

ESPAÇOS DE RISCO À SAÚDE EM CONSEQUÊNCIA DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

FARIAS, Heitor Soares de ^{a*}

(a) Dr em Geografia, Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). <http://lattes.cnpq.br/3096676935359245>

(* CORRESPONDING AUTHOR

Address: UFRRJ, Departamento de Geografia, BR-465, Km 7, Prédio das Geociências, bairro UFRRJ, Município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. CEP 23.897-000. Tels (+ 55 21) 3787-3673 / 2681-4943

E-mail: heisofa@gmail.com

RESUMO

A região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) tem a qualidade do ar comprometida devido à grande concentração de fontes de poluentes atmosféricos e ao relevo que interfere no transporte desses poluentes. Apesar disso a RMRJ vem recebendo grandes empreendimentos, inclusive industriais, atraídos pela nova rodovia BR493, o Arco Metropolitano. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar os espaços de risco à saúde, as áreas que mais concentram poluentes atmosféricos e que são habitadas por uma população mais vulnerável. A metodologia utiliza o software ArcGis para criar mapas sobre as áreas com dificuldades em dispersar poluentes atmosféricos e sobre a vulnerabilidade da população que ao serem cruzados permitem obter o mapa dos espaços de risco à saúde. Os resultados mostram que os espaços de risco estão justamente nos municípios da RMRJ que mais têm recebido novos empreendimentos.

Palavras-chave: Bacia Aérea; Material Particulado; Vulnerabilidade Social.

ABSTRACT/ RESUMEN

HEALTH RISK SPACES AS A CONSEQUENCE OF THE ATMOSPHERIC POLLUTION

The air quality in the metropolitan region of Rio de Janeiro (MRRJ) is compromised due to the presence of the second largest concentration of sources of air pollutants in the country, potentiated by the relief that interferes with the transport of atmospheric pollutants, forming areas with distinct concentrations. Despite this, MRRJ has received major projects such as the Rio de Janeiro Petrochemical Complex (COMPERJ) and the Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), as well as many other industries attracted by the new BR493 highway, the Metropolitan Arc. Thus, the objective of this work is to identify areas of risk to human health, that is, the areas that most concentrate air pollutants and that are inhabited by a more vulnerable population. The methodology uses the ArcGis software to create maps of the areas with difficulties in dispersing atmospheric pollutants and of the vulnerability of the population, so that when they are overlaid a map is created showing the spaces of risk to health. The results show that the risk areas are precisely in the municipalities of the MRRJ that have received the most new ventures, which may exacerbate the health risk of the population.

Keywords: Air Basin; Particulate Material; Social Vulnerability.

ESPACIOS DE RIESGO A LA SALUD EN CONSECUENCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La región metropolitana de Río de Janeiro tiene la calidad del aire comprometida debido a la gran concentración de fuentes de contaminantes y las montañas que interfieren en el transporte de esos contaminantes. A pesar de ello viene recibiendo grandes emprendimientos, incluso industriales, atraídos por la carretera BR493, el Arco Metropolitano. Así, el objetivo de este trabajo es identificar los espacios de riesgo, las áreas que más concentran contaminantes atmosféricos y que son habitadas por una población más vulnerable. La metodología utiliza el software ArcGis para crear mapas de las áreas con dificultades en dispersar contaminantes atmosféricos y de la vulnerabilidad de la población que al ser cruzados permiten obtener el mapa de los espacios de riesgo. Los resultados muestran que los espacios de riesgo están justamente en los municipios que más han recibido nuevos emprendimientos.

Palabras clave: Contaminación del aire; Riesgo; Vulnerabilidad social.

Article history:

Received 5 October, 2017
Accepted 30 October, 2017
Publisher 30 November, 2017

INTRODUÇÃO

Desde o ano de 2007, quando o governo federal anunciou a construção do Arco Metropolitano como uma das obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), criou-se uma grande expectativa pela retomada econômica do Estado do Rio de Janeiro no cenário nacional. O Arco Metropolitano é uma rodovia criada para interligar os municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) e as rodovias federais que para lá se destinam (BR-101, BR-465, BR-116, BR-040), dando acesso ao Porto de Itaguaí. Essa rodovia contorna a RMRJ, passando por fora do município do Rio de Janeiro, evitando que o grande fluxo de caminhões circule na capital.

A RMRJ concentra uma população superior a 12 milhões de pessoas, cerca de 74% de todo o Estado, sendo que 52% desta população vivem no município do Rio de Janeiro. Estes dados indicam a existência de uma intensa polarização na região metropolitana, e principalmente no seu núcleo. No país, é a região metropolitana que tem a maior concentração econômica e demográfica, justificada pela grande concentração de capital, infraestrutura e força de trabalho. Entretanto, esse espaço é marcado por grandes contradições sociais, já que muitas vezes o crescimento econômico não é acompanhado pelo atendimento das necessidades básicas da população. Isso fica materializado no espaço quando, por exemplo, existe a distribuição desigual dos serviços e equipamentos urbanos; a crescente demanda por habitações, diante da expansão das favelas ou a insegurança pública, demonstrada pelos altos índices de criminalidade.

Os municípios do Rio de Janeiro e Niterói, atual e antiga capitais do Estado do Rio de Janeiro, apresentam os melhores indicadores sociais, como também as melhores condições para atrair novos investimentos de todo o Estado do Rio de Janeiro. Os municípios da Baixada Fluminense (Seropédica, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu, Mesquita, Belford Roxo, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias) constituem-se na periferia da metrópole do Rio de Janeiro, onde vivem 27% da população da região metropolitana. São municípios que apresentam concentrações industriais, mas ainda se caracterizam como cidades dormitórios com deficiências de saneamento básico, moradia, educação e saúde, além de trabalho.

A grande diferença entre os municípios Rio de Janeiro e Niterói e a Baixada Fluminense é fruto da fusão de dois Estados economicamente muito distintos, Estado do Rio de Janeiro e Estado da Guanabara (antigo Distrito Federal) em 1975, o que contribuiu com o agravamento da crise que já atingia a economia fluminense nas décadas de 1970 e 1980, em função da perda da capital federal (SANTOS, 2003). O Arco Metropolitano foi o projeto pensado na década de 1970 para superar as diferenças e promover a integração do novo Estado do Rio de Janeiro. Por isso, a concretização da obra mais de 40 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.

O Arco Metropolitano (BR-493) foi inaugurado em julho de 2014 e com ele chegaram indústrias pesadas, como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), em Itaboraí, e a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), na Zona Oeste da capital, além de muitas outras empresas de diferentes ramos para se instalarem nas proximidades da rodovia, promovendo uma nova revolução industrial no território fluminense (OLIVEIRA e ROCHA, 2012).

No entanto, se investimentos desse porte trazem a esperança de uma forte retomada econômica, deve-se advertir que também trazem altos custos ambientais. Na planície ocupada pela RMRJ, que é rodeada pela Serra do Mar, que se eleva a 900 metros de altitude em média, também se encontram alguns maciços litorâneos, sendo que os três maiores – Tijuca, Pedra Branca e Gericinó-Mendanha – apresentam altitudes superiores a 900 metros, e estão localizados no município do Rio de Janeiro. Assim, pode-se dizer que a topografia da RMRJ impõe resistência ao escoamento atmosférico, reduz a velocidade do vento e impede que a brisa marítima alcance determinados pontos do interior do continente, contribuindo para a estagnação de poluentes em alguns bairros e municípios (FARIAS, 2013; OLIVEIRA, 2004).

Como a qualidade do ar de uma região está relacionada aos fenômenos atmosféricos observados na área, pois fatores meteorológicos como ventos, chuvas e instabilidade interferem na qualidade do ar, e no Rio de Janeiro os maciços atuam como barreiras físicas aos ventos predominantes, o Inea divide a RMRJ em quatro sub-regiões, também chamadas de bacias aéreas, quando analisa a qualidade do ar (FEEMA, 2004; INEA, 2009). A RMRJ possui quatro bacias aéreas que têm a qualidade do ar comprometida devido à presença da segunda maior concentração de indústrias, veículos, e de outras fontes de poluentes atmosféricos do país (FARIAS, 2013).

A Bacia Aérea IV, a leste da baía de Guanabara, é a maior em extensão, no entanto é onde estão localizados os municípios com menor população e menos empreendimentos, (a exceção de Niterói e São Gonçalo), apesar da chegada do COMPERJ, que ainda não está em funcionamento. Consequentemente é a bacia menos poluída entre as maiores. A Bacia Aérea III é onde está localizada a Zona Norte do Rio de Janeiro e os municípios mais populosos e industrializados da Baixada Fluminense - como Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias -, sendo a bacia aérea mais poluída. A Bacia Aérea II é a menor das quatro e compreende a parte mais nobre da Zona Oeste do Rio de Janeiro - como a Barra da Tijuca, por exemplo -, área de forte expansão imobiliária, onde estão grande parte dos equipamentos Olímpicos. A Bacia Aérea I, no extremo oeste da RMRJ, também é bastante poluída devido à localização do distrito industrial de Santa Cruz, mais recentemente a CSA, além de municípios que vêm recebendo maiores investimentos em virtude da presença do Arco Metropolitano e Porto de Itaguaí, como Seropédica, Japeri, Queimados e Itaguaí.

Esse fato chama a atenção, pois as bacias aéreas que mais emitem poluentes atmosféricos são também aquelas onde estão os municípios mais populosos da RMRJ que, em consequência de sua reconfiguração espacial produtiva, tendem a receber maiores incrementos de poluentes atmosféricos nos próximos anos. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar as áreas que mais emitem e concentram poluentes atmosféricos, quais são as pessoas mais vulneráveis e suscetíveis aos efeitos desta poluição e onde se localizam. Conjugando-se essas informações identificaremos os espaços de risco.

ESPAÇOS DE RISCO

Nas últimas décadas o sistema de saúde tem mudado radicalmente o modo de pensar e de atuar, o que tem se refletido na reorientação dos seus eixos norteadores. Ao conceber o processo saúde-doença dá-se um foco menor na doença e no indivíduo, e se observa mais atentamente a qualidade de vida do ambiente e a saúde da coletividade (TEIXEIRA; PAIM; VILASBÔAS, 1998). Assim, ao fazer uma abordagem geográfica da realidade social é preciso partir do conceito de espaço, concebido como o locus de reprodução das relações sociais de produção, onde a sociedade só se torna concreta através do espaço que ela produz, da mesma forma que o espaço só é inteligível através da sociedade que o produziu (CORRÊA, 1995).

O espaço é construído pelas relações sociais no processo de reprodução social e, portanto, reflete a divisão do trabalho, a divisão em classes, as relações de poder, a centralidade e a marginalização, as diferenças, as desigualdades e as injustiças da distribuição dos recursos e da riqueza, dos produtos do trabalho coletivo, e as contradições deste processo (SANTOS, 1979). O espaço urbano da cidade capitalista, reflexo da estrutura social, é dividido em áreas residenciais segregadas que apresentam ritmos e naturezas de mutabilidade diferentes, fruto de sua diversidade socioespacial “[...] a presença dos pobres aumenta e enriquece a diversidade socioespacial, que tanto se manifesta pela produção da materialidade em bairros e sítios tão contrastantes, quanto pelas formas de trabalho e de vida” (SANTOS, 1996, p.323). Sendo assim, o espaço constitui-se em um meio de identificação da vulnerabilidade dos grupos sociais.

Além disso, as classes sociais menos favorecidas ocupam sítios desvalorizados que são rejeitados pelas classes sociais mais abastadas. Nas cidades, essa desvalorização está associada ao

risco ambiental que estas áreas são suscetíveis como deslizamentos (encostas), inundação (proximidade do leito dos rios), contaminação das águas, dos solos e do ar (áreas industriais). Estes espaços, muitas vezes insalubres, suscetíveis aos eventos naturais que nem sempre precisam ser extremos, são ocupados por grupos sociais de grande vulnerabilidade social.

Como a ocupação do espaço é feita de maneira diferenciada pelos distintos grupos sociais, o resultado é a exposição também diferenciada quanto aos níveis de risco (VEYRET, 2007). No entanto, quando se trata da atmosfera, um fluido onde os poluentes são transportados com maior liberdade, os riscos deixam de ser específicos de uma classe social, podendo se tornar uma ameaça a todos. Ainda assim, os ricos têm condições de minimizar os riscos, seja através da escolha de um lugar para morar, uma alimentação reforçada, acesso a medicamentos ou mesmo à informação. Já os mais pobres não têm nenhuma possibilidade de escolha, restando-lhes as áreas degradadas onde os riscos são maiores. Com menos instrução e menor esclarecimento, encontram maior dificuldade de acesso à informação.

Os diagnósticos da qualidade de vida da população normalmente são apresentados na forma de mapas e permitem claramente a visualização das áreas que não têm as necessidades básicas satisfeitas, a partir da composição de indicadores sociais. Esta técnica tem sido utilizada para auxiliar a gestão e a aplicação de políticas públicas em grandes cidades brasileiras, observando-se a tendência em utilizar os setores censitários como unidade espacial de cálculo (VITTE e KEINERT, 2009).

POPULAÇÃO MAIS VULNERÁVEL AOS EFEITOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Para traçar o perfil da população mais vulnerável aos efeitos da poluição do ar buscou-se a literatura médica. Esta aponta que mesmo em baixas concentrações os poluentes atmosféricos estão associados a efeitos danosos na saúde (SCHWARTZ, 2004; SCHWARTZ e DOCKERY, 1992). Há um grupo de poluentes universalmente consagrados como indicadores da qualidade do ar devido a sua maior emissão, como também pelos efeitos adversos que causam ao meio ambiente. Entre eles está o material particulado, considerado bastante perigoso.

Material particulado é como se denomina um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera devido ao seu pouco peso. A composição e o tamanho da partícula dependem da fonte emissora, podendo ser natural como poeira do solo ou cinzas vulcânicas, mas principalmente antrópica formada pelas cinzas dos processos de combustão, poeiras geradas pela agricultura, indústrias e veículos. É necessário o maior controle das partículas menores ou iguais a 10 μm (PM10), também chamadas de partículas inaláveis, que, pelo seu tamanho, podem atingir diretamente as vias respiratórias inferiores, transportando gases adsorvidos em sua superfície (CANÇADO; BRAGA; PEREIRA; ARBEX; SALDIVA; SANTOS, 2006).

Vários trabalhos indicam que o material particulado tem forte influência no aumento da morbidade e da mortalidade da população mesmo quando as concentrações médias estão dentro dos padrões internacionais de qualidade do ar (DAUMAS; MENDONÇA; LEON, 2004). Os mais atingidos são crianças e idosos, fato já verificado em países da Europa (CLANCY; GOODMAN; SINCLAIR; DOCKERY, 2002; GERVOIS, M.; DUBOIS; GERVOIS, S.; QUÉ-TÚ; MULLER; VOISIN, 1977), América do Norte (JACOBSON, 1984; LEVY; GENT; NEWHOUSE, 1977; MAZUMDAR e SUSSMAN, 1983; SCHIMMEL e MURAWSKI, 1976), América do Sul (BORJA-ABURTO; LOOMIS; BANGDIWALA; SHY; RASCON-PACHECO, 1997; CIFUENTES; VEJA; KOPFER; LAVE, 2000; OSTRO; SANCHEZ; ARANDA; ESKELAND, 1996), inclusive no Brasil (BRAGA; CONCEIÇÃO; PEREIRA, L.; KISHI; PEREIRA, J; ANDRADE, 1999; FREITAS; BREMNER; GOUVEIA; PEREIRA; SALDIVA, 2004; GOUVEIA e FLETCHER, 2000a; GOUVEIA

e FLETCHER, 2000b; GOUVEIA; FREITAS; MARTINS; MARCILIO, 2006; SALDIVA; POPE; SCHWARTZ; DOCKERY; LICHTENFELS; SALGE, 1995).

As associações positivas entre morbidade e mortalidade e o material particulado, em sua maioria estão relacionadas aos grandes centros devido à poluição industrial e veicular. No entanto, trabalhos apontaram que a queima da palha da cana de açúcar, em Piracicaba-SP (ARBEX; BOHM; SALDIVA; CONCEIÇÃO; POPE; BRAGA, 2000), e a atividade de mineração, em Itabira-MG (BRAGA; PEREIRA; PROCÓPIO; ANDRÉ; SALDIVA, 2007), atuam de forma semelhante à poluição atmosférica produzida por combustíveis fósseis em grandes centros urbanos (CANÇADO; SALDIVA; PEREIRA; LARA; ARTAXO; MARTINELLI, 2006).

É importante destacar ainda que embora a qualidade do ar possa ser pior em bairros mais ricos, o que não é o habitual, as taxas de mortalidade geral estão correlacionadas ao grau de pobreza, à falta de instrução e ao emprego em área rural (JACOBSON, 1984), afetando àqueles que residem próximo ao trabalho e por isso passam mais tempo exposto ao material particulado (GERVOIS, M.; DUBOIS; GERVOIS, S.; QUÉ-TÚ; MULLER; VOISIN, 1977).

Com essas informações foi construído um índice sintético para o reconhecimento das desigualdades de condição de vida e saúde presentes na RMRJ, chamado de Índice de Condição de Vida e Saúde (ICVS). Os indicadores criados, apresentados no quadro 1, têm o setor censitário como unidade espacial e foram baseados nos dados do Censo Demográfico de 2010. O marco teórico de referência foi uma adaptação da proposta desenvolvida por Castellanos (1994) às características citadas na literatura médica sobre grupos populacionais mais suscetíveis aos riscos de morbidade e mortalidade.

Quadro 1 – As 4 dimensões e os 9 indicadores utilizados na construção do ICVS

Dimensão	Indicador	Avalia
Saneamento Básico	Percentual de domicílios abastecidos por água encanada da rede geral.	O saneamento básico, determinante para as condições de saúde da população.
	Percentual de domicílios com esgotamento sanitário ligado à rede geral.	
	Percentual de domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza.	
Demografia	Percentual da população com idade entre 0 e 5 anos.	Os grupos populacionais com menor resistência à poluição atmosférica.
	Percentual da população com idade superior a 65 anos.	
Renda	Renda média dos responsáveis pelos domicílios.	O poder de consumo - de alimentos a medicamentos - que interfere na resistência à poluição.
	Percentual de responsáveis com renda inferior a 2 salários mínimos.	
Educação	Percentual da população analfabeta com 10 anos de idade ou mais.	O grau de instrução que influencia a consciência sobre o risco.

Fonte: Elaborado por FARIAS, H. S., 2012.

Os setores censitários foram divididos em grupos, conforme o quadro 2, de acordo com o nível de desenvolvimento, segundo os critérios utilizados pela Organização das Nações Unidas – ONU (PNUD, 2005).

Quadro 2 - Critério da ONU para classificação adaptado para Condição de Vida.

IDH	Nível de Desenvolvimento	Condição de Vida
Acima de 0,80	Muito Alto	Muito Boa
Entre 0,70 e 0,79	Alto	Boa
Entre 0,55 e 0,69	Médio	Média
Abaixo de 0,55	Baixo	Ruim

Fonte: Elaborado por FARIAS, H. S., 2015.

MAPEAMENTO DA CONDIÇÃO DE VIDA

O mapeamento da condição de vida (Figura 1) mostra que a população com condição de vida muito boa localiza-se principalmente nos municípios de Niterói e Rio de Janeiro. Na capital está para além dos bairros da Zona Sul e Barra da Tijuca, tradicionalmente com população de maior poder aquisitivo. Há também áreas no Centro, Zona Norte, Ilha do Governador, além de pontualmente em alguns municípios da Baixada Fluminense como Nova Iguaçu, Nilópolis e São João de Meriti. Este grupo caracteriza-se por ter menor percentual de crianças e idosos na população, altos níveis de renda, instrução, moradia com infraestrutura de saneamento básico.

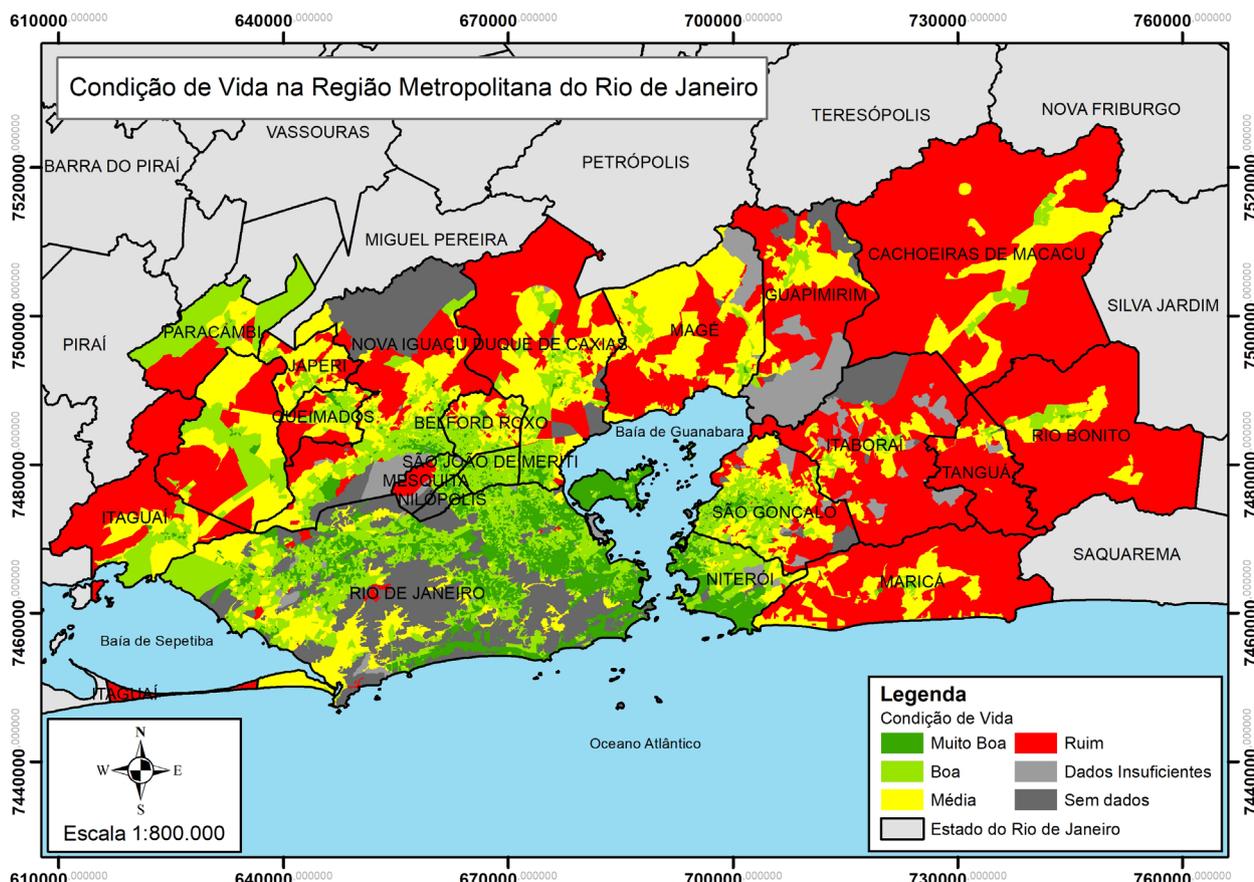


Figura 1 – A espacialização do Índice de Condição de Vida e Saúde na região metropolitana do Rio de Janeiro
Fonte: Elaborado por FARIAS, H. S., 2012.

A população com boa condição de vida está presente em todos os municípios. Na periferia, localiza-se nas áreas centrais dos municípios, mas também ao longo das rodovias BR-101, BR-116, BR-040 e BR-465 que atravessam Seropédica, Paracambi, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu, Belford Roxo, Nilópolis, São João de Meriti, Duque de Caxias, Magé, Guapimirim, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Mesquita, Itaguaí e Maricá. Este grupo caracteriza-se por ter um percentual mais alto de crianças e idosos na população, bons níveis de renda, instrução, moradia com infraestrutura de saneamento básico.

A população com condição de vida média localiza-se próximo às áreas centrais dos municípios da periferia, como também na extrema Zona Oeste do município do Rio de Janeiro. Este grupo caracteriza-se por ter um percentual ainda mais alto de crianças e idosos na população, médios níveis de renda, instrução ou a moradia apresenta déficit de infraestrutura de saneamento básico. Já a população com condição de vida ruim, em sua grande maioria, localiza-se no interior dos municípios periféricos, ou seja, na periferia da periferia. Este grupo caracteriza-se por ter maior percentual de crianças e idosos na população, baixos níveis de renda, instrução e moradia com déficit de infraestrutura de saneamento básico.

A categoria Dados Insuficientes refere-se a setores censitários com ausência de dados em pelo menos um dos indicadores. Em alguns casos o IBGE omite as informações referentes à renda da família, principalmente quando o setor tem poucos moradores, para que os ganhos não sejam de fácil dedução e haja sigilo. Já a categoria Sem Dados representa as áreas onde não há população residente, seja por ser um maciço rochoso, uma lagoa, área industrial... Essa foi uma opção do IBGE para representação do Censo 2010.

ÁREAS QUE MAIS LIBERAM E ACUMULAM POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Durante muito tempo a poluição do ar das cidades era atribuída basicamente às emissões industriais. Com o passar dos anos, o maior controle da qualidade do ar tornou obrigatório o licenciamento ambiental e, o que se observa é uma tendência à modernização das instalações industriais, que têm conseguido diminuir as emissões atmosféricas. Em contrapartida, o rápido crescimento da frota veicular aumentou significativamente a emissão de poluentes na atmosfera, sendo hoje a principal fonte na degradação da qualidade do ar nas regiões metropolitanas do país.

Desta maneira, para identificar as áreas que mais liberam e concentram poluentes atmosféricos foram considerados os parâmetros uso do solo, rodovias, indústrias, relevo e bacias aéreas, atribuindo pesos e percentual de influência, segundo a bibliografia consultada (CHIESA; WESTPHAL; AKERMAN, 2008; FARIAS, 2013; GREGÓRIO, 2011; SOUZA e SANT'ANNA NETO, 2009).

O parâmetro uso do solo foi o que recebeu maior percentual de influência por definir as áreas da cidade com maior produção de poluentes. Nas áreas com maior densidade populacional há mais veículos circulando, por isso o peso atribuído foi o máximo. Nas áreas com média e baixa densidades há menos veículos e o peso foi diminuindo proporcionalmente. As áreas que não são habitadas receberam peso mínimo – rocha, vegetação arbórea e campo.

As indústrias são responsáveis por menos poluição do ar que os veículos, respectivamente 23% e 77% (INEA, 2009), por isso têm um percentual menor de influência na produção de poluentes (20%). As áreas próximas às indústrias estão mais expostas à poluição, sendo considerado o raio de 1 quilômetro para essas áreas, que receberam o peso máximo para a concentração dos poluentes. Já as áreas distantes além de 5 quilômetros receberam peso mínimo, pois à medida que a distância da indústria aumenta, os poluentes se dispersam. Os tipos de indústria também foram considerados, sendo o maior peso dado à atividade industrial mais poluente – Indústrias de Geração de Energia (Termelétricas) e Petroquímicas -, segundo o INEA (2009).

O parâmetro rodovias considerou as principais vias de circulação da RMRJ e, apesar de a maior parte da poluição ser produzida pelos veículos, a influência atribuída às rodovias foi equivalente àquela atribuída às indústrias (20%). Isso porque ao considerar as vias que atravessam áreas urbanas, onde o fluxo é mais intenso, estão acumulando peso e sendo consideradas como as áreas de maior emissão dentro de uma área já avaliada como de grande emissão de poluentes, enquanto que, ao passarem em áreas não urbanas, onde o fluxo é menor, estão acumulando menos peso.

Os parâmetros relevo e bacias aéreas receberam menores percentuais de influência (15%), pois embora sejam determinantes para a concentração de poluentes, não são emissores. No parâmetro relevo foi atribuído maior peso às planícies, considerando também as encostas com até 100 metros, que formam as bacias aéreas, onde os poluentes tendem a se concentrar. Acima dos 100 metros de altitude foi atribuído peso mínimo, pois a partir deste ponto os poluentes iniciam o processo de dispersão.

As bacias aéreas foram classificadas a partir da análise dos resultados do modelo de circulação dos ventos (FARIAS, 2013). Observou-se que na Bacia Aérea I há maior dificuldade de dispersão de poluentes, ficando com o maior peso neste parâmetro. A Bacia Aérea III também recebeu peso significativo tendo em vista que é a segunda com maior dificuldade para dispersar poluentes. Já as Bacias Aéreas IV e II receberam os menores pesos por não apresentarem características tão marcantes quanto às demais.

MAPEAMENTO DO POTENCIAL PARA CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES

O mapeamento do potencial para concentração de poluentes (Figura 2) mostra que as áreas com potencial muito alto são as principais vias de circulação que atravessam áreas com alta densidade populacional, em áreas de planície situadas em bacias aéreas com dificuldades para dispersão dos poluentes. Essas áreas foram identificadas ao longo das rodovias BR-101, BR-116, BR-040 e BR-465, no município do Rio de Janeiro e na Baixada Fluminense. Há também algumas áreas pontuais ao longo de vias em Niterói, São Gonçalo, Guapimirim e Magé.

As áreas com alto potencial para concentrar poluentes coincidem com áreas de alta densidade populacional, como Zona Norte do Rio de Janeiro; média densidade populacional com influência de atividade industrial, como os municípios São João de Meriti, Belford Roxo, Nilópolis, Mesquita e Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense; e baixa densidade populacional com influência de rodovias de grande circulação como áreas em Niterói, São Gonçalo, Guapimirim, Magé, Seropédica e Itaguaí. Essas áreas também estão localizadas em planícies situadas em bacias aéreas com dificuldades para dispersão dos poluentes.

Com médio potencial para concentrar poluentes estão as planícies no fundo das bacias aéreas que, no entanto, não apresentam atividade industrial ou vias de circulação. A exceção é a Zona Sul do Rio de Janeiro que tem grande densidade populacional e vias com grande circulação de veículos, mas encontra-se numa estreita planície muito próxima ao mar, o que garante forte influência da brisa marítima, aliviando os efeitos da poluição atmosférica.

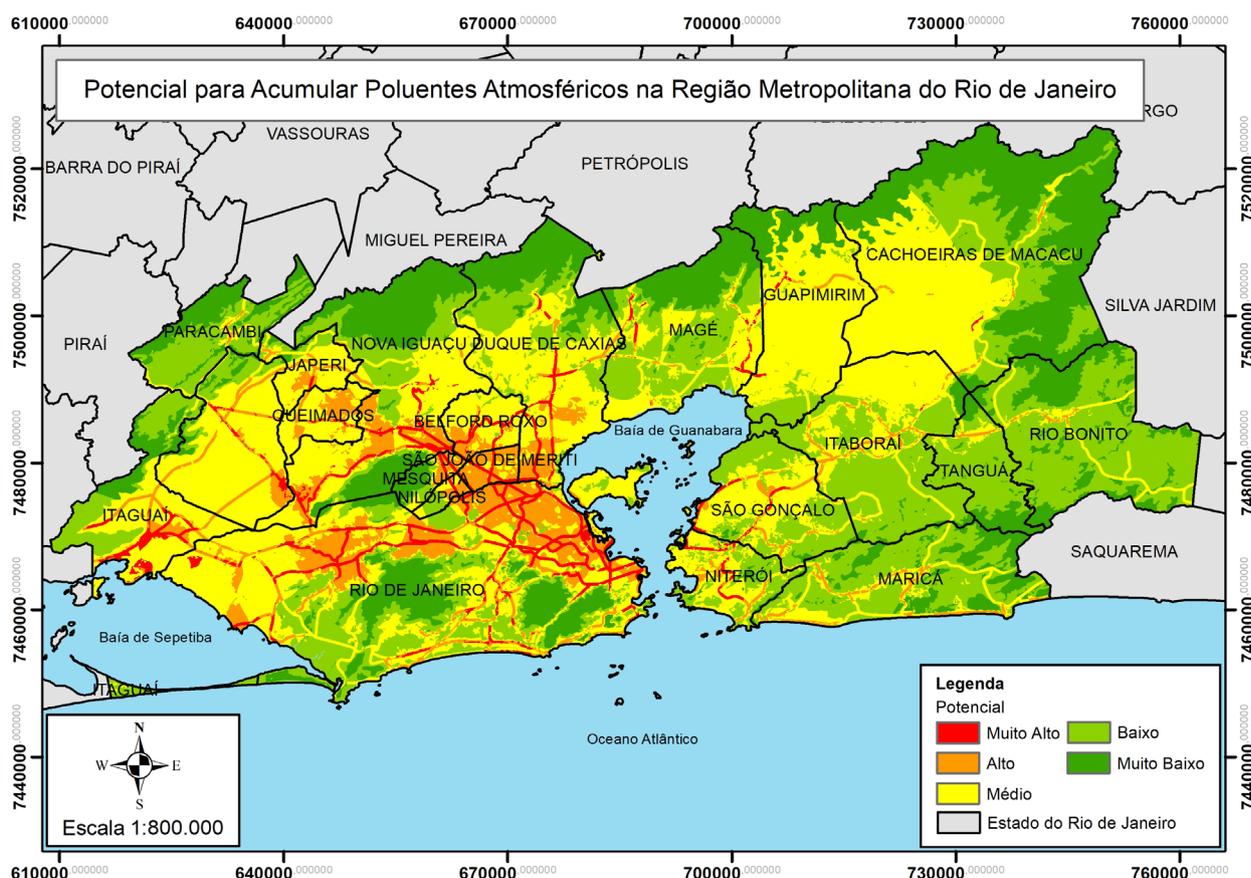


Figura 2 – Áreas com potencial para acumular poluentes atmosféricos na região metropolitana do Rio de Janeiro

Fonte: Elaborado por FARIAS, H. S., 2012.

O potencial baixo para concentrar poluentes se refere às áreas onde apesar de o relevo ser de planície, o uso do solo está livre da urbanização e da interferência das vias de circulação. Já o potencial muito baixo para concentrar poluentes está restrito às áreas elevadas do relevo onde os poluentes conseguem ser dispersados com maior facilidade, não encontrando condições para concentrarem-se.

MAPEAMENTO DOS ESPAÇOS DE RISCO À SAÚDE

A partir do cruzamento das informações apresentadas nos mapas anteriores, organizadas em uma Matriz de Risco (Figura 3), foram concebidas as categorias utilizadas no mapeamento dos espaços de risco à saúde. Ele é o resultado da diferença entre as categorias utilizadas nos mapas de condição de vida e de áreas com potencial para concentrar poluentes atmosféricos na RMRJ, representadas em cinco categorias de risco.

Desta maneira, quando o resultado for

- -3 ou -4 significa que o cenário é muito ruim, por isso o risco é muito alto;
- -2 significa que o cenário é ruim, por isso o risco é alto;
- -1 significa que o cenário é médio, por isso o risco é médio também;
- 0 significa que o cenário é bom, por isso o risco é baixo;
- 1 a 3 significa que o cenário é muito bom, por isso o risco é muito baixo;
- 4 a 8 significa que não há dados.

Quadro 3 – Matriz de risco à saúde: relação entre a condição de vida e o potencial da área para emitir/concentrar poluentes

Condição de Vida	Potencial para concentrar poluentes				
	Muito baixo (1)	Baixo (2)	Médio (3)	Alto (4)	Muito alto (5)
Ruim (1)	0	-1	-2	-3	-4
Média (2)	1	0	-1	-2	-3
Boa (3)	2	1	0	-1	-2
Muito boa (4)	3	2	1	0	-1
Sem dados (9)	8	7	6	5	4

Assim, no mapa dos espaços de risco à saúde (Figura 3), os espaços de risco muito alto à saúde correspondem ao cenário muito ruim, estando representados pela cor vermelha. São áreas onde coincidem o potencial muito alto de concentração de poluentes e populações com condição de vida e saúde ruim e média; ou potencial alto de concentração de poluentes e população com condição de vida e saúde ruim. Estão localizadas em pequenas extensões ao longo de rodovias próximas às áreas industriais importantes como COMPERJ (Cachoeiras de Macacu e Itaboraí), REDUC (Duque de Caxias), Bayern (Belford Roxo), Termelétrica (Queimados e Seropédica) e CSA (Itaguaí, Seropédica e Rio de Janeiro).

Os espaços de risco alto à saúde correspondem ao cenário ruim, e estão representados pela cor laranja. São áreas onde coincidem o potencial médio de concentração de poluentes e população com condição de vida e saúde ruim; ou o potencial alto de concentração de poluentes e população com média condição de vida e saúde; ou ainda o potencial muito alto de concentração de poluentes e população com boa condição de vida e saúde. Estão muito próximas dos espaços de risco muito alto à saúde, no entanto possuem maiores extensões. Estão localizadas, em sua grande maioria, nos municípios da periferia, no fundo das bacias aéreas.

Os espaços de risco médio à saúde correspondem ao cenário razoável, e estão representados pela cor amarela. São áreas onde coincidem o potencial baixo de concentração de poluentes e população com condição de vida e saúde ruim; ou o potencial médio de concentração de poluentes e população com média condição de vida e saúde; ou o potencial alto de concentração de poluentes e população com boa condição de vida e saúde; ou ainda o potencial muito alto de concentração de poluentes e população com muito boa condição de vida e saúde. Estão presentes em todos os municípios, mas em sua grande maioria na porção leste da RMRJ, onde há menos empreendimentos e menos população (Maricá, Tanguá e Rio Bonito).

Os espaços de risco baixo à saúde correspondem ao cenário bom, e estão representados pela cor verde claro. São áreas onde coincidem o potencial muito baixo de concentração de poluentes e população com condição de vida e saúde ruim; ou o potencial baixo de concentração de poluentes e população com média condição de vida e saúde; ou o potencial médio de concentração de poluentes e população com boa condição de vida e saúde; ou ainda o potencial alto de concentração de poluentes e população com muito boa condição de vida e saúde. Estão presentes nos municípios de Niterói, São Gonçalo e Rio de Janeiro, pela proximidade do mar e melhor condição de vida de sua população, mas também nos demais municípios onde o potencial de concentração de poluentes é muito inferior, devido à presença do relevo da Serra do Mar.

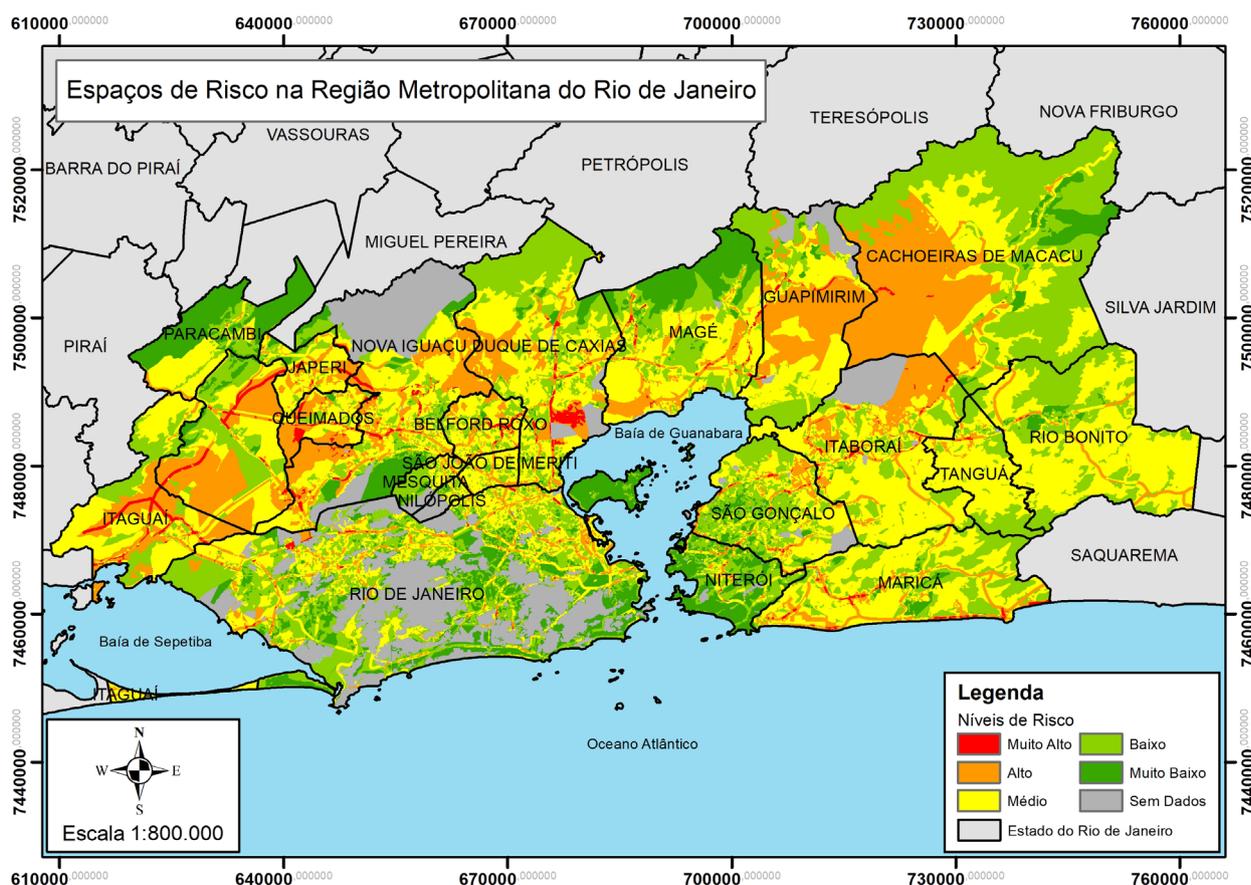


Figura 3 – Espaços de risco à saúde na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Fonte: Elaborado por FARIAS, H. S., 2012.

Os espaços de risco muito baixo à saúde correspondem ao cenário muito bom, e estão representados pela cor verde escuro. São áreas onde coincidem o potencial muito baixo de concentração de poluentes e população com média, boa e muito boa condição de vida e saúde; ou o potencial baixo de concentração de poluentes e população com boa e muito boa condição de vida e saúde; ou ainda o potencial médio de concentração de poluentes e população com muito boa condição de vida e saúde. Estão próximas às áreas onde foram descritas o baixo risco à saúde, estando ainda mais restritas aos municípios de Niterói e Rio de Janeiro, mas também em Paracambi e Magé, além de pontualmente em Rio Bonito e Cachoeiras de Macacu.

As áreas sem dados sobre risco à saúde são aquelas onde havia ausência de dados em pelo menos um dos indicadores ou ausência de população residente no mapeamento de condição de vida e saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento permitiu identificar que existem, pontualmente, espaços de alto e muito alto risco à saúde em todos os municípios da RMRJ. Estão localizados ao longo das vias de grande fluxo de veículos e próximos às áreas industriais, onde a população tem condições de vida e saúde vulneráveis. As áreas mais extensas e que apresentam alto e muito alto riscos à saúde se localizam em municípios como Itaboraí, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Queimados, Japeri, Seropédica e Itaguaí. São exatamente os municípios atravessados pelo Arco Metropolitano que vêm atraindo novos empreendimentos. A exceção é Cachoeiras de Macacu que, no entanto, está sob influência do COMPERJ.

Assim, conclui-se que os empreendimentos trazidos para alavancar a retomada econômica do

Rio de Janeiro estão localizados em espaços de risco alto (COMPERJ) e muito alto (CSA e Arco Metropolitano) para a saúde da população, não só pelo próprio potencial poluidor das indústrias CSA e COMPERJ, mas também por estarem localizados em áreas com médio, alto e muito alto potenciais para concentrarem poluentes, onde está a população com condição de vida e saúde vulneráveis, o que torna os riscos ainda maiores.

A CSA está localizada na Bacia Aérea I, que tem maior dificuldade para dispersar os poluentes e onde já existem muitas indústrias. Apesar de a densidade populacional ser baixa no entorno da CSA, há um grande percentual de população vulnerável nas áreas próximas, existindo um risco maior de a população desenvolver problemas respiratórios relacionados à má qualidade do ar.

O COMPERJ está localizado na Bacia Aérea IV, que tem maior facilidade de dispersão de poluentes em relação às demais, além disso, o empreendimento está em uma área vegetada afastada das áreas urbanas, que também são de baixa densidade populacional, apesar de a proporção de população vulnerável ser grande. Assim, pode-se dizer que a localização do COMPERJ é menos problemática do que a localização da CSA. No entanto, por estar em uma bacia área com emissão de poluentes bastante inferior às demais, o funcionamento pleno do COMPERJ influenciará na qualidade do ar local.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARBEX, M. A.; BOHM, G. M.; SALDIVA, P. H. N.; CONCEIÇÃO, G. M.; POPE, A. C.; BRAGA, A. L. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. **J Air Waste Manag Assoc**, 50(10):1745-9, 2000.
- BORJA-ABURTO, V. H.; LOOMIS, D. P.; BANGDIWALA, S. L.; SHY, C. M. & RASCON-PACHECO, R. A. Ozone, suspended particulates, and daily mortality in Mexico City. **American Journal of Epidemiology**, 145:258-68, 1997.
- BRAGA, A. L.; CONCEIÇÃO, G. M.; PEREIRA L. A.; KISHI, H. S.; PEREIRA J. C. & ANDRADE, M. F. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. **Journal Environmental Medicine**, 1:95-102, 1999.
- BRAGA, A. L. F.; PEREIRA L. A. A.; PROCÓPIO, M.; ANDRÉ, P. A. & SALDIVA, P. H. N. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23 Sup 4:S570-S578, 2007.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A. ET AL. The Impact of Sugar Cane-Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. **Environ Health Perspect**, 114:725-729, 2006.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **J Bras Pneumol**, 32 (Supl2):S23-S29, 2006.
- CASTELLANOS, P. L. **Proyecto**: sistemas nacionales de vigilancia de la situación de salud según condiciones de vida y del impacto de las acciones de salud y bienestar. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 1994.
- CHIESA, A.; WESTPHAL, M.; AKERMAN, M.. Doenças respiratórias agudas: um estudo das desigualdades em saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 24(1):55-69, jan, 2008.
- CIFUENTES, L. A.; VEJA, J.; KOPFER, K. & LAVE, L. B. Effect of the fine fraction of particulate matter versus the coarse mass and other pollutants on daily mortality in Santiago, Chile. **J Air Waste Manag Assoc**, 50:1287-98, 2000.
- CLANCY L., GOODMAN P., SINCLAIR H., DOCKERY D. W. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. **Lancet**, Oxford, 360(9341):1210-4, 2002.
- CORRÊA, R. L. Espaço, um conceito-chave da Geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.). **Geografia**: conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 352p, 1995.

- DAUMAS, R. P.; MENDONÇA, G. A. S. & LEON, A. P. Poluição do ar e mortalidade em idosos no município do Rio de Janeiro: análise de série temporal. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro; 20:311-319, 2004.
- 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. 2012. 149f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 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**, Curitiba, Ano 9, Vol. 12, p. 48-60, JAN/JUL 2013.
- FARIAS, H.S. Indicadores Sintéticos de Qualidade de Vida Aplicados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: uma análise dos últimos Censos Demográficos – 2000/2010. **Revista Continentes**, Seropédica, Ano 4, n.6, p. 6-26, 2015.
- 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.
- FREITAS, C.; BREMNER, S. A.; GOUVEIA, N.; PEREIRA, L. A. A. & SALDIVA, P. H. N. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, 38(6):751-7, 2004.
- GERVOIS, M.; DUBOIS, G.; GERVOIS, S.; QUÉ-TÚ, J-M.; MULLER A. & VOISIN, C. Pollution atmosphérique deniveau modéré et affections respiratoires d'origine banale. Enquête de Demain - Quiévrechain (Nord.). **Revue d'Epidemiologie et de Santé Publique**, 25:195-207, 1977.
- GOUVEIA, N. & FLETCHER, T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. **J Epidemiol Community Health**, 54:750-5, 2000a.
- GOUVEIA, N. & FLETCHER, T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. **Occup Environ Méd**, 57:477-83, 2000b.
- GOUVEIA, N.; FREITAS, C. U.; MARTINS, L. C.; MARCILIO, I. O. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22(12):2669-2677, 2006.
- GREGÓRIO, L. S. **Risco ambiental à saúde humana**: um estudo aplicado aos efeitos da poluição atmosférica no Estado do Rio de Janeiro. 2011. 153f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **Relatório Anual de Qualidade do Ar**. Rio de Janeiro: INEA, 108p. 2009.
- JACOBSON, B. S. The role of air pollution and other factors in local variations in general mortality and cancer mortality. **Archives of Environmental Health**, 3: 306-313, 1984.
- LEVY, D; GENT, M & NEWHOUSE, M. T. Relationship between acute respiratory illness air pollution levels in a industrial city. **American Review of Respiratory Diseases**, 116: 167-173, 1977.
- MAZUMDAR, S. & SUSSMAN, N. Relationships of air pollution to health: Results from the Pittsburgh Study. **Archives of Environmental Health**, 38: 17-24, 1983.
- 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. 2004. 144f. Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas) – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 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**, Duque de Caxias, v. Ano 11, p. 7-13, 2012.
- OSTRO, B.; SANCHEZ, J. M.; ARANDA, C. & ESKELAND, G. S. Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. **J Expo Anal Environ Epidemiol**, 6:97-114, 1996.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2005**. Lisboa: Ana Paula Faria Editora, 2005.
- SALDIVA, P. H.; POPE, C. A.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D. W.; LICHTENFELS, A. J. & SALGE, J. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. **Arch Environ**

Health, 50:159-63, 1995.

SANTOS, A. M. S. P. **Economia, espaço e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora FGV. 228p, 2003.

SANTOS, M. **O espaço dividido**. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1979.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: HUCITEC, 1996.

SCHWARTZ, J. & DOCKERY D. W. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. **Am Rev Respir Dis**; 145:600-4, 1992.

SCHWARTZ, J. Air pollution and children's health. **Pediatr**, 113(Suppl 4):1037-43, 2004.

SCHIMMEL, H. & MURAWSKI, T. J. The relation of air pollution to mortality. **Journal of Occupation Medicine**, 18: 316-333, 1976.

SOUZA, G. M. & SANT'ANNA NETO, J. L. Geografia da saúde climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, pp116-126, Jun/2009.

TEIXEIRA, C. F.; PAIM, J. S.; VILASBÔAS, A. L.. SUS, modelos assistenciais e vigilância da saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, VII(2): 8-28, 1998.

VEYRET, Y. & RICHEMOND, N. M. (org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VITTE, C. C. S. & KEINERT, T. M. M. (orgs.). **Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2009.