



# A importância da qualidade do ar interno em ambientes de aprendizado

## Weeberb Réquia

Professor da Fundação de Getúlio Vargas, Escola de Políticas Públicas e Governo (EPPG) em Brasília  
Coordenador do Centro de Estudos em Meio Ambiente e Saúde Pública (FGVcemasp)



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO



# Poluição do ar: um grande problema para a saúde humana

Environmental Research 217 (2023) 114794



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)



Short-term air pollution exposure and hospital admissions for cardiorespiratory diseases in Brazil: A nationwide time-series study between 2008 and 2018

Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Ana Maria Vicedo-Cabrera<sup>b,c</sup>, Heresh Amini<sup>d</sup>, Gladston Luiz da Silva<sup>e</sup>, Joel D. Schwartz<sup>f</sup>, Petros Koutrakis<sup>f</sup>

No Brasil, para cada aumento de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $\text{PM}_{2.5}$  ( $\text{MP}_{2.5}$ ), houve um aumento de **3,28%** no risco de internação por doenças respiratórias entre

2008 e 2018

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL





## Poluição do ar: um grande problema para a saúde humana

A exposição das pessoas ao ar poluído varia  
no espaço e no tempo



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

### Science of the Total Environment

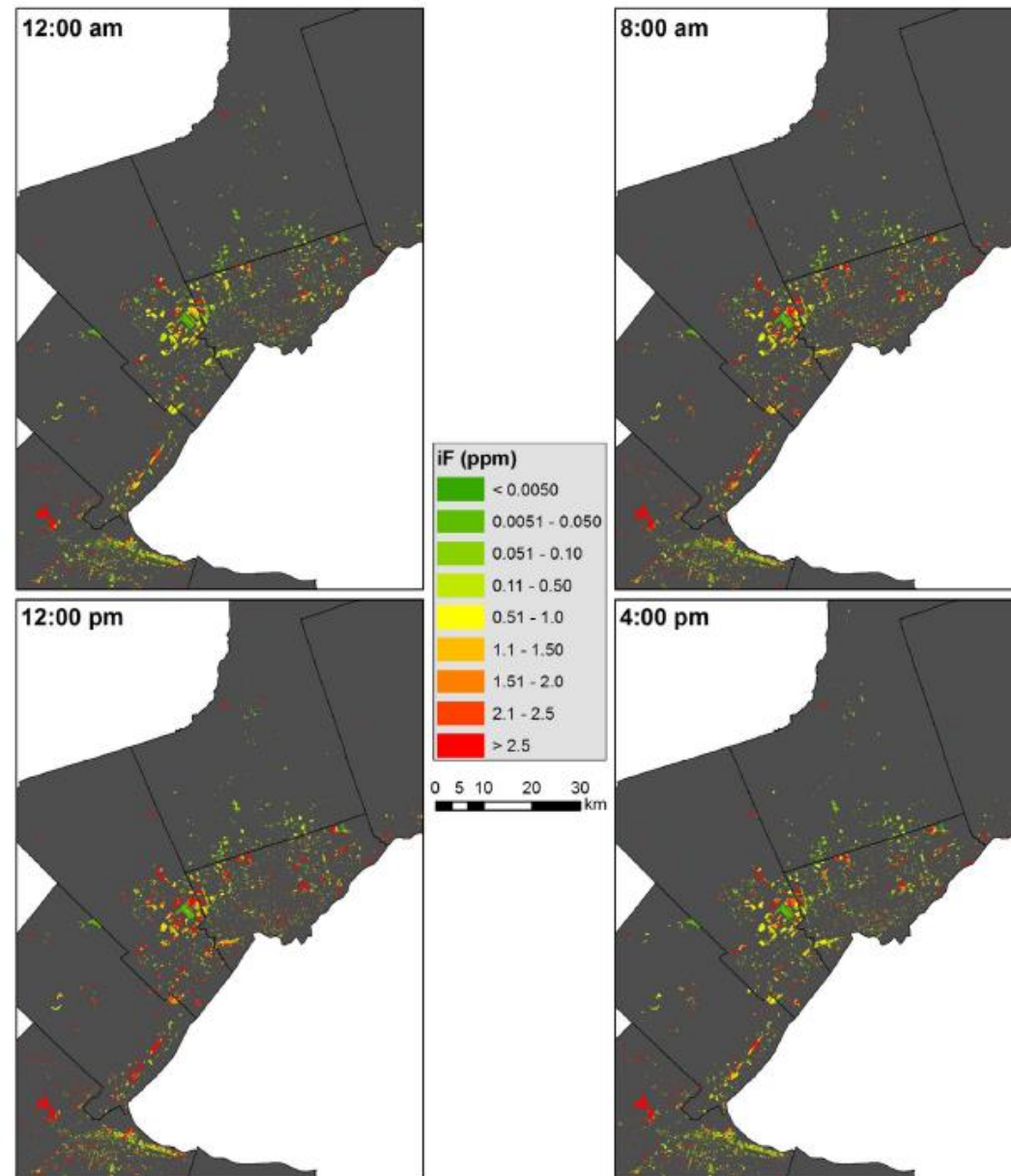
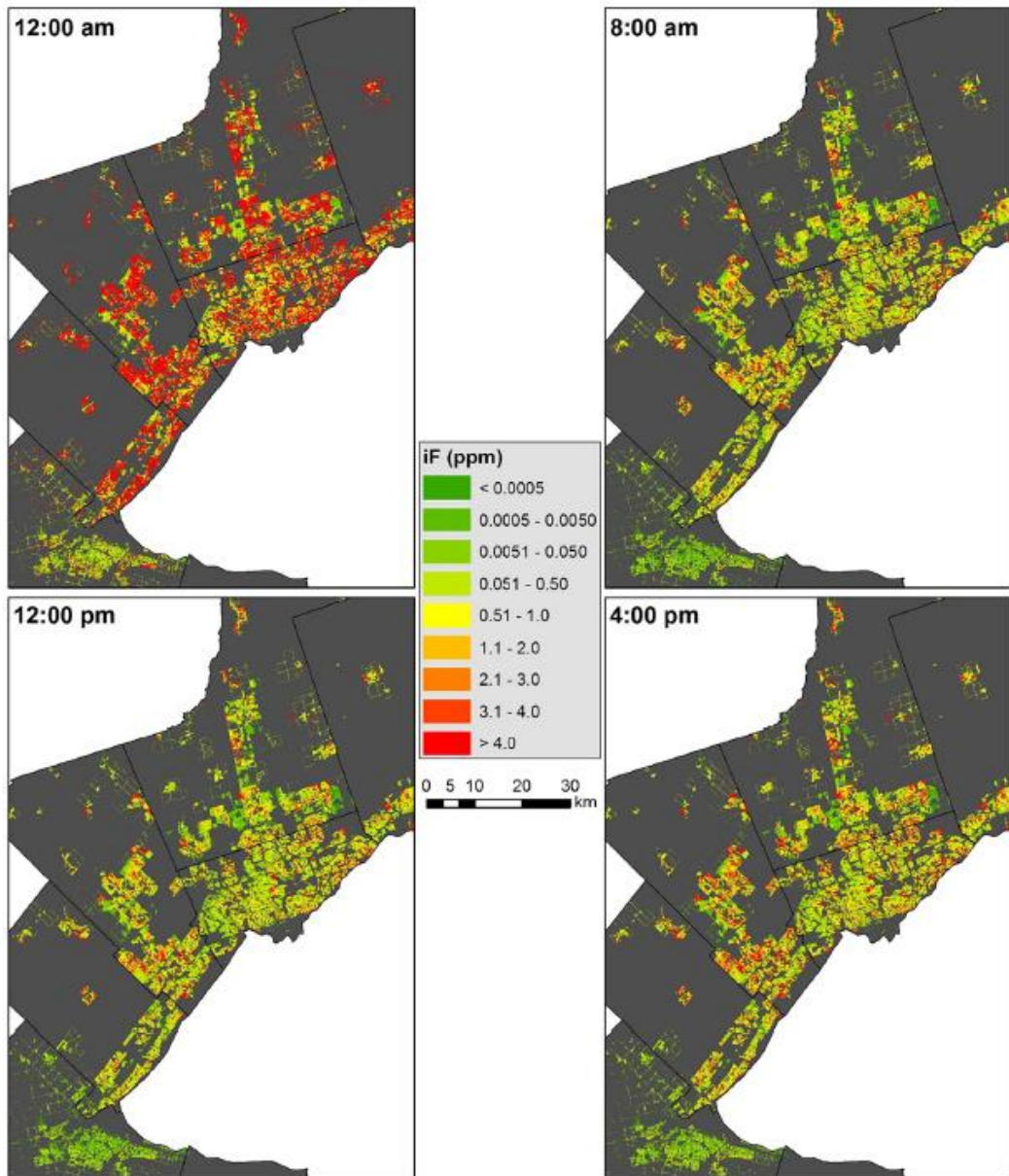
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Spatio-temporal analysis of particulate matter intake fractions for vehicular emissions: Hourly variation by micro-environments in the Greater Toronto and Hamilton Area, Canada



Weeberb J. Requia <sup>a,\*</sup>, Matthew D. Adams <sup>b</sup>, Altaf Arain <sup>c</sup>, Petros Koutrakis <sup>d</sup>, Wan-Chen Lee <sup>e</sup>, Mark Ferguson <sup>a</sup>





# Poluição do ar: um grande problema para a saúde humana

A exposição das pessoas ao ar poluído varia  
no espaço e no tempo



- Estudantes passam mais de **10 mil horas** em escolas até concluírem o ensino médio.
- Estima-se que ainda muitas escolas brasileiras possuem baixa qualidade do ar dentro das salas de aula.
- A baixa qualidade do ar nas escolas está associada com a saúde e o desempenho acadêmico dos alunos.

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO

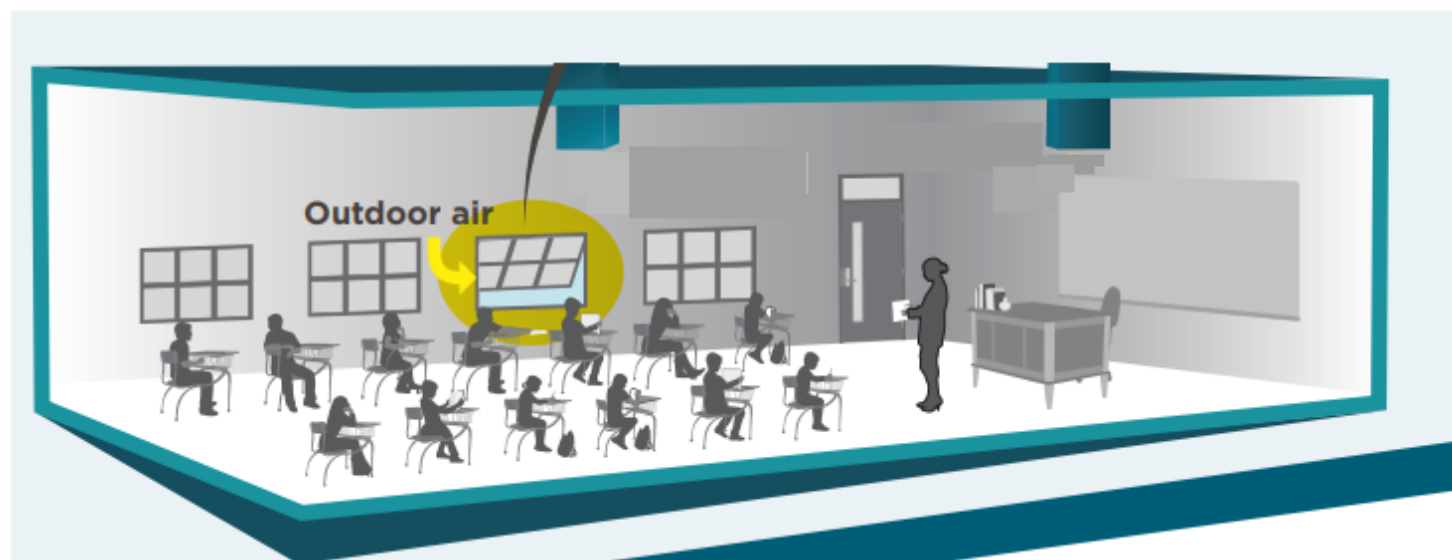


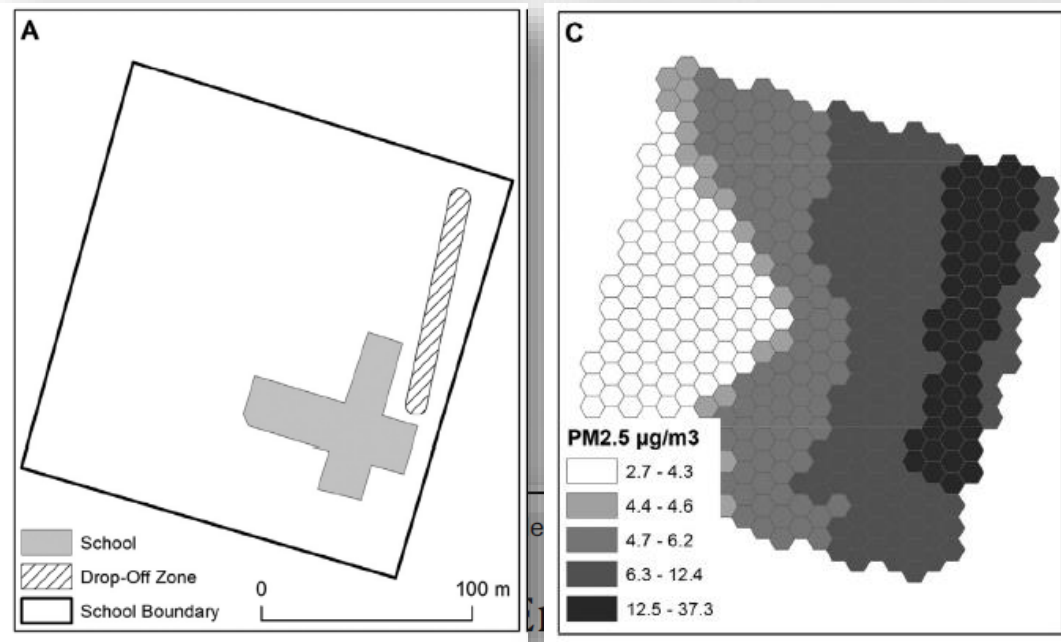


- Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula
- Qualidade do ar e desempenho acadêmico

# Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula

## Ambient air pollution



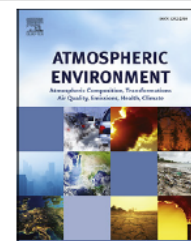


# Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula



ELSEVIER

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/atmosenv](http://www.elsevier.com/locate/atmosenv)



## How private vehicle use increases ambient air pollution concentrations at schools during the morning drop-off of children

Matthew D. Adams<sup>a, b, \*</sup>, Weeberb J. Requia<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Toronto Mississauga, Department of Geography, Mississauga, Ontario, Canada

<sup>b</sup> McMaster Institute for Transportation & Logistics, McMaster University, School of Geography and Earth Sciences, Hamilton, Ontario, Canada



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO





## Particulate matter intake fractions for vehicular emissions at elementary schools in Hamilton, Canada: an assessment of outdoor and indoor exposure

Weeberb J. Requia<sup>1</sup> • Matthew D. Adams<sup>2</sup> • Altaf Arain<sup>3</sup> • Mark Ferguson<sup>1</sup>

## Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula

- A exposição indoor apresentou a maior fração de inalação.
- Considerando somente a exposição **outdoor**, em média, cada aluno inala  **$0,53 \times 10^{-6}$  ppm** diariamente durante o horário das aulas
- Considerando a exposição **indoor**, em média, cada aluno inala **13,06 ppm** diariamente durante o horário de aula. Essa estimativa indica que aproximadamente 13 g de MP<sub>2,5</sub> emitidos por veículos automotores são inalados para cada milhão de gramas de MP<sub>2,5</sub> emitido.



Exposure Environment	Input variables
<b>Outdoor</b>	Breathing rate ( $Q$ , m <sup>3</sup> /person/15 minutes)
	Area ( $A$ , m <sup>2</sup> )
	Wind speed x height ( $m^2/s$ , $\mu \times H$ )
	Traffic emissions ( $PM_{2.5}$ , grams)
	Population ( $P$ , number of students)
<b>Indoor</b>	Breathing rate ( $Q$ , m <sup>3</sup> /person/15 minutes)
	Exposure attributable to traffic ( $\theta$ )
	Attributable concentration inside the schools ( $\gamma$ )
	Traffic emissions ( $PM_{2.5}$ , grams)
	Population ( $P$ , number of students)
	Ambient concentration ( $PM_{2.5}$ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula

$$iF_{j,t} = \frac{\int_{t_1}^{\infty} \left\{ \sum_{i=1}^P [C_i(t) Q_i(t, z)] \right\} dt}{\int_{t_1}^{t_2} E(t) dt}$$

$$C = \theta B + (\gamma - 1)\theta B$$

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



PATROCÍNIO



# Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula

Science of the Total Environment 763 (2021) 143027



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



### Schools exposure to air pollution sources in Brazil: A nationwide assessment of more than 180 thousand schools



Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Henrique L. Roig<sup>b</sup>, Joel D. Schwartz<sup>c</sup>

<sup>a</sup> School of Public Policy and Government, Fundação Getúlio Vargas, Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>b</sup> Geoscience Institute, University of Brasilia, Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>c</sup> Department of Environmental Health, Harvard TH Chan School of Public Health, Boston, MA, United States

- Aproximadamente 10 milhões de estudantes brasileiros estão matriculados em escolas localizadas em áreas com alta concentração de poluentes atmosféricos

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



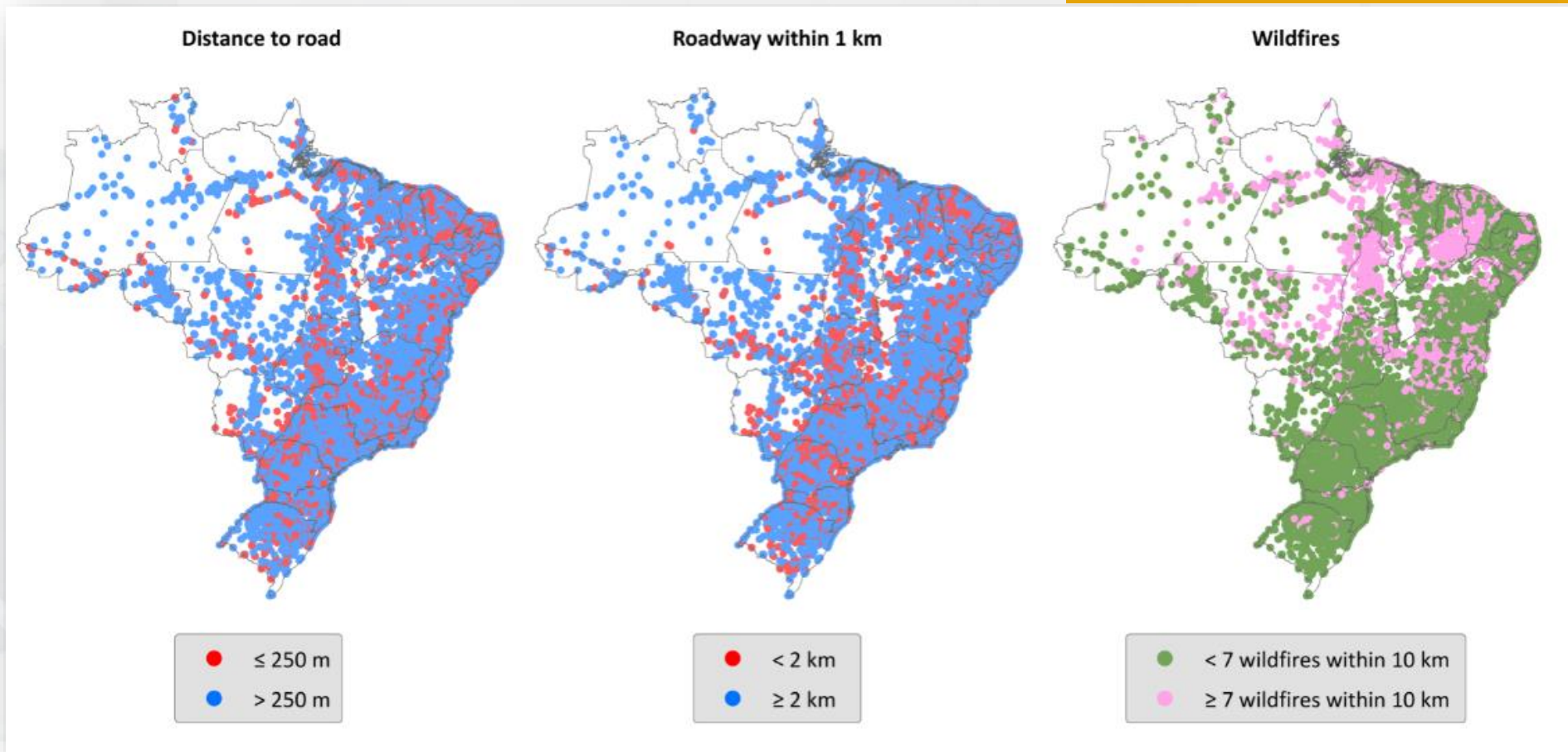
APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO



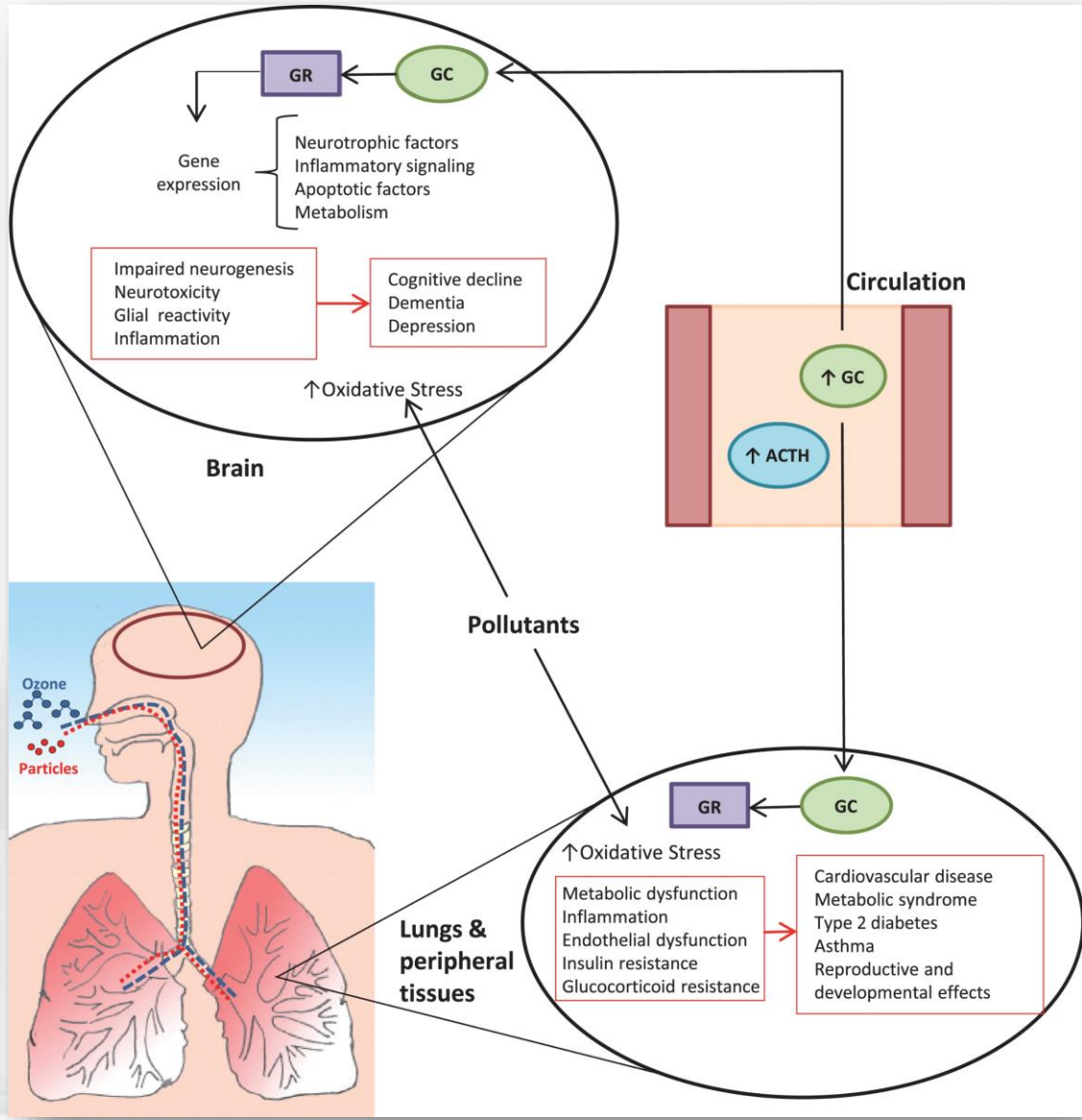
# Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula



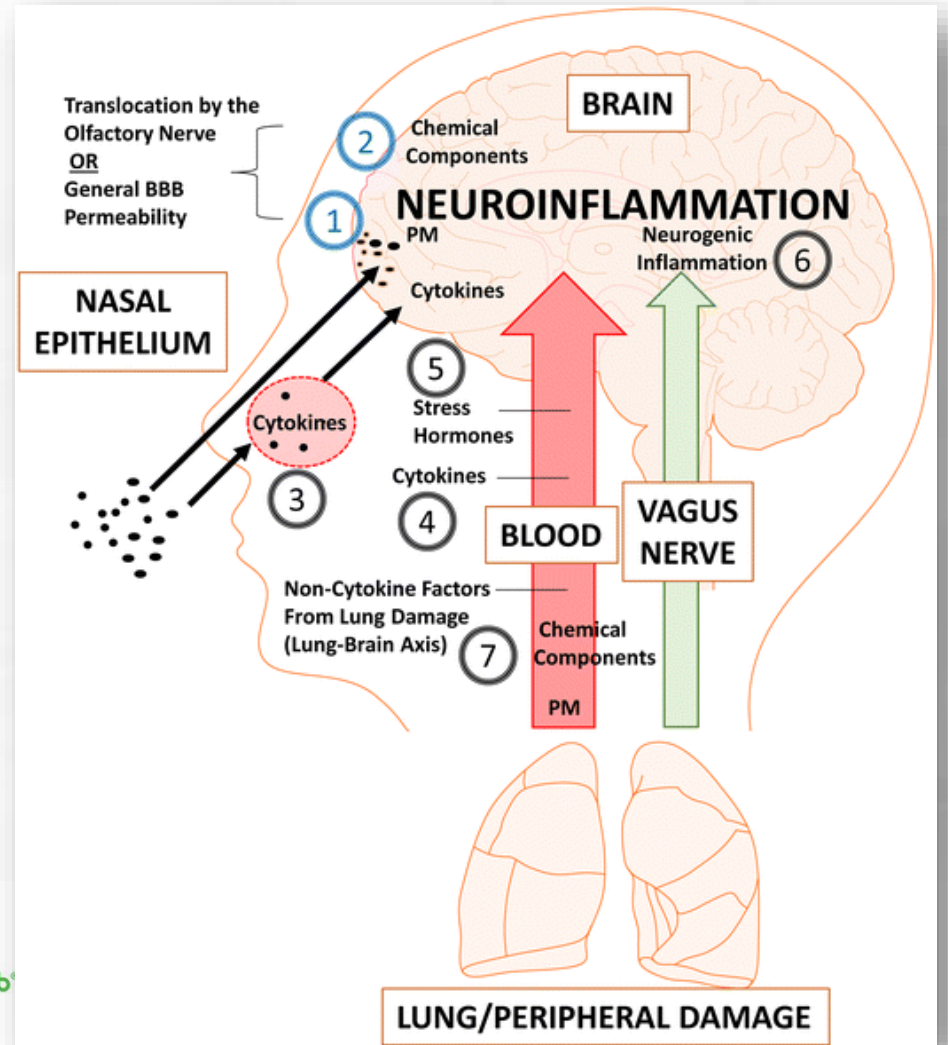


- Estimativa da qualidade do ar nas salas de aula
- Qualidade do ar e desempenho acadêmico

# Mecanismo biológico



# Qualidade do ar e desempenho acadêmico



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

APOIO INSTITUCIONAL

PATROCÍNIO



Environmental Research 202 (2021) 111770

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Environmental Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)



ELSEVIER



### Proximity of schools to roads and students' academic performance: A cross-sectional study in the Federal District, Brazil

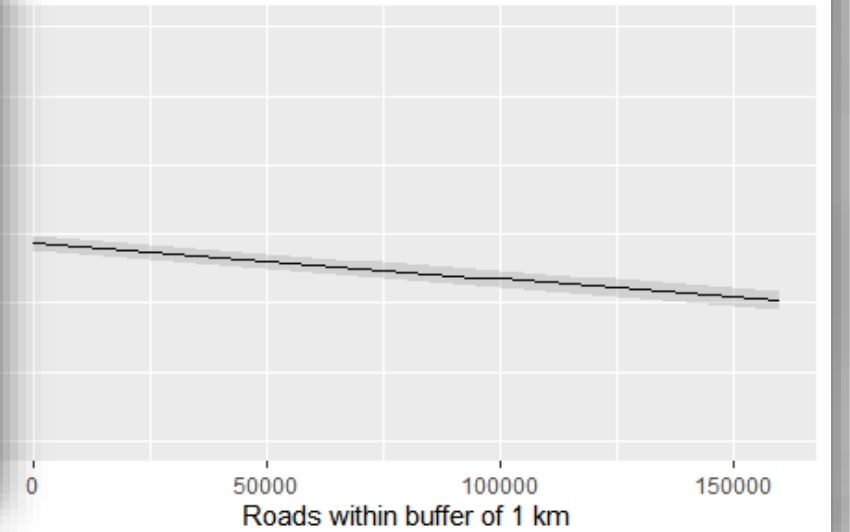
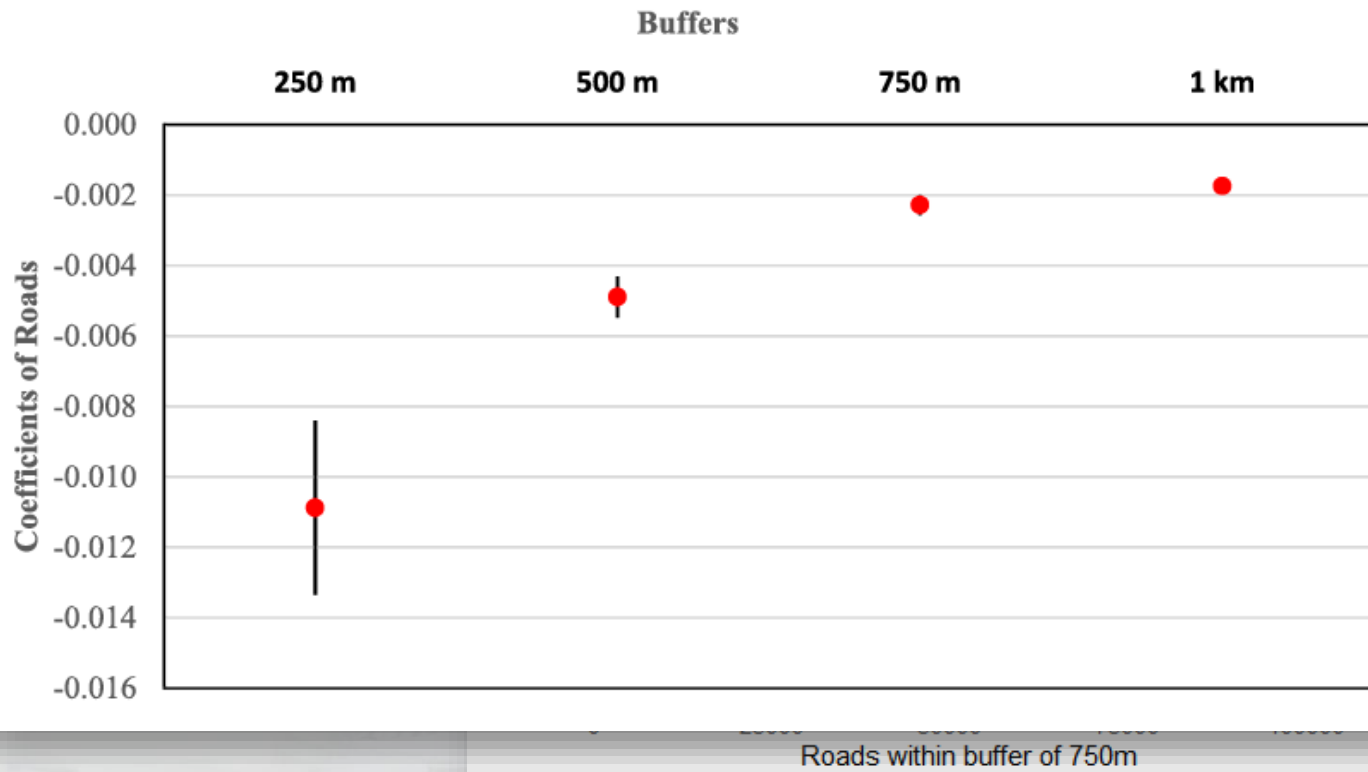
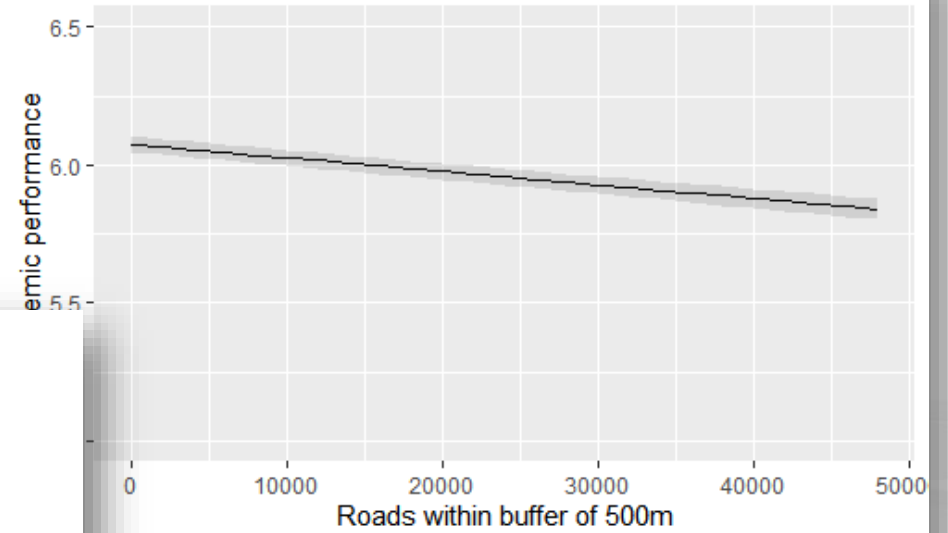
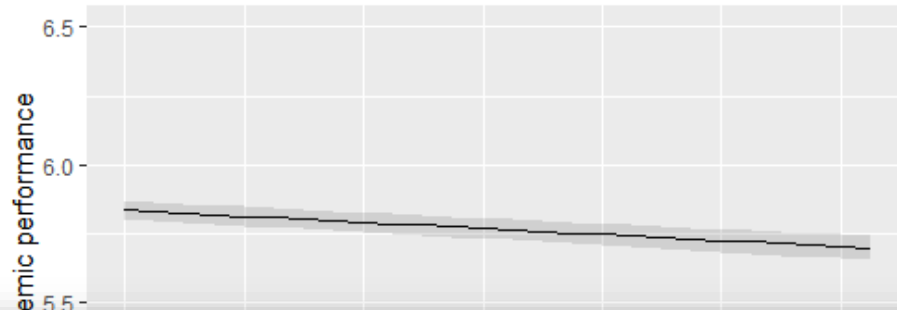
Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Erick Kill<sup>b</sup>, Heresh Amini<sup>c</sup>

<sup>a</sup> School of Public Policy and Government, Fundação Getúlio Vargas, Distrito Federal, Brasília, Brazil

<sup>b</sup> Faculty of Medicine, Department of Pathology, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil

<sup>c</sup> Department of Public Health, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

- Emissão veicular, principal fonte da poluição indoor
- Dados individuais de **344.175 estudantes** da rede pública do DF
- **256 escolas**
- Modelo estatístico com controle de efeito individual do aluno (condições socioeconômicas etc.)





# Qualidade do ar e desempenho acadêmico

Atmospheric Environment 279 (2022) 119125



Contents lists available at ScienceDirect

Atmospheric Environment

journal homepage: [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)

- Dados do ENEM agregados por escola (**25.390 escolas**)
- Dados entre 2000 e 2020
- Dados de poluição monitorados por satélite
- Modelo estatístico com controle de efeito individual por escola (condições socioeconômicas da região etc.)

## Air quality around schools and school-level academic performance in Brazil



Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Cláudia Costa Saenger<sup>b</sup>, Rejane Ennes C.<sup>c</sup>,  
Lucijane Monteiro de Abreu<sup>d</sup>, Vanessa R.N. Cruvinel<sup>e</sup>

<sup>a</sup> School of Public Policy and Government, Fundação Getúlio Vargas Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>b</sup> University of Brasilia, School of Public Health Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>c</sup> University of Brasilia, Geoscience Institute Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>d</sup> University of Brasilia - Planaltina Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>e</sup> University of Brasilia - Ceilândia Brasília, Distrito Federal, Brazil

- A cada aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no  $\text{MP}_{2,5}$  está associado com uma redução de até **5,58 pontos** na nota do ENEM.
- A cada aumento de 10 ppb no  $\text{NO}_2$  está associado com uma redução de até **76,48 pontos** na nota do ENEM.

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

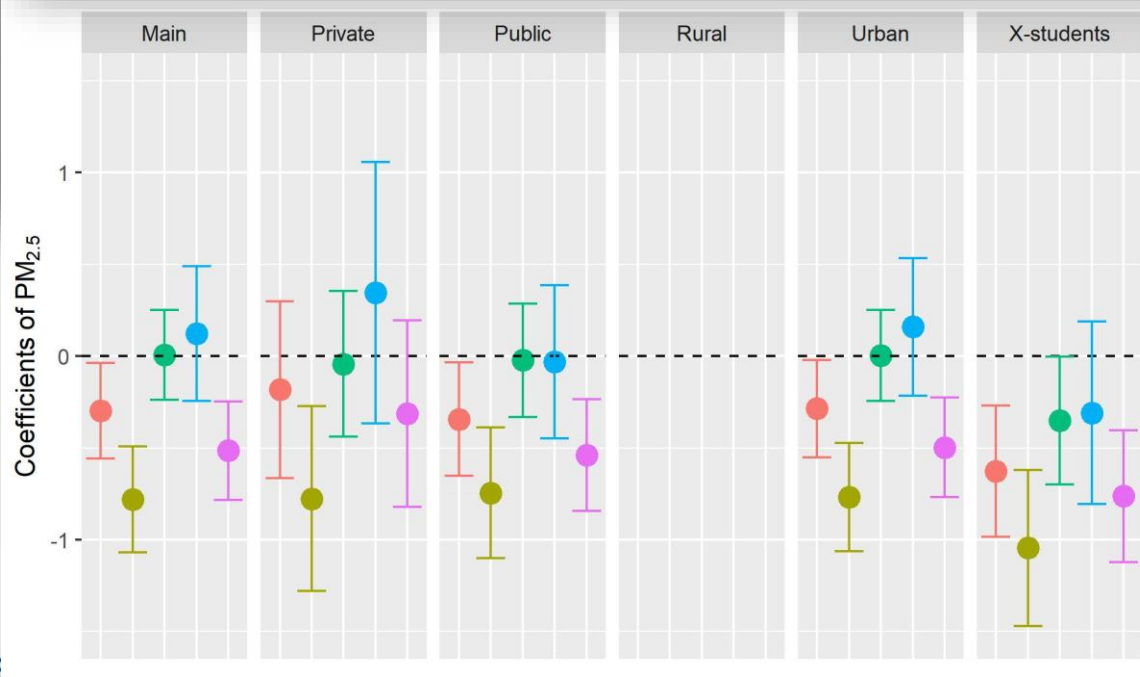
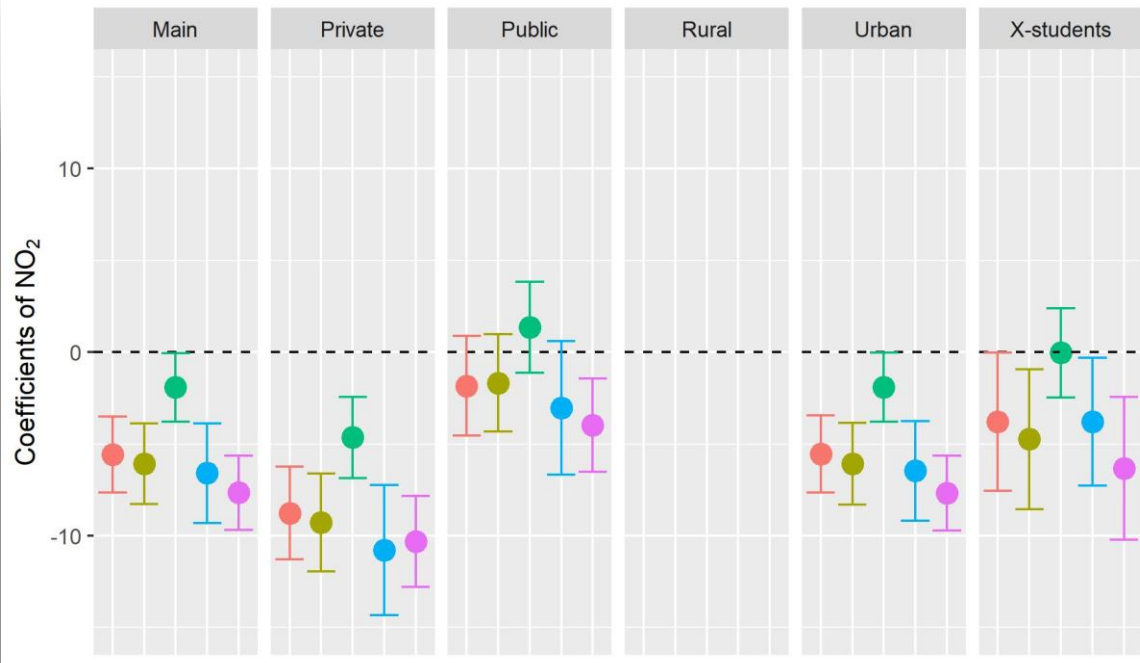
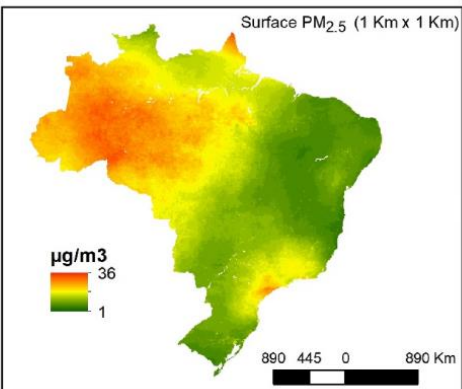
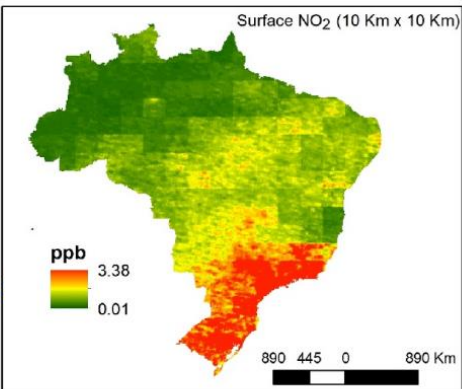
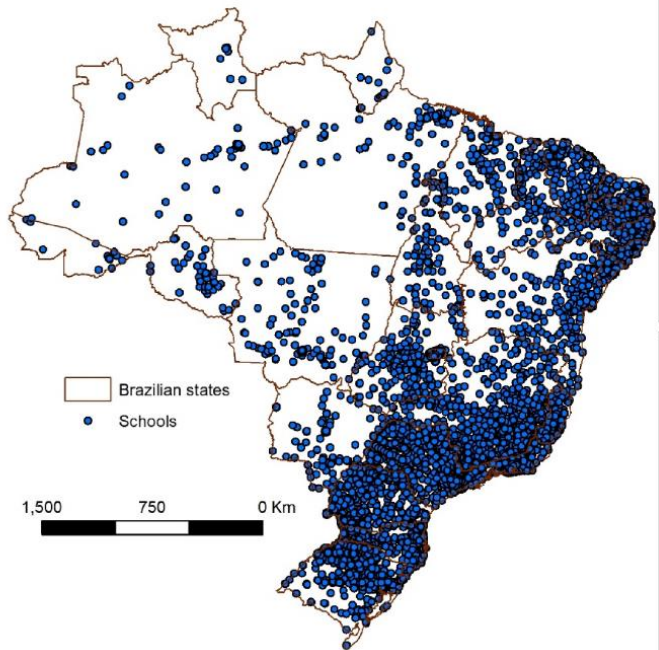


APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO





REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



## Qualidade do ar e desempenho acadêmico



- Dados do ENEM individuais por aluno (**15.443.772 alunos**)
- Dados entre 2000 e 2020
- Dados de poluição monitorados por satélite
- Modelo estatístico com controle de efeito individual por aluno (condições socioeconômicas do aluno etc.)

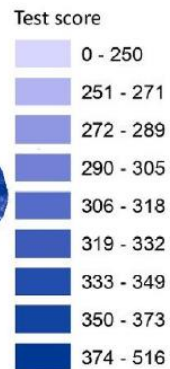
Air quality and individual-level academic performance in Brazil: A nationwide study of more than 15 million students between 2000 and 2020

Thiago N. Gardin, Weeberb J. Requia\*

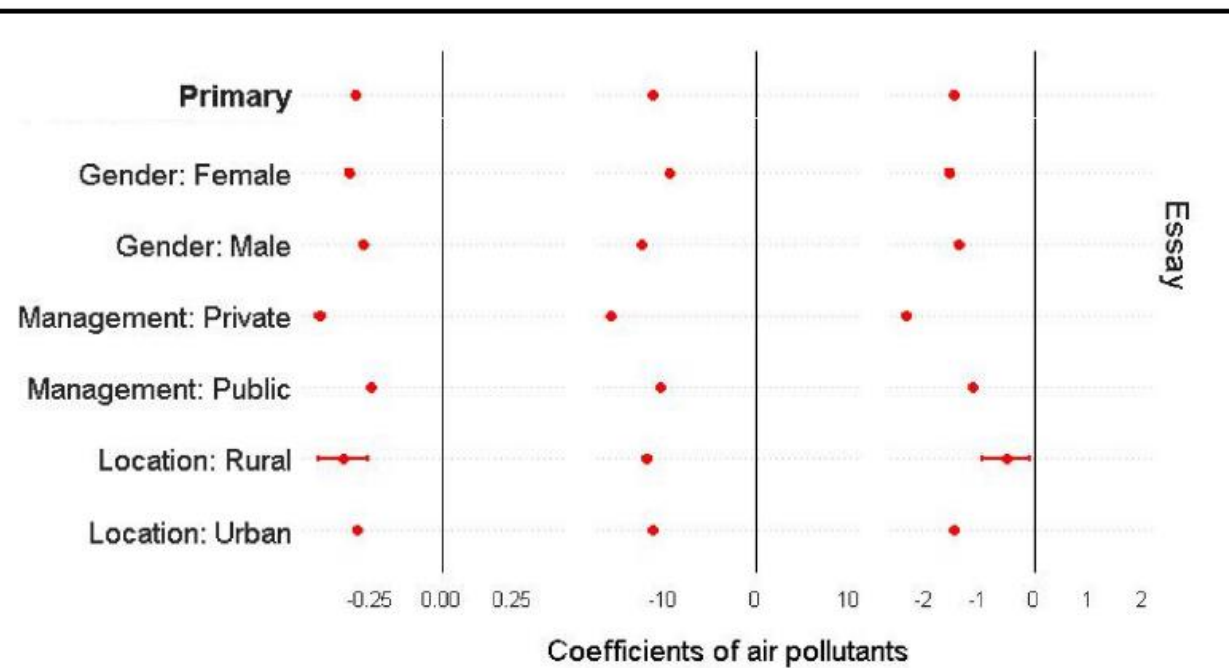
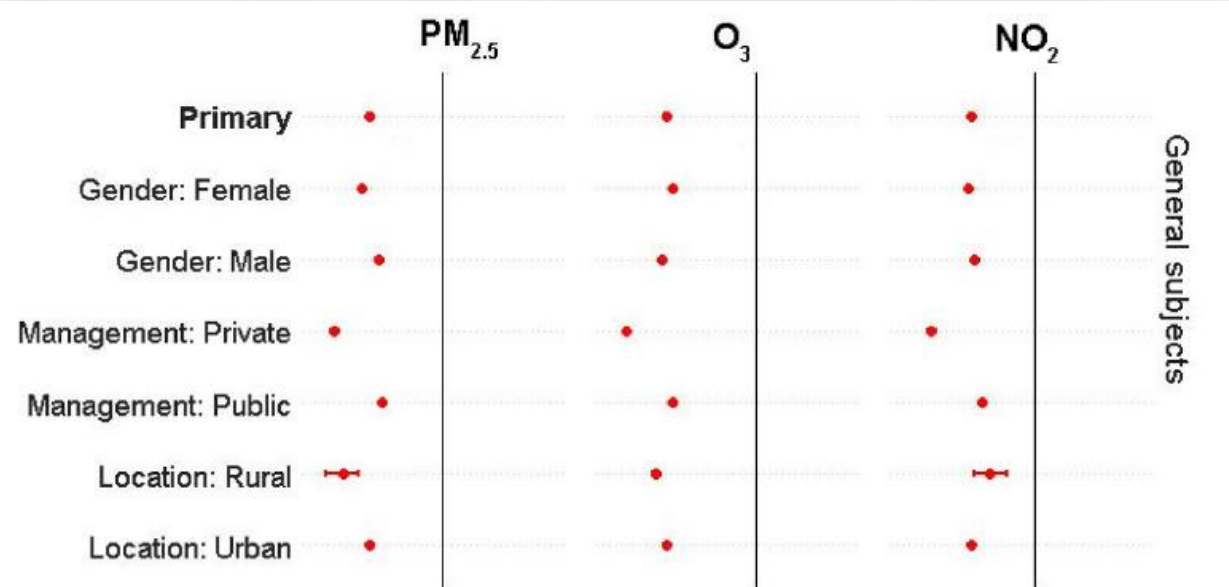
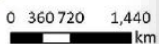
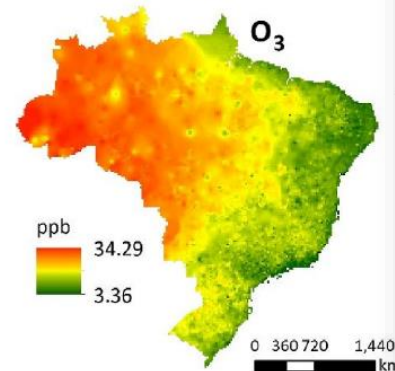
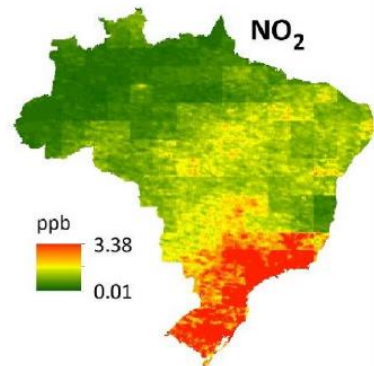
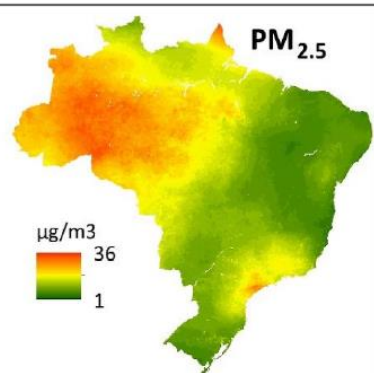
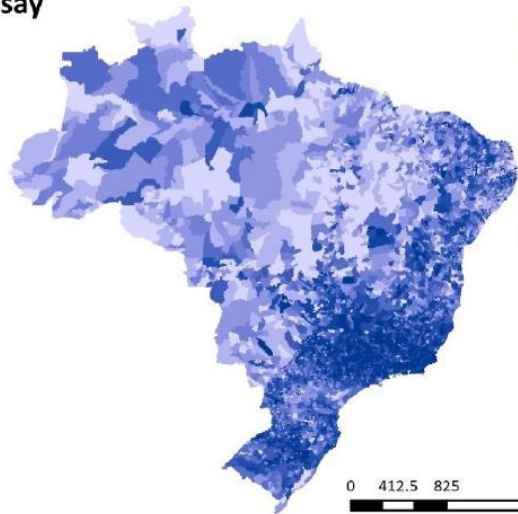
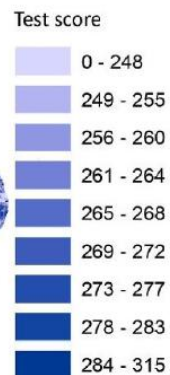
*School of Public Policy and Government, Fundação Getúlio Vargas Brasília, Distrito Federal, Brazil*

- Os resultados mostraram que a poluição do ar está associada com uma redução variando entre **0.13% e 5.39%** na nota do ENEM

### General subjects



### Essay



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



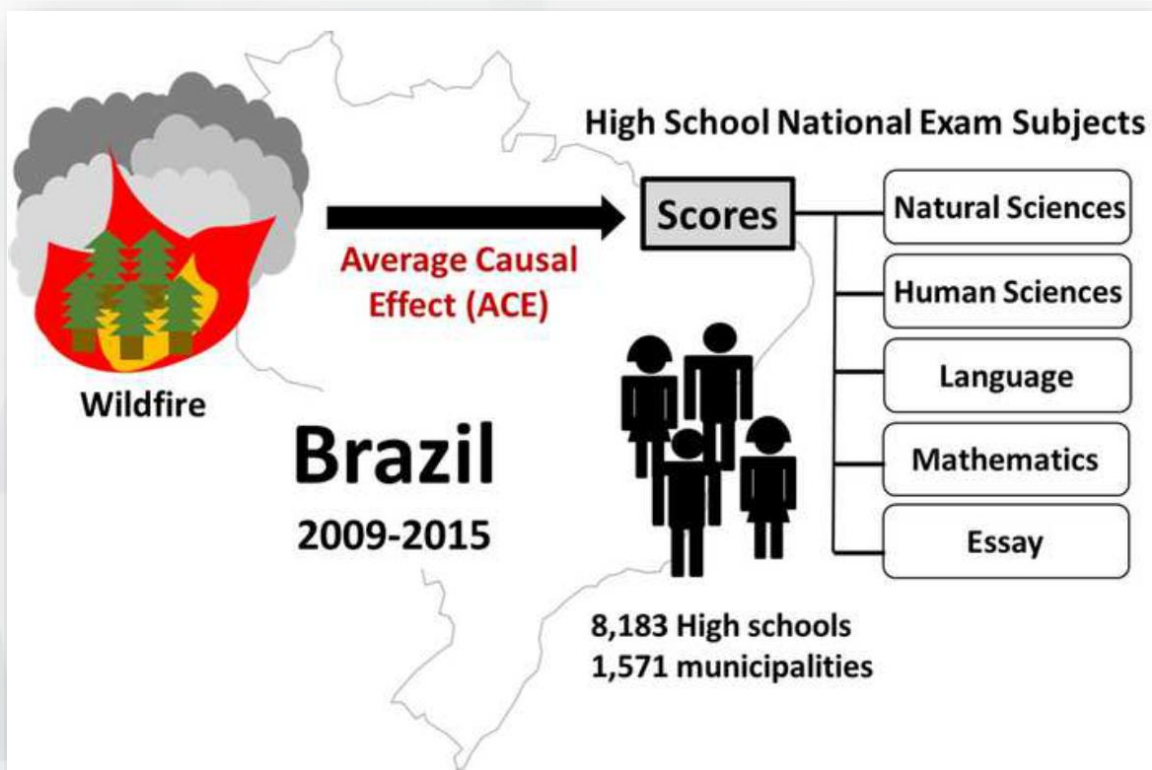
APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO



## Estudo em andamento:



## Qualidade do ar e desempenho acadêmico

Estimamos que em média, o desempenho no ENEM diminuiu **1.8%** quando houve um aumento na densidade de queimadas de **0,0035** focos de queimadas/km<sup>2</sup> (**primeiro quartil da amostra**) para **0,0222** focos de queimadas/km<sup>2</sup> (**terceiro quartil da amostra**).

# O que podemos fazer?

---

AIR QUALITY  
IN OUR SCHOOLS



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO



# Escolas atuais:

- Purificador de a



ORIGINAL RESEARCH article  
Front. Environ. Sci., 17 September 2021  
Sec. Toxicology, Pollution and the Environment  
Volume 9 - 2021 | <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.709718>

### Efficiency of Air Purifiers at Removing Air Pollutants in Educational Facilities: A Preliminary Study

Ewa Brągoszewska<sup>1\*</sup> Izabela Biedroń<sup>2</sup>

- Ventilação e filtração (taxa de renovação do

### A ventilation intervention study in classrooms to improve indoor air quality: the FRESH study

[Jeannette TM Rosbach](#), [Machiel Vonk](#), [Frans Duijm](#), [Jan T van Ginkel](#), [Ulrike Gehring](#) & [Bert Brunekreef](#)

*Environmental Health* **12**, Article number: 110 (2013) | [Cite this article](#)

- Políticas (transporte, controle de emissão, *drop off programs* etc.)



- Monitoramento da poluição do ar

Research Article | [Published: 26 July 2022](#)

### Air pollution exposure assessment at schools and playgrounds in Williamsburg Brooklyn NYC, with a view to developing a set of policy solutions

[Ana Maria Carmen Ilie](#), [Norma McCarthy](#), [Leslie Velasquez](#), [Masoom Moitra](#) & [Holger Michael Eisl](#)

- Criação de áreas verdes



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



omni-electronica



# Escolas atuais:

- Criação de áreas verdes



# O que podemos fazer?

Environmental Research 211 (2022) 113027



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Environmental Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)



Urban Forestry & Urban Greening 78 (2022) 127768

Contents lists available at [ScienceDirect](#)



## Urban Forestry & Urban Greening

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ufug](http://www.elsevier.com/locate/ufug)



### Green areas and students' academic performance in Brazil: An assessment of three greenness metrics

Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Matthew D. Adams<sup>b</sup>

<sup>a</sup> School of Public Policy and Government, Fundação Getúlio Vargas, Brasília, Distrito Federal, Brazil

<sup>b</sup> Department of Geography, Geomatics & Environment, University of Toronto Mississauga, Mississauga, Ontario, Canada

### Greenness around Brazilian schools may improve students' math performance but not science performance

Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Cláudia Costa Saenger<sup>b</sup>, Rejane Ennes Cicerelli<sup>c</sup>, Lucijane Monteiro de Abreu<sup>d</sup>, Vanessa R.N. Cruvinel<sup>e</sup>



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO

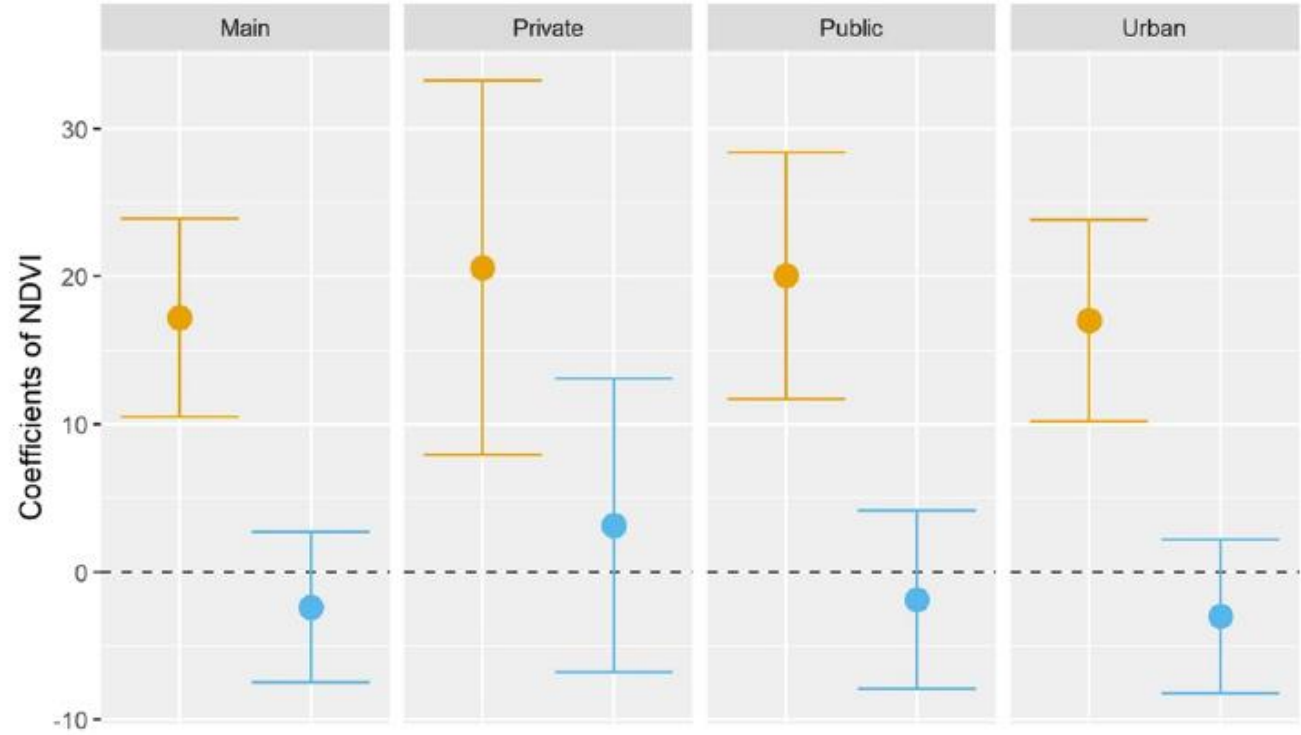
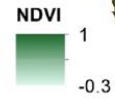
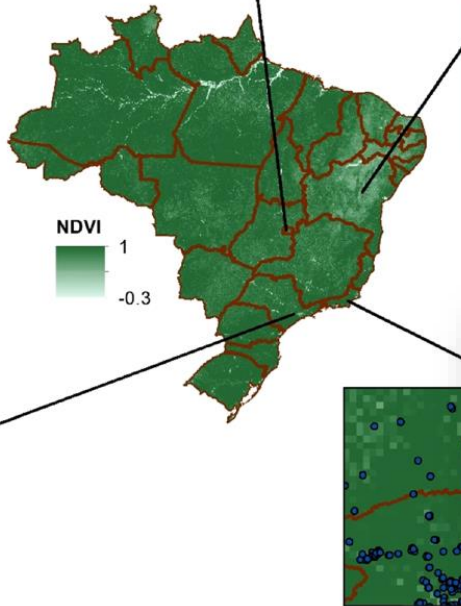
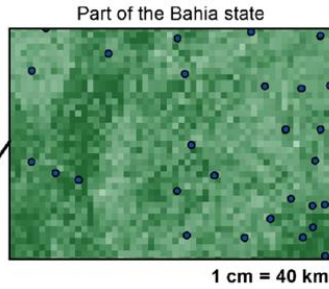
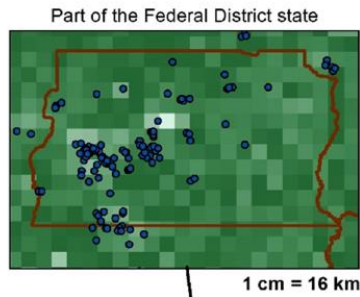






### Greenness around Brazilian schools may improve students' math performance but not science performance

Weeberb J. Requia<sup>a,\*</sup>, Cláudia Costa Saenger<sup>b</sup>, Rejane Ennes Cicerelli<sup>c</sup>, Lucijane Monteiro de Abreu<sup>d</sup>, Vanessa R.N. Cruvinel<sup>e</sup>



# Escolas atuais:



Science of The Total Environment

Volume 858, Part 2, 1 February 2023, 159813

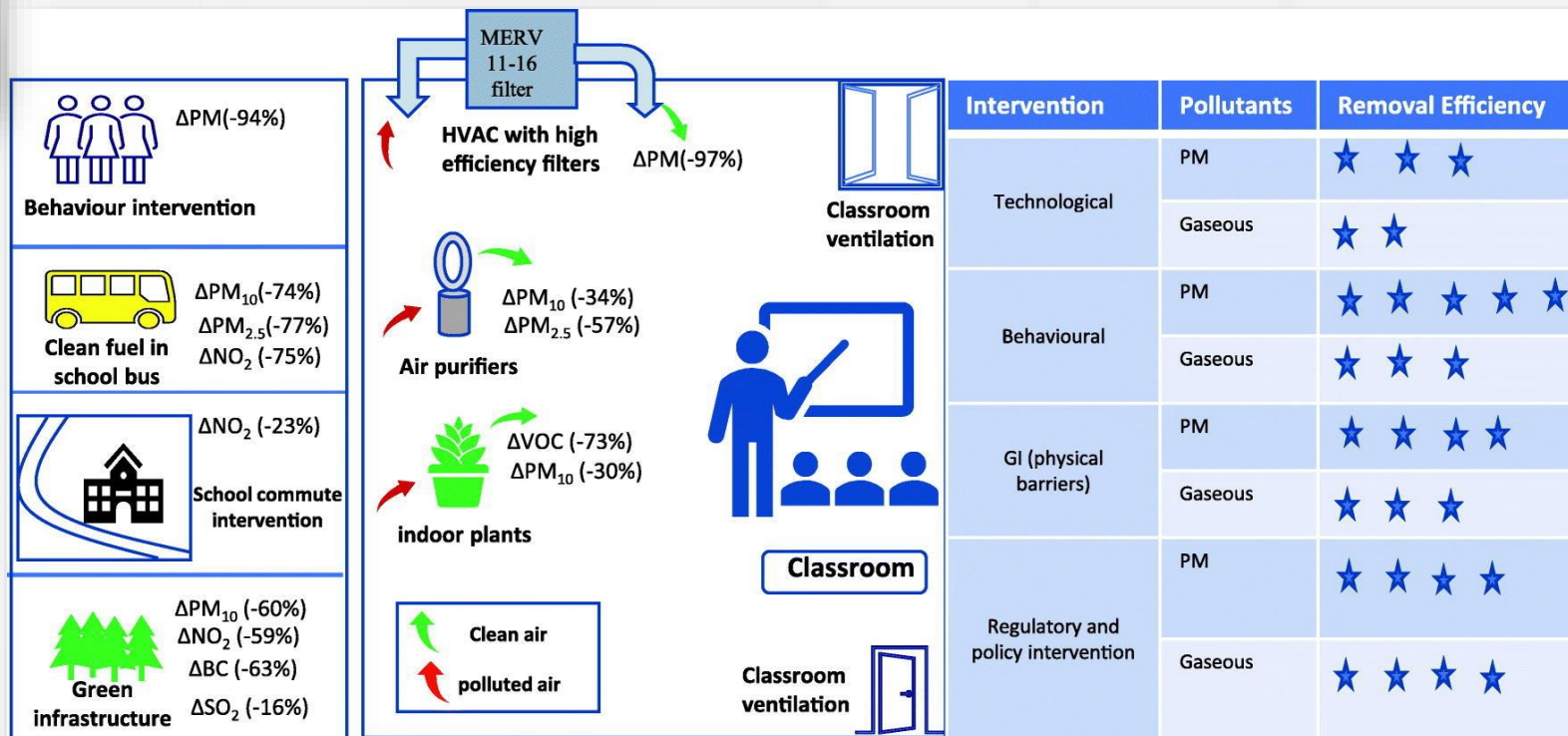


Review

## Interventions for improving indoor and outdoor air quality in and around schools

Nidhi Rawat, Prashant Kumar

# O que podemos fazer?



PM, particulate matter; BC, black carbon; SO<sub>2</sub>, sulphur dioxide; NO<sub>2</sub>, nitrogen dioxide; VOC, volatile organic compound; All the percentage values have been extracted from the respective articles discussed in the article. ★ sign shows the comparative reduction in PM and gaseous pollutants.

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO



## Escolas futuras:

- Melhor escolha da localização das escolas, considerando critérios relacionados à qualidade do ar, transporte e áreas verdes

## O que podemos fazer?



Journal of the Air & Waste Management Association >

Volume 65, 2015 - Issue 2

Technical Papers

### A spatial multicriteria model for determining air pollution at sample locations

Weeberb João Réquia Júnior ✉, Henrique Llacer Roig & Petros Koutrakis

Pages 232-243 | Accepted author version posted online: 14 Oct 2014, Published online: 21 Jan 2015

Download citation

<https://doi.org/10.1080/10962247.2014.971976>

Check for updates

REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO





Obrigado!

## A importância da qualidade do ar interno em ambientes de aprendizado

### Weeberb Réquia

Professor da Fundação de Getúlio Vargas, Escola de Políticas Públicas e Governo (EPPG) em Brasília  
Coordenador do Centro de Estudos em Meio Ambiente e Saúde Pública (FGVcemasp)

Contato:

[weeberb.requia@fgv.br](mailto:weeberb.requia@fgv.br)

Site do centro de pesquisa (FGVcemasp):

<https://eppg.fgv.br/centro-de-estudos-em-meio-ambiente-e-saude-publica-fgvcemasp>



REALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



APOIO INSTITUCIONAL



PATROCÍNIO

