ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

O IMPACTO DA ATIVIDADE DA CSA NA QUALIDADE DO AR NA BACIA AÉREA 1 DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

FARIAS, Heitor Soares de – heisofa@gmail.com
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro / UFRRJ

RESUMO: A região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) passa por um processo de expansão industrial, principalmente nos municípios da borda oeste (Itaguaí, Seropédica e mesmo a Zona Oeste da capital), área com intensa emissão de material particulado inalável (58% de toda a RMRJ), em consequência das características das atividades aí desenvolvidas. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a qualidade do ar nessa região conhecida como Bacia Aérea 1, verificando a interferência da atividade da Compania Siderúrgica do Atlântico (CSA) e as áreas mais atingidas. Os resultados mostraram que há uma redução progressiva na qualidade do ar, em cada ano da série de 2009 a 2017, na estação Largo do Bodegão, ao sul da CSA. Os anos de 2013 e 2015 registraram violações nos padrões de qualidade do ar estabelecidos na Resolução Conama nº3. No entanto, os ventos predominantes que atuaram nos dias com pior qualidade do ar, juntamente com os resultados do modelo de trajetórias de vento, descartam a relação da CSA com esses eventos que tornam o bairro de Santa Cruz, nas proximidades da estação Largo do Bodegão, uma área com grande concentração de poluentes na Bacia Aérea 1.

Palavras-chave: Partículas inaláveis, Trajetórias, Modelagem Atmosférica

THE IMPACT OF CSA ACTIVITY ON AIR QUALITY IN THE AIRCRAFT 1 OF THE METROPOLITAN REGION OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: The metropolitan region of Rio de Janeiro (RMRJ) undergoes an industrial expansion process, mainly in the municipalities on the western border (Itaguaí, Seropédica and even the West Zone of the capital), an area with intense emission of inhalable particulate matter (58% of all the RMRJ), as a consequence of the characteristics of the activities developed there. Thus, the objective of this work is to analyze the air quality in this region known as Air Basin 1, verifying the interference of the activity of Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) and the most affected areas. The results showed that there is a progressive reduction in air quality, in each year of the series from 2009 to 2017, at Largo do Bodegão station, south of CSA. The years 2013 and 2015 recorded violations of the air quality standards established in Conama Resolution No. 3. However, prevailing winds that performed on the days with poorer air quality, together with the results of the wind trajectories model, discard the CSA relation with these events that make the neighborhood of Santa Cruz, near the station Largo do Bodegão, an area with a high concentration of pollutants in the Air Basin 1.

Keywords: Inhalable particles, Trajectories, Atmospheric Modeling.

EL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD DE LA CSA EN LA CALIDAD DEL AIRE EN LA BACIA AÉREA 1 DE LA REGIÓN METROPOLITANA DEL RÍO DE JANEIRO

RESUMEN: La región metropolitana de Río de Janeiro (RMRJ) pasa por un proceso de expansión industrial, principalmente en los municipios del borde oeste (Itaguaí, Seropédica e incluso la Zona Oeste de la capital), área con intensa emisión de material particulado inhalable (58% la RMRJ), en consecuencia de las características de las actividades allí desarrolladas. Así, el objetivo de este trabajo es analizar la calidad del aire en esa región conocida como Cuenca Aérea 1, verificando la interferencia de la actividad de la Compañía Siderúrgica del Atlántico (CSA) y las áreas más afectadas. Los resultados mostraron que hay una reducción progresiva en la calidad del aire, en cada año de la serie de 2009 a 2017, en la estación Largo do Bodegão, al sur de la CSA. Los años de 2013 y 2015 registraron violaciones en los estándares de calidad del aire establecidos en la Resolución Conama nº3. Sin embargo, los vientos predominantes que actuaron en los días con peor calidad del aire, junto con los resultados del modelo de

trayectorias de viento, descarta la relación de la CSA con esos eventos que hacen del barrio de Santa Cruz, cerca de la estación Largo do Bodegão, un área con gran concentración de contaminantes en la cuenca aérea 1.

Palabras Clave: Partículas inhalables, Trayectorias, Modelado Atmosférico

IMPACT DE L'ACTIVITE DU CSA SUR LA QUALITE DE L'AIR DANS L'AVION 1 DE LA REGION METROPOLITAINE DE RIO DE JANEIRO

RÉSUMÉ: La région métropolitaine de Rio de Janeiro (RMRJ) connaît un processus d'expansion industrielle, principalement dans les municipalités situées à la frontière ouest (Itaguaí, Seropédica et même dans la zone ouest de la capitale), une région fortement émettrice de particules inhalables (58% du total). RMRJ), en raison des caractéristiques des activités qui y sont développées. L'objectif de ce travail est donc d'analyser la qualité de l'air dans cette région appelée Air Basin 1, en vérifiant l'interférence des activités de Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) et des zones les plus touchées. Les résultats ont montré qu'il y avait une réduction progressive de la qualité de l'air, à chaque année de la série, de 2009 à 2017, à la station Largo do Bodegão, au sud de la CSA. Les années 2013 et 2015 ont enregistré des violations des normes de qualité de l'air établies dans la Résolution n ° 3 de Conama. Cependant, les vents dominants qui soufflaient les jours où la qualité de l'air était médiocre, ainsi que les résultats du modèle de trajectoires de vent, écartent la relation de l'ASC avec ces événements qui rendent le voisinage de Santa Cruz, près de la station Largo do Bodegão, une zone à forte concentration de polluants dans le bassin atmosphérique 1.

Mots Clé: Particules inhalables, Trajectoires, Modélisation Atmosphérique

INTRODUÇÃO

Nas cidades, devido às diferentes formas de uso do solo e estrutura urbana, estão localizadas várias formas de poluição, desde a visual, atmosférica e até sonora, que interferem na qualidade de vida dos seus habitantes. Para Monteiro (1976), a cidade é um sistema derivador da energia solar que chega à Terra, tendo o homem influência decisiva na estrutura interna desse sistema - transformando a superfície e produzindo novas formas de energia -, sofrendo também os efeitos resultantes de sua ação que podem ser percebidos através de três canais de percepção: o termodinâmico, pelo conforto térmico, o físico-químico, pela qualidade do ar, e o hidrometeórico, pelos impactos das chuvas intensas e alagamentos.

Nos últimos cinquenta anos o uso indiscriminado de recursos naturais, o aumento da frota automotiva, a rápida industrialização e o planejamento deficiente, ou, como em muitos casos brasileiros, inexistentes, comprometeram a qualidade do ar nos principais centros urbanos mundiais (OLIVEIRA, 2004; FEEMA, 2004). Apesar disso, a má qualidade do ar muitas vezes escapa completamente à percepção humana imediata, permanecendo invisível até mesmo à legislação, e ainda assim pode causar danos irreversíveis à saúde da população (BECK, 2010).

Isso acontece porque a legislação estabelece como padrões de qualidade do ar concentrações médias geométricas anuais e concentrações médias em 24 horas para cada um dos poluentes fiscalizados - Resolução CONAMA nº 3 (BRASIL, 1990) que complementa o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar "PRONAR, RESOLVE". Na média, as emissões podem estar dentro dos padrões legislados, no entanto, esta esconde os extremos, que podem ser nocivos à saúde humana.

As áreas urbanas e, principalmente, as metropolitanas são as mais afetadas pela poluição atmosférica, principalmente por corresponderem aos

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

segmentos da superfície terrestre que foram mais intensamente transformados e que concentram atividades com grande potencial poluidor. Entre as regiões metropolitanas brasileiras, a do Rio de Janeiro (RMRJ) é a maior aglomeração urbana litorânea, são mais de 11,5 milhões de pessoas. A RMRJ possui intensa ocupação do solo, com importante papel econômico e logístico, pois concentra uma importante área industrial diversificada, e nos últimos anos recebeu expressivos investimentos públicos e privados.

Em seu quadro natural a RMRJ possui características peculiares, como a topografia acentuada da Serra do Mar e dos maciços da Tijuca, da Pedra Branca e do Gericinó e as baías de Guanabara e de Sepetiba, capazes de gerar efeitos locais que perturbam o regime de escoamento na região (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2017). Assim, interferem no transporte atmosférico, formando áreas com distintas concentrações de poluentes, denominadas bacias aéreas (FARIAS, 2012, 2013).

O conceito de bacia aérea vem sendo utilizado sobretudo por instituições responsáveis pela gestão da qualidade do ar da RMRJ, como o INEA, devido às suas características naturais, cota de 100 metros do relevo (FARIAS, 2012, 2013). Na RMRJ foram delimitadas quatro bacias aéreas.

A Bacia Aérea I é formada pela baixada de Sepetiba, onde localizam-se a Zona Oeste do Rio de Janeiro e os municípios de Seropédica, Japeri, Queimados e Itaguaí, a borda da RMRJ. Esta vêm recebendo maiores empreendimentos, como a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), articulados ao Porto de Itaguaí pela recém-criada BR-493 (Arco Metropolitano, resultado da reestruturação espacial produtiva que vem ocorrendo no estado do Rio de Janeiro (OLIVEIRA e ROCHA, 2012).

Cabe ressaltar que na RMRJ já se encontra a segunda maior concentração de fontes de poluentes atmosféricos do país - veículos e indústrias -, e que a Bacia Aérea I já era a responsável por cerca de 58% das emissões de partículas inaláveis (PM10) da RMRJ, segundo o Relatório da Qualidade do AR no Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2010), antes mesmo do início das atividades da CSA. Assim, o presente artigo objetivou analisar a qualidade do ar na região da Bacia Aérea I, a partir do comportamento do poluente atmosférico PM10, de 2009 a 2016, verificando se o funcionamento da CSA, a partir de 2010, trouxe impacto para a qualidade do ar da região, identificando as áreas mais afetadas dentro da bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

Para analisar a qualidade do ar foi solicitado à Gerência de Qualidade do Ar (GEAR) do INEA a série coincidente de dados horários das estações meteorológicas automáticas que fazem o monitoramento das PM10 na Bacia Aérea I: Adalgisa Nery e Largo do Bodegão, situadas no bairro de Santa Cruz, zona oeste do município do Rio de Janeiro, e Mont Serrat no município de Itaguaí, juntamente com dados de direção e intensidade de vento no período de 2009 a 2016 (Figura 1).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

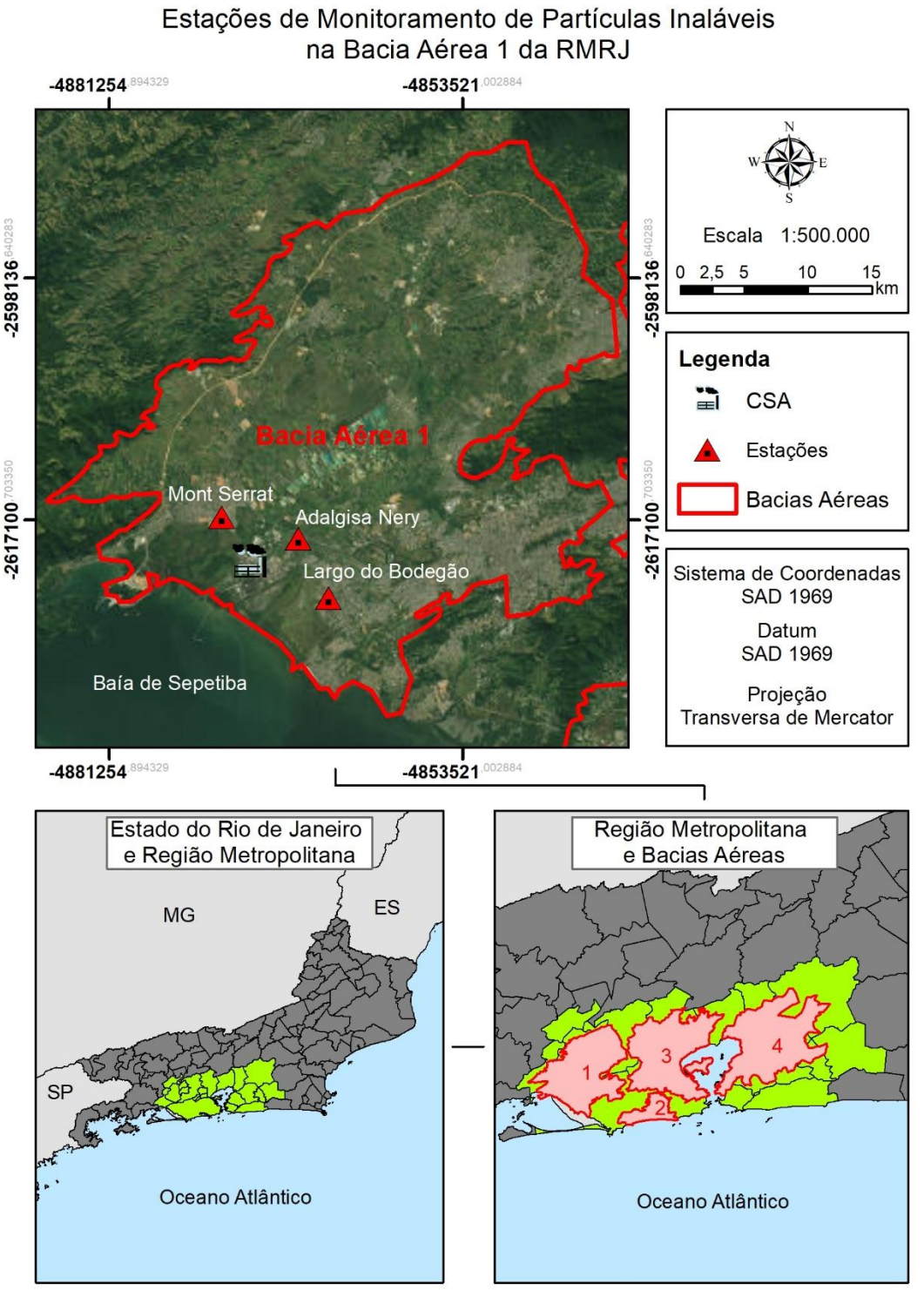


Figura 1 – Localização das Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar do INEA na Bacia Aérea I. Fonte: Elaborado pelo autor.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Inicialmente foram calculadas as médias diárias de PM10 utilizando-se os critérios de validação dos dados da rede automática do INEA (2015), que necessita de 75% das médias horárias válidas em 24 horas. Foram construídos gráficos com as médias diárias para análise de cada ano da série.

A seguir as médias foram classificadas segundo o Índice de Qualidade do Ar da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA-454/R-99-010, 1999 apud INEA, 2010), que atende Resolução CONAMA nº 03 em parte (Quadro 1), o que permitiu verificar a qualidade do ar. Utilizou-se desta legislação, a Resolução CONAMA nº 03, para destacar as violações dos padrões de qualidade do ar (BRASIL, 1990).

Quadro 1 - Índice de Qualidade do Ar da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos para PM10

Qualidade	Níveis de Cautela sobre a Saúde	PM10 (µg/m³)
Boa	Praticamente não há riscos à saúde.	0 - 50
Regular	A população em geral não é afetada. Grupos sensíveis[1] podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	51 - 150
Inadequada	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse, seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Grupos sensíveis podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.	151 - 249
Má	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas iniciais. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis.	250 - 419
Péssima	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.	>420

Fonte: INEA (2010)

São padrões de qualidade do ar as concentrações médias de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Assim, de acordo com o artigo 2º desta legislação fica definido que:

I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

O artigo 3º estabelece valores para os padrões primário e secundário para cada um dos poluentes legislados, ficando definido que para Partículas Inaláveis:

a) Padrão Primário e Secundário

1- concentração média aritmética anual de 50 µg/m3.

2 - concentração média de 24 horas de 150 µg/m3, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

Posteriormente, para verificação das condições sinóticas dos dias com pior qualidade do ar na série de dados, foram utilizadas cartas sinóticas do Centro de Hidrografia da Marinha, pois nem todas as datas estavam disponíveis no site do CPTEC/INPE. Para caracterização da dispersão dos poluentes analisou-se os padrões de vento (velocidade e direção) que atuaram na Bacia Aérea 1, utilizando dados da própria estações do INEA que registrou a violação para elaborar as rosas dos ventos e histogramas, por meio do programa WRPLOT (LAKES ENVIRONMENTAL SOFTWARE, 2017).

Para definição da origem e destino dos poluentes utilizou-se o software Hysplot, versão web (https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php), que a partir dos dados de Reanálise da NOAA, descreveu a trajetória dos poluentes na atmosfera (STEIN et al.,2015; ROLPH AND STUNDER, 2017), antes de chegar à estação de monitoramento (Backward) e após passar por ela (Forward).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARTÍCULAS INALÁVEIS

De acordo com os gráficos sobre partículas inaláveis (Figura 2), no ano de 2009 os maiores registros foram verificados na estação Mont Serrat, máximo de 98,56 µg/m3, enquanto que estações Adalgisa Nery (máximo de 54,54 µg/m3) e Largo do Bodegão (máximo de 54,69 µg/m3) apresentaram registros sempre inferiores. Neste ano na estação Mont Serrat 87,6% dos dias com médias válidas tiveram boa qualidade do ar, enquanto as estações Adalgisa Nery e Largo do Bodegão tiveram 97,8% e 97,3%, respectivamente.

A partir do ano de 2010 a estação Largo do Bodegão se destacou com os maiores registros em relação às demais estações, alcançando o máximo de 120, 93 µg/m3 em junho, mês que as estações Adalgisa Nery e Mont Serrat registraram no máximo 75,80 µg/m3 e 75, 99 µg/m3, respectivamente. Apesar do aumento, os registros continuaram dentro do permitido pela legislação. Neste ano na estação Mont Serrat houve um aumento no percentual de dias com boa qualidade do ar (92,6%), mas nas estações Adalgisa Nery e Largo do Bodegão houve redução no percentual de dias com boa qualidade, 91,7% e 85,1%, respectivamente.

O mesmo quadro se repetiu nos anos de 2011 e 2012, a estação Largo do Bodegão se destacando com os maiores registros em relação às demais estações. Os registros mais elevados continuaram dentro do permitido pela legislação, pois alcançaram apenas até a categoria Regular. No entanto, percebeu-se uma redução dos dias com boa qualidade do ar na estação Largo do Bodegão (2011: 72,5% e 2012: 68,8%), enquanto Mont Serrat (2011: 90,7% e 2012: 95,4%) Adalgisa Nery (2011: 86,9% e 2012: 96,7%) apresentaram bons resultados.

Já em 2013, entre os meses de abril e maio, na estação Largo do Bodegão foram registradas 16 violações do padrão de qualidade do ar, ultrapassando o permitido por lei. Houve uma sequência de dias com violações

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

que se iniciaram em 17 de abril e culminaram no dia 21 de abril com o maior registro (257,87 µg/m3), o que tornou a qualidade do ar muito insalubre, alcançando a categoria de Má qualidade do ar. Neste ano, a estação Largo do Bodegão teve boa qualidade do ar em apenas 42,9% dos dias com médias válidas, enquanto Mont Serrat (98,6%) Adalgisa Nery (95,8%) mantiveram bons resultados.

Em 2014 não houve violações, mas a estação Largo do Bodegão teve boa qualidade do ar em apenas 56,6% dos dias com médias válidas, enquanto Mont Serrat (95,8%) Adalgisa Nery (94,1%) mantiveram bons resultados. No entanto, em 2015, a estação Largo do Bodegão voltou a apresentar 8 violações na qualidade do ar (nos meses de agosto e outubro), sendo o maior registro no dia 02 de outubro (261,18 µg/m3), o que tornou a qualidade do ar muito insalubre, mais uma vez alcançando a categoria de Má qualidade do ar. Neste ano, a estação Largo do Bodegão teve boa qualidade do ar em apenas 39,4% dos dias com médias válidas, enquanto Mont Serrat (96,6%) Adalgisa Nery (96,1%) mantiveram bons resultados.

Em 2017 também não há violações e o percentual de dias com boa qualidade do ar melhora na estação Largo do Bodegão que apresentou essa característica em 77,3% dos dias com médias válidas, enquanto Mont Serrat (98,6%) Adalgisa Nery (95,3%) mantiveram bons resultados.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

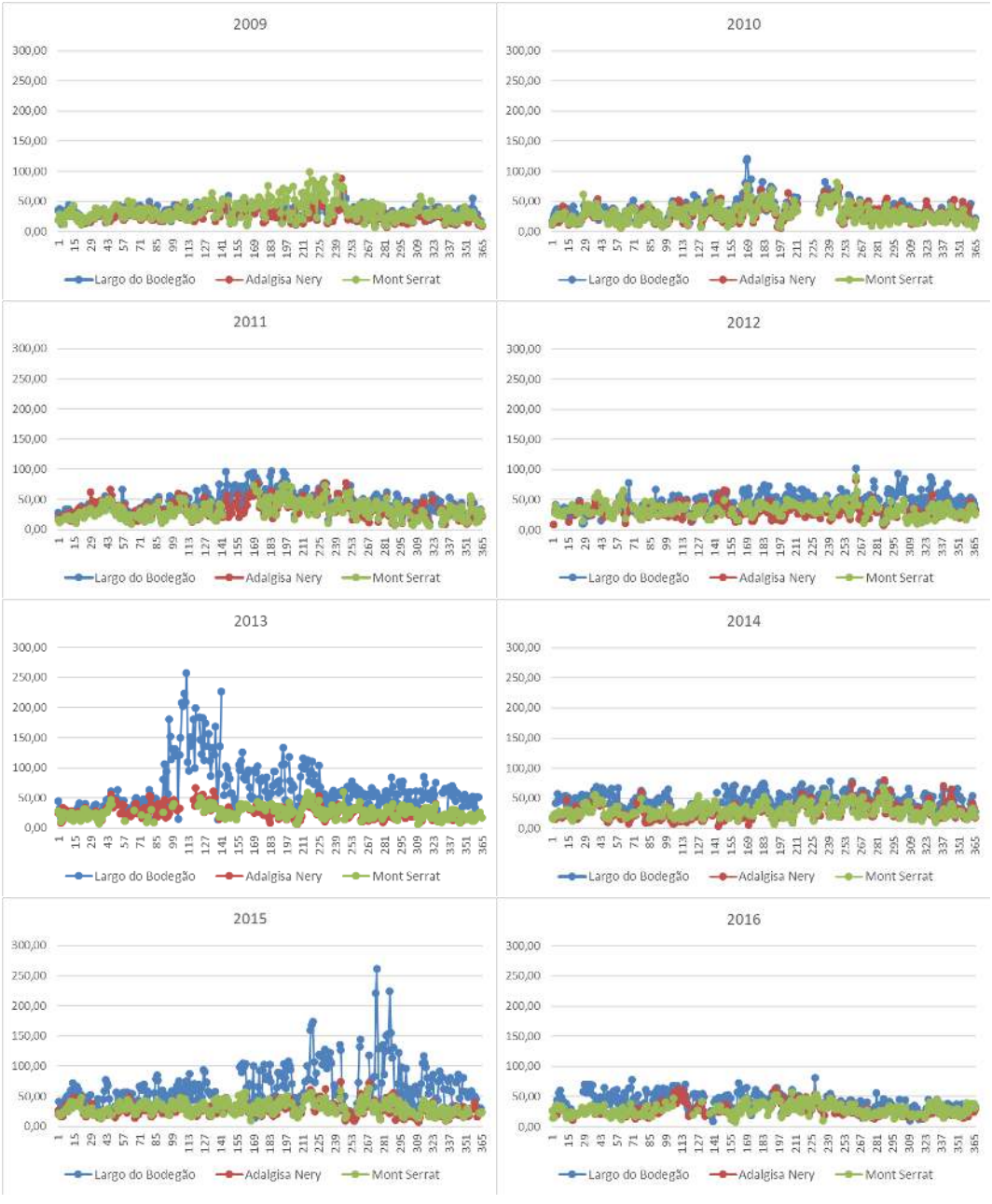


Figura 2 – Gráficos de Partículas Inaláveis para os anos de 2009 a 2016, para as estações Mont Serrat, Adalgisa Nery e Largo do Bodegão. Fonte: Elaborado pelo autor.

CONDIÇÕES SINÓTICAS E TRAJETÓRIA DOS VENTOS

Para análise das condições sinóticas foram escolhidos os dias 21 de abril de 2013 e 02 de outubro de 2015, por apresentarem condição insalubre da qualidade do ar.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

21 DE ABRIL DE 2013

Em 21 de abril de 2013 nota-se que uma ampla área de alta pressão, com características de bloqueio ditando o padrão de tempo sobre o país durante toda semana, desde o dia 17. A intensificação do anticiclone impediu o avanço das frentes e manteve o tempo aberto e relativamente seco, o que favoreceu ainda mais a subsidência e dificultou a formação de nuvens. Essas condições dificultaram a dispersão dos poluentes que ficaram concentrados próximos à superfície (Figura 3).

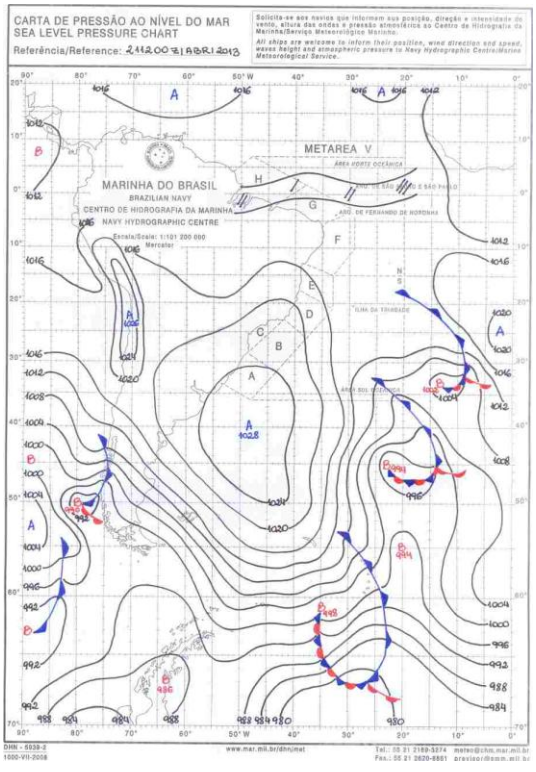


Figura 3 – Carta sinótica de superfície do dia 21 de abril de 2013.Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha.

Em relação a atuação dos ventos, observa-se na Rosa dos ventos que predominam os vindos de Sul, e com velocidade de 1 m/s (Figura 4A). As calmarias representaram 62,5% dos registros (Figura 4B).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

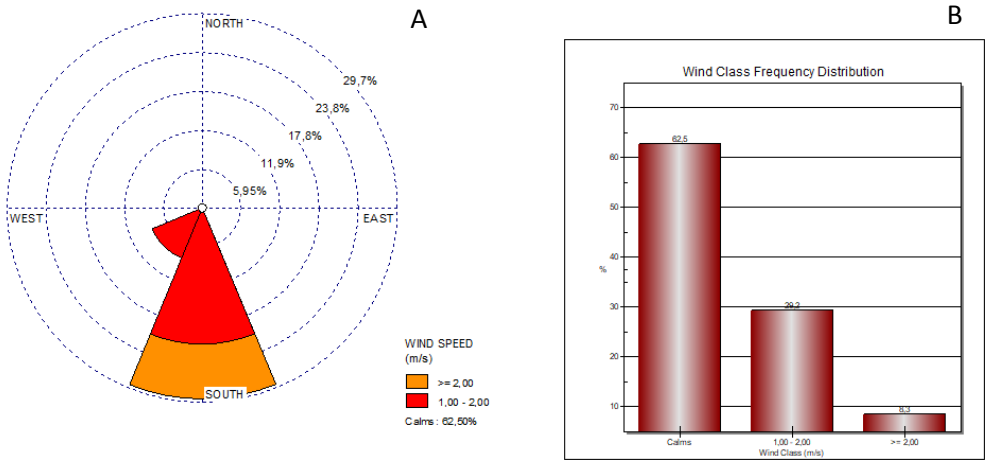


Figura 4 - Rosa dos ventos (A) e histograma (B) das classes de velocidades do vento (m/s) da Estação Meteorológica Largo do Bodegão - 21 de abril de 2013. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os ventos vindos de sul, que trouxeram os poluentes registrados da Estação Largo do Bodegão no dia 21 de abril de 2013, não têm relação com a CSA. Isto fica ainda mais claro quando é analisada a trajetória dos ventos backward, indicando possíveis origens dos poluentes ao sul da Estação Largo do Bodegão (Figura 5A). A trajetória de ventos forward mostra que os ventos seguem para Norte/Noroeste, após serem registrados pela Estação Largo do Bodegão (Figura 5B).

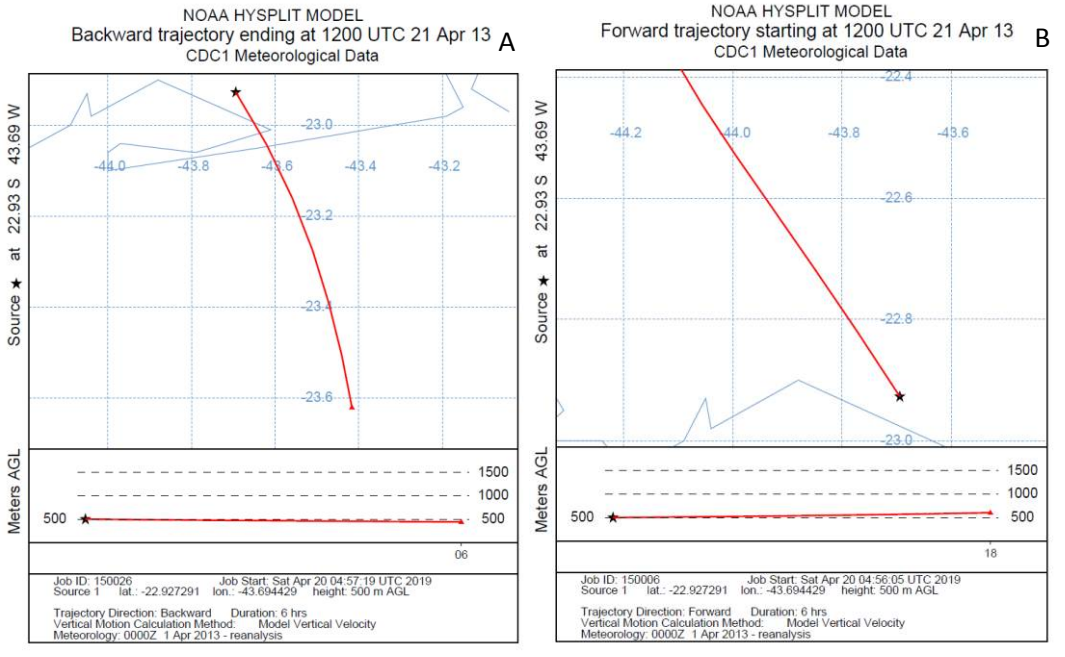


Figura 5 – Trajetórias Backward (A) e Forward (B) da Estação Meteorológica Largo do Bodegão - 21 de abril de 2013. Fonte: Elaborado pelo autor.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

02 DE OUTUBRO DE 2015

Em 02 de outubro de 2015 nota-se uma situação bem semelhante ao dia 21 de abril de 2013. Uma ampla área de alta pressão, com características de bloqueio, desviando as frentes para o oceano Atlântico e ditando o padrão de tempo sobre o país. São condições que dificultam a dispersão dos poluentes, mantendo-os concentrados próximos à superfície por mais tempo (Figura 6).

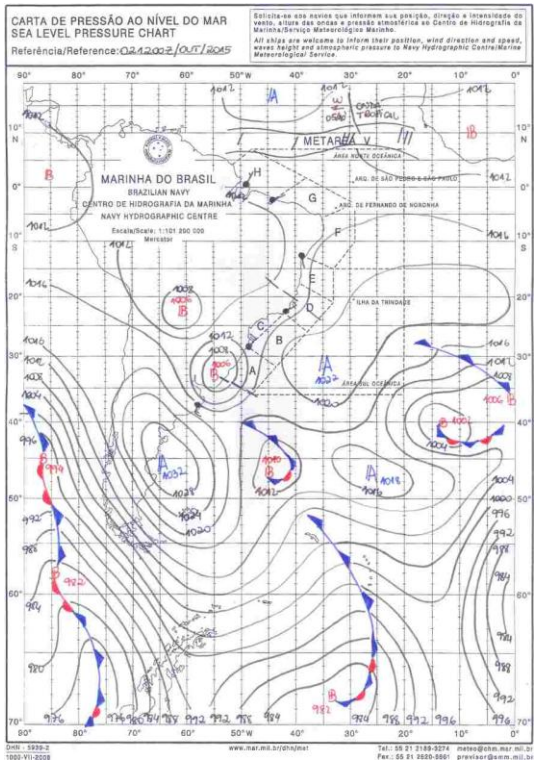


Figura 6 – Carta sinótica de superfície do dia 02 de outubro de 2015. Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha.

Em relação a atuação dos ventos, observa-se na Rosa dos ventos que predominam os vindos de Norte, porém muito fracos, pois só há registro da categoria de velocidade de 1 m/s (Figura 7A). Neste dia a situação de calmaria foi ainda mais predominante do que em 21 de abril de 2013, representando 75% dos registros (Figura 7B).

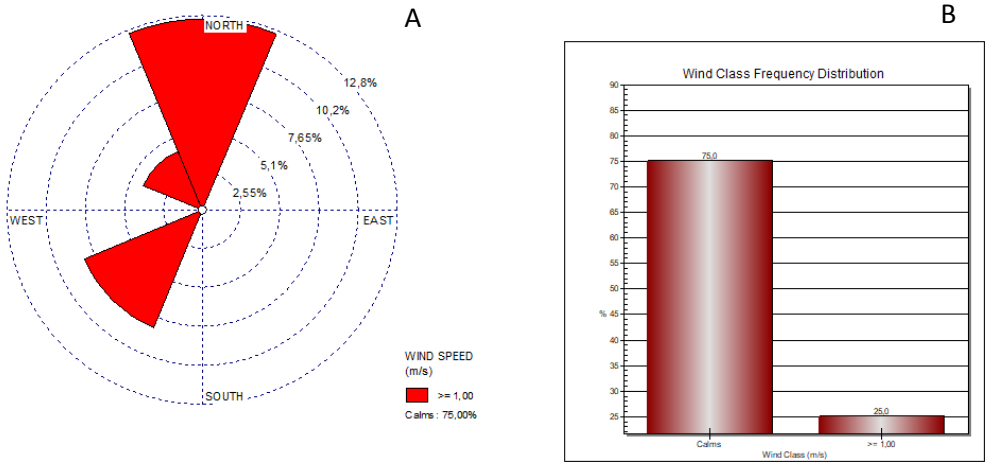


Figura 7 - Rosa dos ventos (A) e histograma (B) das classes de velocidades do vento (m/s) da Estação Meteorológica Largo do Bodegão - 02 de outubro de 2015. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os ventos vindos de Norte trouxeram os poluentes registrados da Estação Largo do Bodegão no dia 02 de outubro de 2015. A trajetória dos mesmos na atmosfera, antes de serem registrados pela Estação Largo do Bodegão, descrita na figura 8A, indicando possíveis origens dos poluentes, mostra mais uma vez que não há relação com a CSA. A trajetória de ventos forward mostra que os ventos seguem para Sudoeste (Figura 8B).

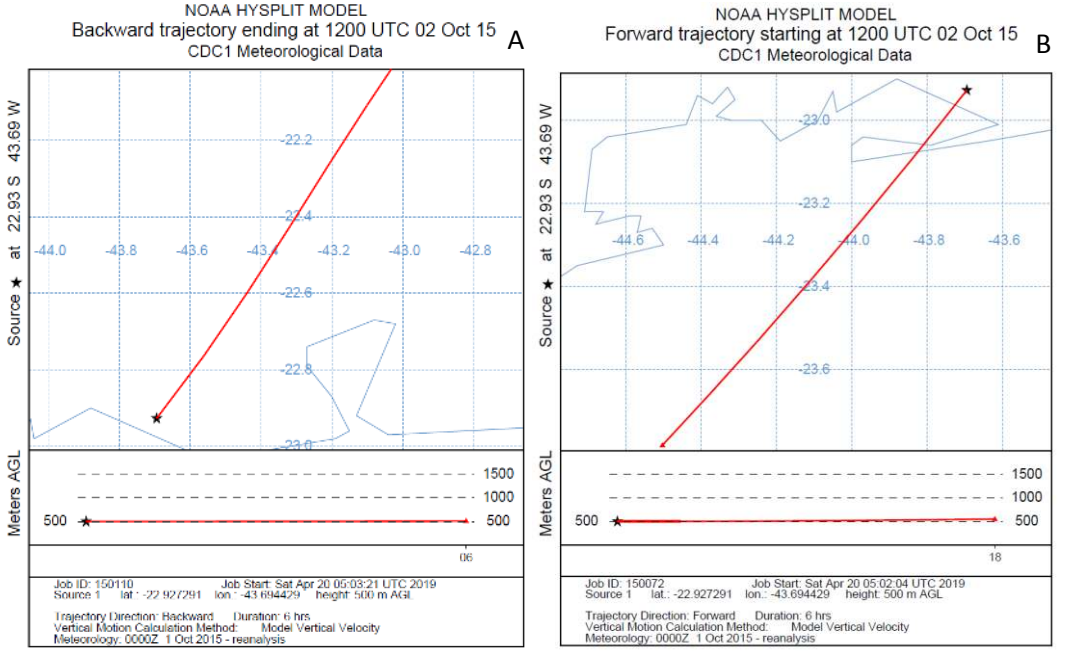


Figura 8 – Trajetórias Backward (A) e Forward (B) da Estação Meteorológica Largo do Bodegão - 02 de outubro de 2015. Fonte: Elaborado pelo autor.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

CONCLUSÕES

Em relação aos gráficos da curta série de dados de partículas inaláveis disponibilizada percebe-se uma mudança de comportamento nos registros das estações antes e após o início das atividades na CSA, em 2010. Em 2009 a estação que apresentava os maiores registros era Mont Serrat, no município de Itaguaí, enquanto as demais estações apresentavam registros baixos estando a qualidade do ar boa na maior parte do tempo. Neste ano não foi registrada nenhuma violação nas três estações de monitoramento de qualidade do ar.

A partir de 2010 até 2016, a estação Largo do Bodegão, em Santa Cruz, passou a apresentar os maiores registros em relação às demais estações, com uma redução progressiva do percentual de dias com médias validadas com boa qualidade do ar. A exceção é o ano de 2017, quando o percentual volta a subir.

Os anos de 2013 e 2015 ficaram marcados pela ocorrência de violações dos padrões de qualidade do ar, 16 e 8 violações, respectivamente, muito acima do estabelecidos pela Resolução Conama nº3 (BRASIL, 1990). Marcou também o fato de que uma violação em cada um desses anos alcançou a categoria de má qualidade do ar. A concentração de poluentes foi tão alta que tornou o ar insalubre em 21 de abril de 2013 e 02 de outubro de 2015.

Nestes dias, houve a atuação de um sistema de alta pressão, predominando uma situação de bloqueio atmosférico, com predominância na situação de calmaria, o que favoreceu a concentração dos poluentes. No entanto, os ventos que atuaram nestes dias tiveram sentido diferentes. Em 21 de abril de 2013 predominaram os ventos de Sul para Norte, o que mostrou não haver relação com a localização da CSA. Em 02 de outubro de 2015 predominaram os ventos de Norte para Sul, seguindo o padrão de ventos predominantes na região (PCRJ, 2013; INEA, 2015). No entanto, a utilização do modelo Hysplit, que descreveu as trajetórias descritas pelo poluente, foi fundamental para também descartar a relação da violação do dia 02 de outubro de 2015 com a CSA.

Assim, de acordo com os resultados pode-se afirmar que a Estação Largo do Bodegão está localizada em uma área dentro da Bacia Aérea 1 com maior propensão a concentração de poluentes. Entretanto, apesar da série temporal de PM10 apresentar uma piora coincidente com o início das atividades da CSA, a situação sinótica nos dias de maior concentração descarta que a origem da poluição seja deste empreendimento.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão da bolsa de iniciação científica, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Centro de Hidrografia da Marinha pela cessão, veloz e prestativa, das cartas sinóticas. Aos avaliadores deste artigos pelas importantes sugestões dadas após a revisão deste material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990 Publicada no DOU de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937 a 15939. Legislação.

FARIAS, H. S. Espaços de risco à saúde humana na região metropolitana do Rio de Janeiro: um estudo das trajetórias de poluentes atmosféricos do Arco Metropolitano, CSA e COMPERJ. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense, Niterói. 149p, 2012.

FARIAS, H. S. Bacias aéreas: uma proposta metodológica para o estudo da qualidade do ar em áreas influenciadas pelo relevo. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 9 – Vol. 12, pp 48-60. JAN/JUL 2013.

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. FEEMA, 26p, 2004.

GUSMÃO, P.P. (2010) Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. In: Nobre, C. and Hogan, D.J., Eds., Projeto Megacidades, Vulnerabilidade e Mudanças Climáticas. INPE/UNICAMP/UFRJ, 32 p.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Relatório Anual da Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro – Ano base 2009. Rio de Janeiro: INEA, 108p. 2010.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Relatório da Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro – Ano base 2014. Rio de Janeiro: INEA, 198p, 2015.

OLIVEIRA, J. L. F. Análise espacial e modelagem atmosférica: contribuições ao gerenciamento da qualidade do ar da bacia aérea III da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Tese de Doutorado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 144p, 2004.

OLIVEIRA, L. D.; ROCHA, A. S. As Novas Dinâmicas Produtivas em curso na Baixada Fluminense: Breves apontamentos sobre uma nova Geografia da Indústria. Revista Pilares da História, v. Ano 11, p. 7-13, 2012.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; TERASSI, P. M. B.; GOIS, G. Estudo da circulação dos ventos na Baía de Guanabara/RJ, entre 2003 e 2013. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 13 – Vol. 21, pp 59-80. JUL/DEZ 2017.

PCRJ – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Qualidade do Ar na Cidade do Rio de Janeiro: Relatório da Rede Monitorar-Rio 2011-2012. 91p, 2013.

ROLPH, G., STEIN, A., & STUNDER, B. Real-time Environmental Applications and Display sYstem: READY. Environmental Modelling & Software, 95, 210-228, 2017. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.025 .

STEIN, A.F., DRAXLER, R.R, ROLPH, G.D., STUNDER, B.J.B., COHEN, M.D., & NGAN, F. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system, Bull. Amer. Meteor. Soc., 96, 2059-2077, 2015. http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1.