia 13 de março em Canoas.

Figura 2 - Comparação da concentração de MP fino com os padrões de qualidade do ar, Canoas e Novo Hamburgo, janeiro-abril de 2018



Fonte: Os autores, 2018.

O menor valor encontrado para o MP fino foi de 2,43 µg/m³ obtido no dia 27 de fevereiro de 2018 e o valor mais alto foi de 26,14 µg/m³ obtido no dia 13 de março de 2018, obteve-se também no dia 09 de janeiro e no dia 01 de março o valor de 4,86 µg/m³ seguidos de 11,56 µg/m³, 13,93 µg/m³, 16,35 µg/m³ e 18,52 µg/m³ nos dias 04 de abril, 11 de abril, 27 de março e 24 de abril.

Os resultados apresentados do monitoramento de material particulado indicam um comprometimento da qualidade do ar, que poderá ser mais detalhado com os resultados da quantificação de HPAs que encontram-se em andamento.

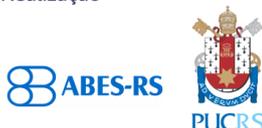
5 CONCLUSÃO

De acordo com a comparação realizada do MP fino e grosso nos dois pontos amostrais localizados na cidade de Novo Hamburgo e Canoas com os padrões de qualidade do ar 150 µg/m³ imposto pelo CONAMA 03/1990 e de 50 µg/m³ definido pela OMS conclui-se que a concentração do material particulado fino em (µg/m³) esteve dentro dos padrões de qualidade do ar definidos como concentrações máximas permitidas para o bem estar da população e ao meio ambiente, sendo assim não apresentando risco iminente de causar danos à saúde da população que habita as redondezas dos pontos amostrais e ao ambiente entorno.

A concentração de MP grosso ultrapassou as concentrações máximas impostas citadas acima mais de uma vez ao ano apenas no ponto de coleta amostral em Canoas obtendo-se três ultrapassagens no total o que pode implicar consequências à saúde da população, sendo necessário de acordo com a observação deste fato haver um gerenciamento da qualidade do ar neste local visando diminuir os danos à saúde e ao ambiente.

Apenas o ponto de coleta em Novo Hamburgo atendeu completamente aos limites de concentração impostos pela resolução 03 do CONAMA de 1990 e pela OMS onde pode-se dizer que em relação ao material particulado o ar da região analisado é adequado, garantindo o bem estar da população, à sua saúde e também preservando o meio ambiente.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALVES, D. D.; OSORIO, D. M. M. ; RODRIGUES, M. A. S. ; SCHUCK, S. **Quantificação de Metais em Material Particulado Atmosférico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.** In: RODRIGUES, M. A. S.; KAYSER, A. C.; PEDDE, V.. (Org.). Rio dos Sinos e Qualidade Ambiental. 1ed. Porto Alegre: Evangraf, 2016, v. , p. 195-214, 2016.

AGUIAR, L. S. **Estudo da relação da qualidade do ar e variáveis meteorológicas na ocorrência de morbidade respiratória e circulatória na região metropolitana de São Paulo.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Londrina: [s.n.], 2015. 105 f.: il.; 30 cm. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1384/1/LD_PPGEA_M_Aguiar%2C%20Lais%20Sinorini_2015.pdf>. Acesso em: 31.jan.2018.

ALVES, D. D. MIGLIAVACCA, D. M., RODRIGUES, M. A. S, ILLI, J. C., BIANCHIN, L., BENVENUTI, T. **Concentrations of PM_{2.5-10} and PM_{2.5} and metallic elements around the Schmidt Stream area, in the Sinos River Basin, southern Brazil.** Brazilian Journal of Biology, v.75, p. 43-52, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.00113suppl>. Acesso em: 05.fev.2018.

ANDRADE, M. F.; KUMAR, P.; FREITAS, E. D.; YNOUE, R. Y.; MARTINS, J.; MARTINS, L. D.; NOGUEIRA, T.; PERAZ-MARTINEZ, P.; MIRANDA, R. M.; ALBUQUERQUE, T.; GONÇALVES, F. L.T.; OYAMA, B.; ZHANG, Y. **Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives.** Atmospheric Environment 159 (2017) 66 – 82. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.051>>. Acesso em: 05.fev.2018.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental.** 4ª ed. Tradução: Marco Tadeu Grassi ...[et al];revisão técnica: Marco Tadeu Grassi. Porto Alegre: Bookman. 2011

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S.. **Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável.** 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **CONAMA 03 de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 20.set.2017.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2016.** São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 01.mai.2018.

COSTA, Gustavo M.; DROSTE; Annette, ALVES, Darlan D.; OSÓRIO, Daniela M. M. **Integrated Evaluation of Quantitative Factors Related to the Environmental Quality Scenario.** Programa de pós-graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brazil. Springer International Publishing AG 2018 C. M. Hussain (ed.), Handbook of Environmental Materials Management, Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58538-3_122-1>. Acesso em: 01.mai.2018.

DAPPER, S. N.; SPOHR, D.; ZANINI, R. R. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo.** Estudos avançados 30 (86), 2016. Scielo. Disponível

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142016000100083>. Acesso em: 8.fev.2018.

DIAS, Ana Paula Lopes. **Aporte e remoção de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em fragmentos florestais na região metropolitana de Campinas – SP.** São Paulo. Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2015

EPA. Environmental Protection Agency. **Office of Air Quality Planning and Standards Research Triangle Park, NC 27711 - EPA-454/R-98-004.** August 1998. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/2000QNC4.PDF?Dockey=2000QNC4.PDF>> Acesso em: 08. Jan. 2018.

European Union law. **DIRECTIVE 2004/107/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air.** of 15 December 2004. Disponível em: < <file:///G:/TCC1/HPAs/Directive%202004-107-EC.pdf>>. Acesso em: 01.mai.2018.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar relatório 2016.** – Porto Alegre: FEPAM, 2017. 34p.: il. Disponível em: < http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/relatorio_pesquisa.asp>. Acesso em: 31.jan.2018.

FREITAS, C. U.; LEON, A. P.; JUGER, W.; GOUVEIRA, N. **Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, Espírito Santo.** Revista de Saúde Pública, vol. 50, 2016, pp. 1-9. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67247719004>>. Acesso em: 31.jan.2018.

FRONDIZI, C. A. **Monitoramento da qualidade do ar: teoria e prática.** Rio de Janeiro, RJ: E-papers, 2008.

GALVÃO, Marcos F.O.; ALVES, Nilmara O.; FERREIRA, Paula A.; CAUMO, Sofia; VASCONCELLOS, Pérola C.; ARTAXO, Paulo; HACON, Sandra S.; ROUBICEK Deborah A.; MEDEIROS, Silvia R. B. **Biomass burning particles in the Brazilian Amazon region: Mutagenic effects of nitro and oxy-PAHs and assessment of health risks.** Environmental Pollution 2017.

GOMES, J. **Poluição Atmosférica – Um manual Universitário.** 2ª edição. Publindústria, Edições Técnicas, Ltda. 2010.

ILLI, J. C.; VANCETTA, T.; ALVES, D. D.; OSÓRIO, D. M. M.; BIANCHIN, L.; DE QUEVEDO, D. M.; JUCHEM, F. **Integrated assessment of air pollution by metals and source apportionment using ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in southern Brazil.** Environmental Science and Pollution Research International, v. 24, n. 3, p. 2790-2803, 2016. Disponível em: <DOI 10.1007/s11356-016-8041-y>. Acesso em: 05. mar. 2018.

JR PHILIPPI, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental.** Barueri, SP: Manole, 2004.

MARTINS, E. M.; FORTES, J. D. N.; RIBEIRO, G. P.; PEREIRA, M. F.M. **Utilização de Sistema de Informação Geográfica como ferramenta para gestão do monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Engenharia Sanitária Ambiental – Edição especial,

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

2014. Páginas 43-49. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v19nspe/1413-4152-esa-19-spe-0043.pdf>>. Acesso em: 04.fev.2018.

MARTINS, L. D.; WIKUATS, C. F. H.; CAPUCIM, M. N.; ALMEIDA, D. S.; COSTA, S. C.; ALBUQUERQUE, T.; CARVALHO, V. S.B.; FREITAS, E. D.; ANDRADE, M. F.; MARTINS, J. A. **Extreme value analysis of air pollution data and their comparison between two large urban regions of South America.** Weather and Climate Extremes (2017) 1–11. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.wace.2017.10.004>>. Acesso em: 05.fev.2018.

MEINCKE, L. **Avaliação Integrada da Qualidade do Ar utilizando biomonitoramento ativo (Loluim Multiflorum) e aerossóis atmosféricos para a determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e metais em áreas urbanas e semiurbanas da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS.** 2018. 131f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental) - Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2018.

MIRAGLIA, S. G.; EL K.; GOUVEIRA, N. **Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras.** Ciência & Saúde Coletiva, 19(10):4141-4147, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/csc/v19n10/1413-8123-csc-19-10-4141.pdf>>. Acesso em: 31.jan.2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Poluentes Atmosféricos.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos>>. Acesso em: 29.nov.2017.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Resultados de qualidade do ar.** Disponível em: < <http://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>>. Acesso em : 06.mai.2018.

RÉQUIA, W. J.; ROIG, H. L. **Avaliação espacial entre poluição do ar e saúde em áreas com limitação de dados.** Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília. BCG - Boletim de Ciências Geodésicas. v. 22, no4, p.807-812, out - dez, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702016000400046>>. Acesso em: 31.jan.2018.

SANTOS, Mauricius M.; BREHM, Franciane A.; FILLIPE, Tais C.; REICHERT, Gabriela; AZEVEDO, Júlio C. R. **PAHs diagnostic ratios for the distinction of petrogenic and pyrogenic sources: applicability in the Upper Iguassu Watershed - Parana, Brazil.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos Brazilian Journal of Water Resources. Versão On-line ISSN 2318-0331 RBRH, Porto Alegre, v. 22, e9, 2017. Scientific/Technical Article.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease.** EDITORA: World Health Organization, 2016. Disponível em:<<http://who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>>. Acesso em: 11.jan.2018.

WMO. World Meteorological Organization. **Section 7 Chemical Aspects of Air Pollution.** Disponível em:< <http://slideplayer.com/slide/801497/>>. Acesso em: 30.nov.2017.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375