

AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS CSA E COMPERJ, A PARTIR DA MODELAGEM ATMOSFÉRICA

Heitor Soares de Farias*

Resumo: em 2007, o governo federal anunciou a construção do Arco Metropolitano, uma rodovia criada para interligar os municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) e as rodovias federais que para lá se destinam, dando acesso ao Porto de Itaguaí, um dos principais do país. Nas proximidades do Arco Metropolitano estão sendo instaladas indústrias pesadas como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) e a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA). A expectativa é que cheguem outras indústrias atraídas pelos investimentos que estão sendo realizados. No entanto, a RMRJ já tem a segunda maior concentração de indústrias e veículos do país, e como consequência a qualidade do ar está comprometida. Ainda há um agravante, já que o relevo bastante irregular interfere no transporte de poluentes atmosféricos, formando áreas com distintas concentrações de poluentes, chamadas de bacias aéreas. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a influência dos dois principais sistemas atmosféricos atuantes no Rio de Janeiro, nas trajetórias dos poluentes emitidos da região metropolitana, utilizando modelos numéricos atmosféricos (*Brazilian Regional Atmospheric Modeling System* - BRAMS e Trajetórias Cinemáticas 3D), para avaliar a localização das indústrias citadas.

Palavras-chave: poluição do ar; bacias aéreas; modelos atmosféricos; Arco Metropolitano.

EVALUATION OF THE LOCATION OF CSA AND COMPERJ PROJECTS, FROM ATMOSPHERIC MODELING

Abstract: in 2007, the federal government announced the construction of the Metropolitan Arch, a highway designed to connect the municipalities of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro (RMRJ) and federal highways that are intended there, giving access to the Itaguaí Port, one of the main in the country. Near the Metropolitan Arch are being installed heavy industries such as Petrochemical Complex of Rio de Janeiro (Comperj) and Atlantic Steel Company (CSA). The expectation is that other companies arrive, attracted by the investments that are being made. However, RMRJ already has the second largest concentration of industries and

* Geógrafo e Doutor em Geografia. Professor substituto no curso de Geografia da UFRRJ – Seropédica. E-mail: heisofa@gmail.com.

vehicles in the country, and consequently the air quality is compromised. In RMRJ, there is an aggravating factor, because the relief rather irregular interferes with the transport of air pollutants, forming areas with distinct concentrations of pollutants, called air basins. Therefore, the aim of this paper is analyzing the influence of the two major weather systems operating in Rio de Janeiro, in the trajectories of pollutants emitted of the metropolitan area, using numerical atmospheric models (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System - BRAMS and Trajectories Cinematic 3D), to assess the location of the projects cited..

Keywords: air pollution; air basins; atmospheric models; Metropolitan Arch.

EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LOS PROYECTOS CSA Y COMPERJ, DE MODELIZACIÓN ATMOSFÉRICA

Resumen: en 2007, el gobierno federal anunció la construcción del Arco Metropolitano, una carretera diseñada para comunicar a los municipios de la Región Metropolitana de Río de Janeiro (RMRJ) con las carreteras federales que están destinados allí, dando acceso al Puerto de Itaguaí, uno de los principales del país. En las proximidades del Arco Metropolitano se están instalando industrias pesadas como el Complejo Petroquímico de Rio de Janeiro (COMPERJ) y Atlantic Steel Company (CSA). La expectativa es el surgimiento de nuevas industrias, atraídas por las inversiones que se están realizando. De cualquier forma, la RMRJ ya tiene la segunda mayor concentración de industrias y vehículos en el país y, por tanto, la calidad del aire se ve afectada. Además, hay un factor agravante, por el terreno ser bastante irregular, el mismo interfiere en el transporte de contaminantes en el aire, formando áreas con diferentes concentraciones de contaminantes, llamadas cuencas atmosféricas. Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar la influencia de los dos principales sistemas meteorológicos que actúan en Río de Janeiro, en las trayectorias de las emisiones contaminantes del área metropolitana, utilizando modelos numéricos atmosféricos (*Brazilian Regional Atmospheric Modeling System* - BRAMS y Trayectorias Cinemáticas 3D), para evaluar la localización de los proyectos citados.

Palabras clave: contaminación del aire; cuencas atmosféricas; modelos atmosféricos; Arco Metropolitano.

Introdução

A cidade do Rio de Janeiro foi fundada sobre o Morro do Castelo, localizado em uma planície recoberta por maciços litorâneos. Atualmente, a Região Metropolitana do Rio

de Janeiro (RMRJ) possui mais de 11 milhões de habitantes, 74% de todo o Estado (IBGE – Censo de 2010), uma das mais polarizadas do país. Hoje, a baixada litorânea encontra-se quase que completamente urbanizada (99% da RMRJ é urbana), o maior grau de urbanização e de densidade demográfica entre as regiões metropolitanas (INEA, 2009).

Ao longo da história, o relevo que se mostrou fundamental na constituição da cidade tem se revelado como uma grande barreira que dificulta sua expansão (ABREU, 1987), como também interfere na circulação dos ventos, o que traz sérios problemas à saúde dos habitantes. Isso acontece pois a RMRJ é rodeada pela Serra do Mar que se eleva a 900 metros de altitude em média. Na planície encontram-se alguns maciços litorâneos, sendo que os três maiores – Tijuca, Pedra Branca e Gericinó-Mendanha – localizados no município do Rio de Janeiro, também apresentam picos com altitudes superiores a 900 metros (figura 1). Assim, pode-se dizer que a topografia da RMRJ impõe resistência ao escoamento atmosférico, reduzindo a velocidade do vento e impedindo que a brisa marítima alcance alguns bairros e municípios, contribuindo para a estagnação de poluentes (OLIVEIRA, 2004; FARIAS, 2012).

A orientação das vertentes e a altitude do relevo da RMRJ influenciam na direção dos ventos de superfície e, como consequência, dificultam a dispersão de poluentes, formando áreas com distintas concentrações dos mesmos, denominadas bacias aéreas (FARIAS, 2012).

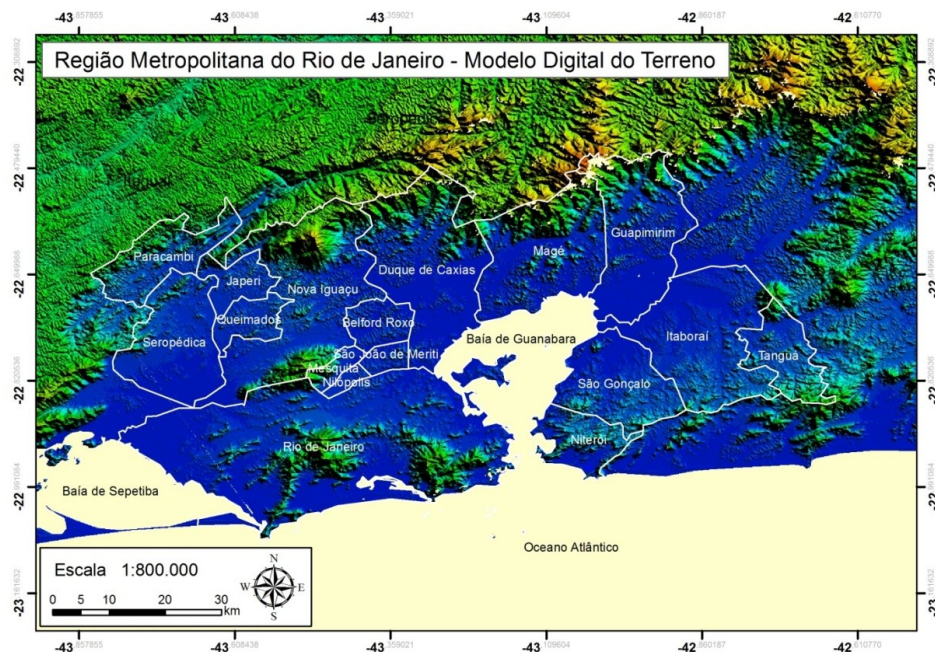


Figura 1 - O relevo na RMRJ
Fonte: elaborada pelo autor.

A RMRJ possui quatro bacias aéreas com a qualidade do ar comprometida devido à presença da segunda maior concentração de indústrias, veículos, e de outras fontes de poluentes atmosféricos do país.

Apesar disso, em 2007 o governo federal anunciou a construção do Arco Metropolitano na RMRJ, uma rodovia criada para interligar os municípios da RMRJ e as rodovias federais que para lá se destinam, dando acesso ao Porto de Itaguaí, um importante porto do país.

O projeto foi pensado ainda nos anos de 1970 para superar os problemas de integração do novo Estado do Rio de Janeiro, originado a partir da fusão dos estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, no ano de 1975. A fusão de dois Estados muito diferentes economicamente agravou a crise que já atingia a economia fluminense nas décadas de 1970 e 1980, em função da perda da capital federal (SANTOS, 2003). Por isso, a concretização da obra mais de 30 anos depois de sua idealização é vista como a oportunidade de o Estado do Rio de Janeiro recuperar o seu poder de atração de investimentos, principalmente porque junto à rodovia serão instaladas duas grandes

indústrias: a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) e o Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ).

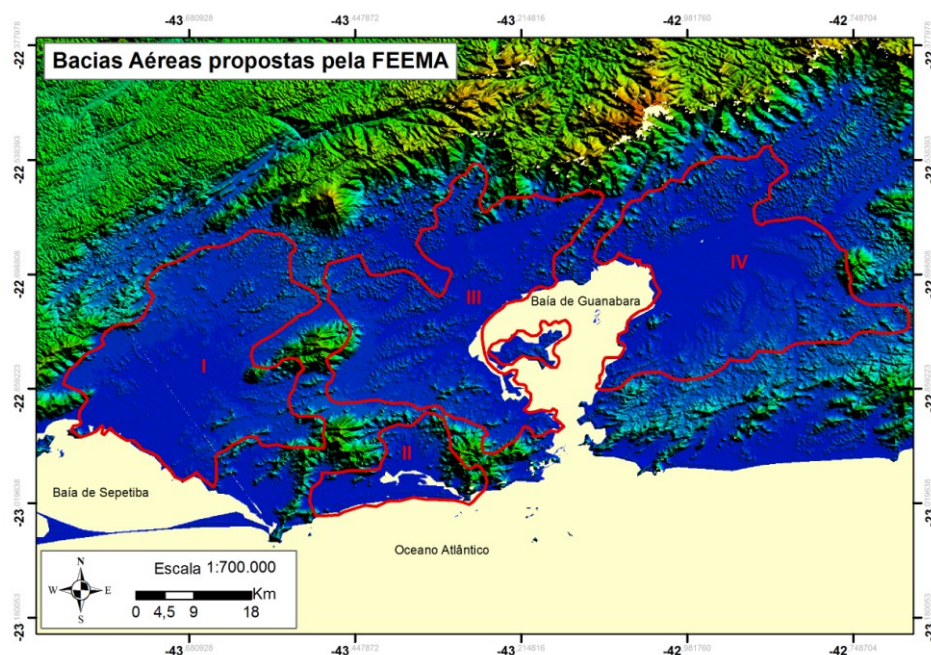


Figura 2 – As bacias aéreas da RMRJ
Fonte: elaborada pelo autor.

A CSA é uma grande usina siderúrgica que fabrica placas de aço. Como a produção é totalmente voltada para o mercado externo, a localização do empreendimento no Rio de Janeiro, em Santa Cruz, próximo à Baía de Sepetiba, é fundamental para a implantação de um terminal portuário próprio e reabilitar o ramal ferroviário existente nas adjacências (EIA, 2005).

O COMPERJ é o maior polo petroquímico da América do Sul e utiliza um petróleo de menor qualidade, da Bacia de Campos, como matéria prima para a fabricação de produtos plásticos, o que deverá reduzir a importação e gerar economia para o país. A escolha de Itaboraí para instalar o COMPERJ deve-se à proximidade da Bacia de Campos e de sua localização na região Sudeste, maior mercado consumidor do país, além da infraestrutura disponível (RIMA, 2007).

Mas, se investimentos desse porte trazem a esperança de uma forte retomada econômica, deve-se advertir que também trarão altos custos ambientais, pois indústrias pesadas aumentarão as emissões de poluentes na RMRJ. Assim o presente trabalho tem como objetivo avaliar a localização dos empreendimentos CSA e

COMPERJ, a partir da caracterização do escoamento dos ventos e das trajetórias dos poluentes emitidos por estas indústrias, utilizando modelos numéricos atmosféricos, em situações de predomínio de atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e do Anticiclone Polar Migratório (APM).

Material e métodos

Para estudar o comportamento do escoamento atmosférico e sua influência nas trajetórias dos poluentes produzidos pelas indústrias CSA e COMPERJ, foram utilizados os modelos *Brazilian Regional Atmospheric Modeling System* (BRAMS) e Trajetórias Cinemáticas 3D.

O BRAMS é um modelo meteorológico de mesoescala desenvolvido com potencial para melhor representar o estado da atmosfera dos trópicos, com excelentes resultados para as condições atmosféricas brasileiras. Com o modelo BRAMS foram feitas as simulações numéricas do campo de vento da RMRJ, em dois períodos de aproximação de frentes frias com precipitação na cidade do Rio de Janeiro: dias 12, 13 e 14 de janeiro e 11, 12 e 13 de julho de 2010.

O modelo BRAMS foi alimentado com as condições iniciais e de contorno gerado pelo modelo global do CPTEC e rodado com três grades aninhadas, o que proporciona bons resultados em diferentes resoluções espaciais para uma mesma área.

Para simular as trajetórias dos poluentes emitidos na RMRJ optou-se pelo modelo cinemático tridimensional e método não convectivo de FREITAS (1999), alimentado com dados sobre o campo de vento gerado pelo modelo BRAMS. Neste modelo, a altitude de uma partícula ou poluente é representada por uma escala de cores que varia do azul escuro (até 100 metros) até o rosa (entre 1900 e 2000 metros).

As trajetórias foram simuladas em situações bastante distintas: nos horários de 9 e 18 horas, que apresentam grande fluxo de veículos; a 70 metros de altura para representar as chaminés das indústrias; nos meses de janeiro e julho, para verificar o comportamento das trajetória dos poluentes nas estações de verão e inverno na RMRJ.

Para a simulação das trajetórias das fontes fixas considerou-se como pontos de emissões 22, 9066 S e 43, 7404 W (CSA) e 22, 6676 S e 42, 8470 W (COMPERJ) (Figura 3). Para visualização das trajetórias foi utilizado o *software GRADS*.

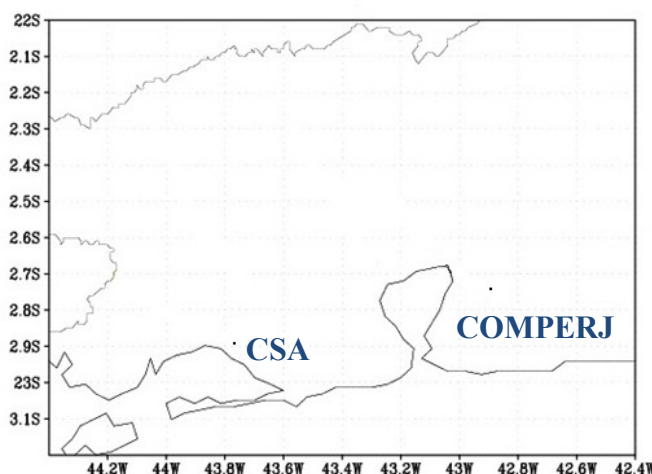
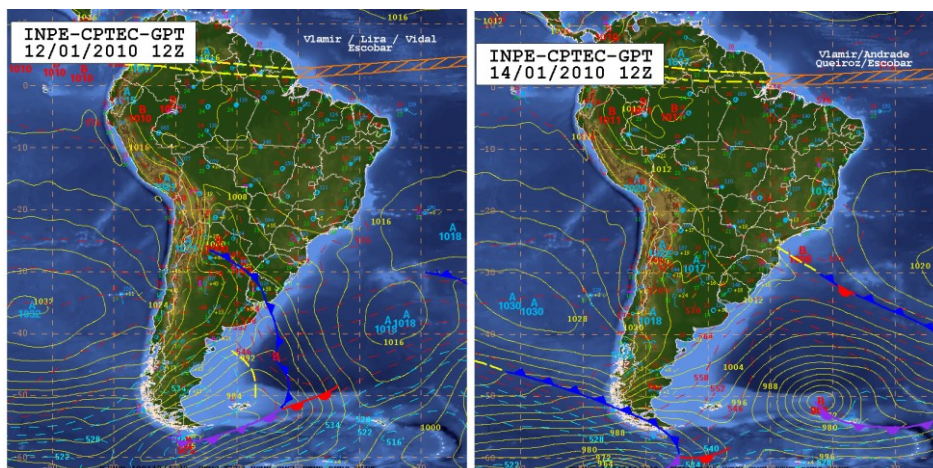


Figura 3 – Localização dos pontos de simulação das trajetórias 3D a partir das indústrias CSA e COMPERJ.

Fonte: elaborada pelo autor.

Resultados e Discussão

No verão, em janeiro de 2010, após forte calor nos dias 12 e 13 (terça e quarta-feira), choveu muito na noite do dia 14 (quinta-feira). No dia 12 observa-se uma frente fria próxima ao sul do Brasil, enquanto que o ASAS está atuando sobre o a região sudeste brasileira. No dia 14 a frente está sobre a região sudeste.



Figuras 4 e 5 – Cartas de superfície dos dias 12 e 14 de janeiro de 2010.

Fonte: CPTEC/INPE

Na manhã do dia 12 de janeiro, a trajetória emitida no COMPERJ, devido à presença do relevo, desloca-se para norte em baixa altitude durante o início do percurso, fazendo com que os poluentes circulem próximos ao solo, contaminando o ar por mais tempo dentro da bacia aérea. Ao ascender para ultrapassar a Serra do Mar, a trajetória passa a receber influência da circulação de grande escala e eleva-se até 2000 metros do solo. Na CSA, onde os ventos estavam mais fracos devido à presença do maciço, a trajetória eleva-se menos e chega a 1500 metros (Figuras 6).

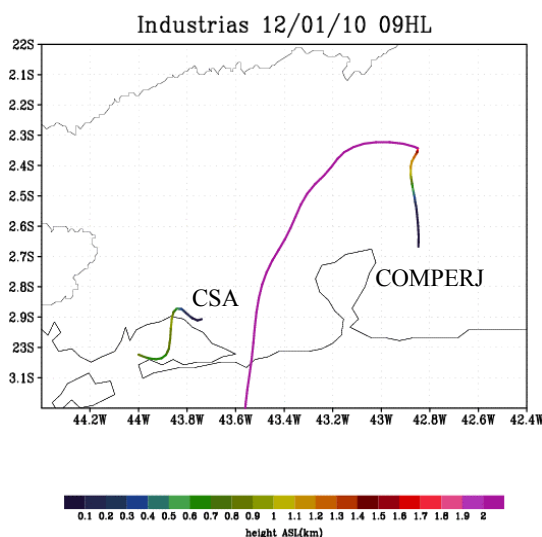


Figura 6 - Trajetórias simuladas para o dia 12/01/2010, 9 horas local

Fonte: elaborada pelo autor.

No fim da tarde do dia 12 de janeiro, as trajetórias deslocam-se em baixa altitude alcançando o máximo de 800 metros do solo. As trajetórias avançaram mais sobre o continente do que no horário da manhã, percorrendo grandes distâncias bem próximas à superfície, o que pode gerar sérios problemas à população (Figura 7).

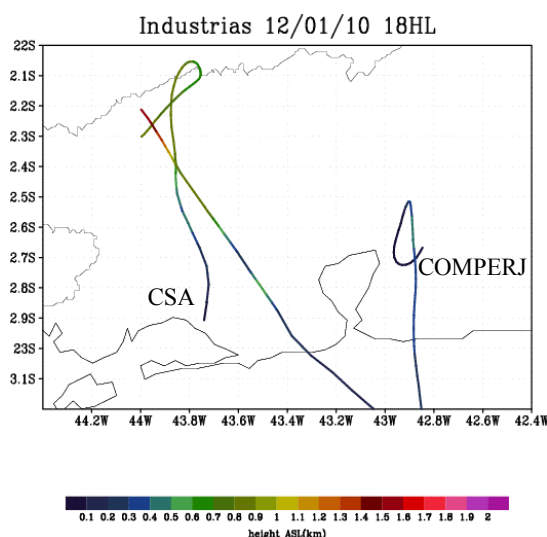


Figura 7 - Trajetórias simuladas para o dia 12/01/2010, 18 horas local.
Fonte: elaborada pelo autor.

Na manhã do dia 14 de janeiro, a chegada da frente fria altera o padrão de mesoescala do tipo brisa com ventos dos quadrantes oeste e sul, e a mudança se reflete no comportamento das trajetórias.

Na simulação para a manhã do dia 14 de janeiro (Figura 8) percebe-se uma grande perturbação nas trajetórias, que se elevam mais rapidamente alcançando 2000 metros da superfície. Nesta simulação, os ventos atingem mais intensamente a bacia aérea I, onde se localiza a CSA, e sua trajetória eleva-se mais do que sob a influência do ASAS.

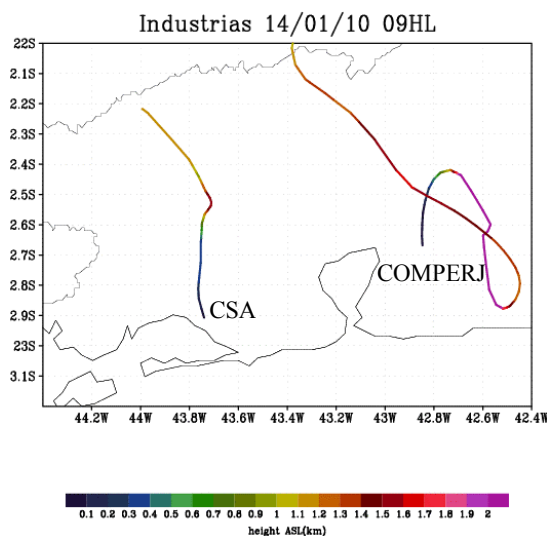


Figura 8 - Trajetórias simuladas para o dia 14/01/2010, 9 horas local.
Fonte: elaborada pelo autor.

No fim da tarde do dia 14 de janeiro (Figura 9), os ventos de sul sopram sobre as Bacias Aéreas I e III, enquanto ventos mais fracos sopram sobre a Bacia Aérea IV, assim as trajetórias dirigem-se para norte, em baixa altitude no início do percurso e ascendem posteriormente a 1500 metros.

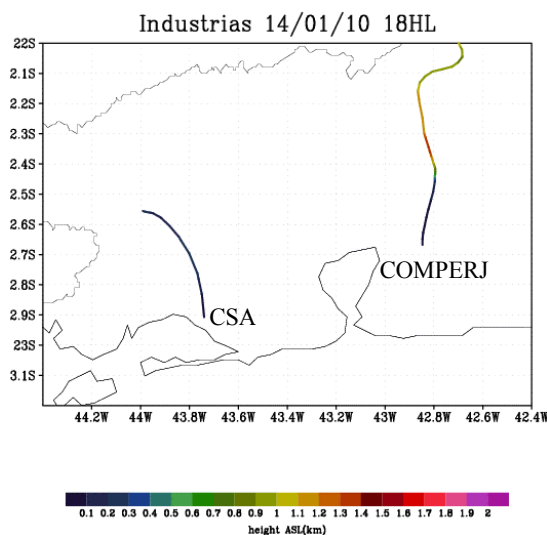
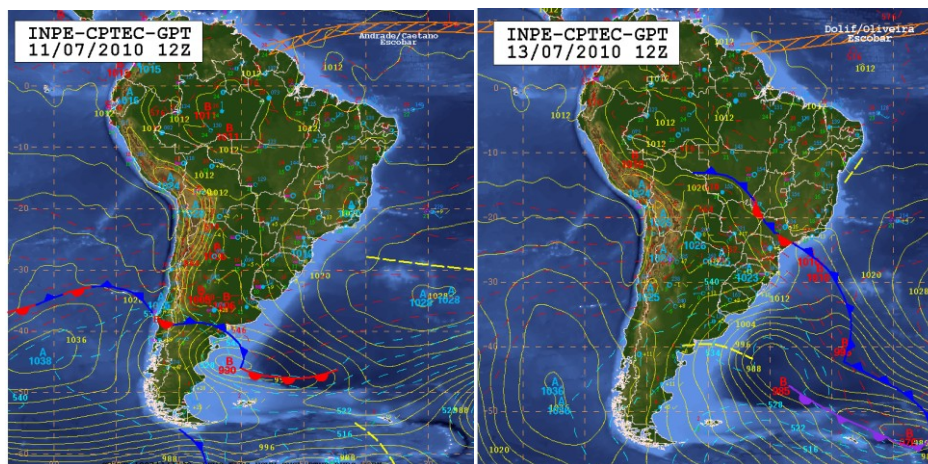


Figura 9 - Trajetórias simuladas para o dia 14/01/2010, 18 horas local
Fonte: elaborada pelo autor.

No inverno, mês de julho de 2010, após forte calor nos dias 11 e 12 (domingo e segunda-feira), choveu muito na noite do dia 13 (terça-feira). No dia 11 observa-se uma frente fria próxima ao sul do Brasil, enquanto que o ASAS está atuando sobre o a região sudeste brasileira. No dia 13 a frente está sobre a região sudeste.



Figuras 10 e 11 – Cartas de superfície dos dias 11 e 13 de julho de 2010
Fonte: CPTEC/INPE

Na manhã do dia 11 de julho, as trajetórias têm comportamento semelhante ao observado nas manhãs de verão. A trajetória emitida da CSA elevou-se menos que a trajetória do COMPERJ, que mesmo no inverno atingiu 2000 metros de altitude, como também menos do que na simulação do verão. Na bacia aérea I os poluentes demoram mais para serem dispersados, principalmente no inverno, quando ficam mais tempo próximo à superfície, afetando a saúde da população (Figura 12).

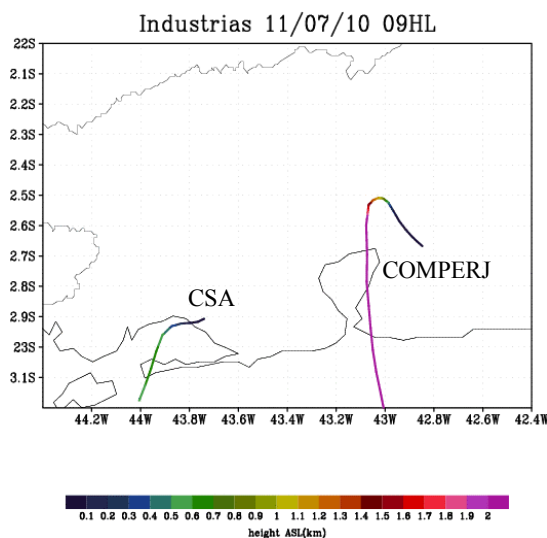


Figura 12 - Trajetórias simuladas para o dia
11/07/2010, 9 horas local
Fonte: elaborada pelo autor.

No fim da tarde do dia 11 de julho, as trajetórias têm o deslocamento semelhante ao observado pela manhã, no entanto elevam-se menos. A trajetória emitida do COMPERJ desloca-se em baixa altitude e, ao transpor a Serra do Mar, é influenciada pela circulação de grande escala e dirige-se para o oceano. Já a trajetória emitida da CSA não ganha altitude (Figura 13).

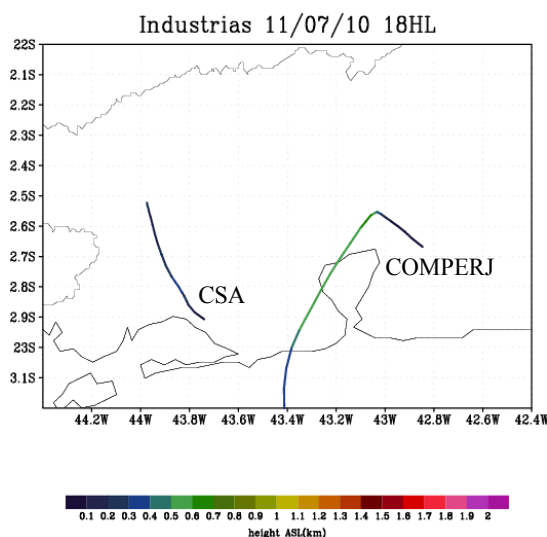


Figura 13 - Trajetórias simuladas para o dia
11/07/2010, 18 horas local
Fonte: elaborada pelo autor.

Na manhã do dia 13 de julho, as trajetórias apresentam um comportamento diferente do observado nos dias anteriores em consequência da chegada da frente fria que

“os empreendimentos trazidos para alavancar a retomada econômica do Rio de Janeiro - CSA e COMPERJ - estão localizados em áreas com alto potencial para concentrar poluentes, principalmente por se tratarem de bacias aéreas, planícies cercadas pelo relevo elevado”

altera o padrão de circulação de mesoescala do tipo brisa, e os ventos passam a soprar do sul. A trajetória emitida do COMPERJ tende a deslocar-se para leste, ascendendo rapidamente até alcançar 2000 metros de altitude, dirigindo-se para o oceano. Já a trajetória emitida da CSA desloca-se para sul em direção ao oceano em baixa altitude, a menos de 100 metros da superfície. Ao entrarem em contato com a atmosfera sobre

o oceano, a trajetória da CSA retorna para o continente e ao transpor o relevo da Serra do Mar ganha altitude (Figura 14).

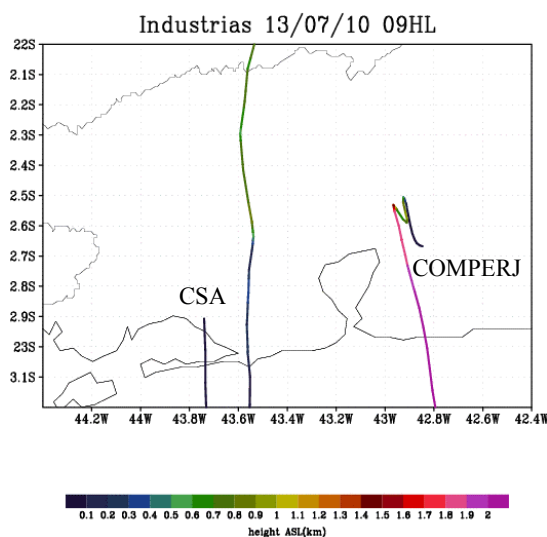


Figura 14 - Trajetórias simuladas para o dia 13/07/2010, 9 horas local
Fonte: elaborada pelo autor.

No fim da tarde do dia 13 de julho, as trajetórias deslocam-se para o interior do continente, padrão para o horário (Figura 15).

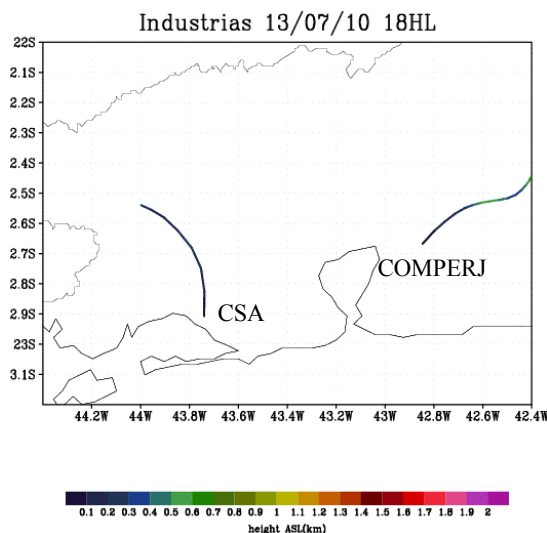


Figura 15 - Trajetórias simuladas para o dia
13/07/2010, 18 horas local
Fonte: elaborada pelo autor.

A trajetória emitida do COMPERJ ganha mais altitude do que a da CSA, elevando-se a 600 metros da superfície, o que facilita a dispersão dos poluentes. Já a trajetória emitida da CSA é curta e desloca-se próxima a superfície, não ultrapassando os 200 metros de altitude, o que coloca a saúde da população em risco.

Conclusões

A análise do campo de vento e o cálculo das trajetórias permitiram verificar que no verão os poluentes tendem a ascender mais devido à maior instabilidade da atmosfera e a maior espessura da camada de mistura, principalmente no início da manhã. Assim, os poluentes são dispersos com maior facilidade, principalmente os emitidos pelas indústrias que, por terem maior altura de emissão, ascendem mais. No final da tarde, as trajetórias ganham menos altitude e, em função da ação da brisa marítima, os poluentes são transportados para o interior do continente, onde está a Serra do Mar

que delimita as bacias aéreas I, III e IV, comprometendo a qualidade do ar dos moradores dos municípios do interior do Estado - Baixada Fluminense e municípios serranos.

No inverno as trajetórias quase não se elevaram em função da maior estabilidade e menor espessura da camada de mistura, ficando concentradas próximas à superfície, dentro das bacias aéreas de emissão, afetando a saúde de crianças e idosos, principalmente. Nesta estação, sob a ação do ASAS, as trajetórias são transportadas para o oceano.

Também foi possível identificar que a posição e a orientação do relevo têm grande influência na concentração de poluentes na RMRJ. Nas bacias aéreas III e IV, a presença da Serra do Mar, ao norte, favorece a concentração dos poluentes em baixa altitude. Na Bacia Aérea I, a Serra do Mar tem menor altura, o que favorece a canalização do escoamento dos ventos de grande escala, fazendo com que as trajetórias elevem-se menos. Nesta bacia aérea, a posição do Maciço da Pedra Branca, a leste, dificulta a passagem dos ventos que seguem paralelos ao litoral, e a conseguinte dispersão dos poluentes, que ficam concentrados próximo à superfície. No entanto a concentração dos poluentes é variável em função da estação do ano, do sistema atmosférico atuante e do horário de emissão. Isso porque se verificou que a chegada da frente fria altera o padrão de circulação das brisas e proporciona melhor ventilação na bacia aérea I, que é a localidade com maior dificuldade para dispersar os poluentes quando o ASAS está atuando.

Assim, conclui-se que os empreendimentos trazidos para alavancar a retomada econômica do Rio de Janeiro - CSA e COMPERJ - estão localizados em áreas com alto potencial para concentrar poluentes, principalmente por se tratarem de bacias aéreas, planícies cercadas pelo relevo elevado.

O COMPERJ está localizado na bacia aérea IV em uma área vegetada afastada das áreas urbanas, no entanto, devido ao seu potencial poluidor, seu funcionamento pleno poderá influenciar fortemente a qualidade do ar local. A CSA está localizada em uma área onde já existem muitas indústrias e ainda há previsão de crescimento urbano, fatores que contribuem para uma iminente saturação de poluentes atmosféricos na

bacia aérea I. Além disso, nas simulações realizadas, a bacia aérea I apresentou maior dificuldade para dispersar os poluentes.

Desde 2010 a CSA já apresentou alguns casos de emissão de material particulado que atingiu áreas vizinhas, no bairro de Santa Cruz, o que foi amplamente divulgado na mídia. O Instituto Estadual do Ambiente aplicou três pesadas multas à empresa em 2010, 2011 e 2012 pelos eventos que ficaram conhecidos como “chuva de prata” que, pelas características do material particulado que atinge a vizinhança, têm trazido muito desconforto à população e, principalmente, problemas respiratórios.

Referências bibliográficas

ABREU, M. A. *A evolução urbana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: IPP, 1987.

CETESB, “Relatório Anual da Qualidade do Ar – 1999”.

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA USINA SIDERÚRGICA CSA. Reference: B6000/05.01. Outubro, 2005.

RIMA - RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL DO COMPLEXO PETROQUIMICO DO RIO DE JANEIRO. Junho DE 2007.

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. 2012. 149 pp.

FREITAS, S. R. *Modelagem numérica do transporte e das emissões de gases traços e aerossóis de queimadas no cerrado e floresta tropical da América do Sul*. Tese de doutorado. Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. 185 pp.

IBGE, *Sinopse do Censo Demográfico 2010* (tabelas). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse_tab_rm_zip.shtm. Acesso em: outubro de 2013.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. *Relatório Anual de Qualidade do Ar*. 2009.

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. Tese de Doutorado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004, 144 pp.

SANTOS, A. M. S. P. *Economia, espaço e sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2003.