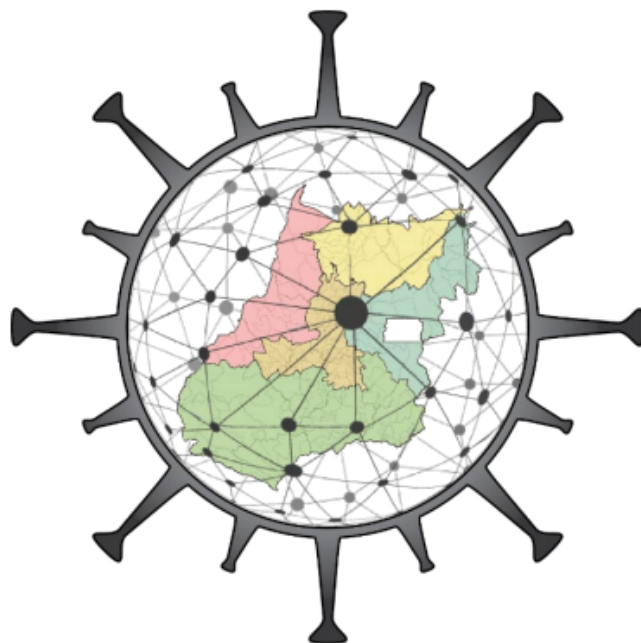




Nota Técnica



Previsão meteorológica e de qualidade do ar para o estado de Goiás

Dra. Julliana L. M. Freire (UFG)

Colaboradores:

Dra. Karla M. Longo (NASA/INPE)

Dr. Saulo R. Freitas (NASA/INPE)

David Tsai (IEMA)

Felipe Barcellos (IEMA)

Equipe LAPIG (UFG)

Contexto

Durante a estação seca, entre os meses de julho a outubro, na região central do Brasil, ocorrem inúmeras queimadas. A exemplo de várias outras regiões do Brasil, a mudança do uso da terra e o manejo da área produtiva no Estado de Goiás, muito frequentemente, ainda utiliza da prática de queima da biomassa da vegetação nativa e de resíduos agrícolas. A população das áreas urbanas, ainda nos dias atuais, também utiliza as queimadas como ferramenta de limpeza de resíduos em quintais e terrenos. Como resultado, todos os anos durante a estação seca ocorre uma degradação da qualidade do ar em vários municípios do Estado de Goiás. A fumaça proveniente das queimadas afeta a saúde humana, aumentando a incidência de doenças respiratórias como, asma, rinite, bronquite e doenças pulmonares crônicas. Grupos de risco como, crianças, idosos e pacientes com histórico de doenças cardiopulmonares são especialmente afetados.

A pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) vem promovendo já há meses a superlotação dos hospitais no Estado de Goiás, principalmente dos leitos nas unidades de terapia intensiva (UTI). A parcela da população mais vulnerável a COVID-19, compõe, tipicamente, o mesmo grupo de risco afetado pela poluição do ar. Com o início da estação de queimadas na região central do Brasil, o Estado de Goiás entrou em alerta para um possível colapso no sistema de saúde associado as doenças respiratórias causadas pela COVID-19 e que podem ser potencializadas pela degradação da qualidade do ar nesta época.

Diante disso, a UFG atentou para a importância de prover informações diárias sobre a qualidade do ar e condições meteorológicas nos diversos municípios do estado de Goiás. Este serviço permitirá um planejamento das atividades diárias da população para reduzir a exposição de pessoas do grupo de risco em dias de elevada degradação da qualidade do ar. Pretende-se ainda que estas informações possam subsidiar o planejamento da gestão do sistema de saúde no Estado de Goiás. O monitoramento diário do impacto das queimadas na qualidade do ar deverá também alertar a população e gestores para a premência de reduzir a ocorrência de queimadas no Estado.

Modelo GEOS-5

Os dados meteorológicos e de qualidade do ar utilizados nesta plataforma são provenientes do modelo numérico *Goddard Earth Observing System, version 5* (GEOS, Rienecker et al., 2008; Molod et al., 2015). O uso da modelagem numérica para calcular o índice de qualidade do ar se faz necessário devido, principalmente, a ausência de uma rede de observações densa para o Estado. O modelo GEOS foi desenvolvido e é mantido pela divisão de modelagem e assimilação de dados (GMAO) da Administração da Aeronáutica Nacional e do Espaço (NASA). O GEOS é um modelo oceano-atmosférico global, que integra as previsões de tempo e de qualidade do ar. O sistema operacional do GEOS roda atualmente com resolução horizontal de aproximadamente 25 km e 72 níveis verticais. Os dados consistem em análises diárias e previsões de qualidade do ar para até 10 dias a cada 3 horas e estão disponíveis no portal da NASA (<https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao/geos-fp/forecast/>). O modelo responsável pelo tratamento de

aerossóis no GEOS é o GOCART (Chin et al., 2002; Colarco et al., 2010). O GOCART contém os seguintes processos atmosféricos para simular os aerossóis: emissão, transporte (advecção e convecção), deposição seca, remoção úmida e crescimento higroscópico. As emissões de aerossóis de queimadas utilizada pelo sistema GEOS são provenientes de inventários, que são construídos a partir de dados estimados via satélite e medidas *in situ*.

Qualidade do ar

A qualidade do ar é diretamente afetada pela distribuição e intensidade das emissões de poluentes atmosféricos por processos industriais, geração de energia, veículos automotores e queimadas. De forma geral, a qualidade do ar é produto da interação de um complexo conjunto de fatores dentre os quais destacam-se a magnitude das emissões, a topografia e as condições meteorológicas da região, favoráveis ou não à dispersão dos poluentes. As queimadas produzem majoritariamente vapor d'água e dióxido de carbono (CO_2), além de ser uma fonte importante de material particulado e vários outros compostos químicos, tais como monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis, óxidos de nitrogênio (NO_x) e hidrocarbonetos halogenados. Na presença da radiação solar e altas concentrações de NO_x , a oxidação de CO e hidrocarbonetos levam a formação do ozônio (O_3).

O material particulado, especialmente as partículas com diâmetro inferior a $2,5\mu\text{m}$ ($\text{MP}_{2,5}$), é um dos principais poluentes do ar de preocupação para saúde pública. O MP é um termo genérico usado para partículas suspensas no ar, sendo uma mistura de partículas sólidas e gotículas. Devido ao seu tamanho, essas partículas são inaláveis, podendo atingir os alvéolos pulmonares e até chegar a corrente sanguínea. As partículas finas também impactam a visibilidade, o que pode representar um sério risco quando a fumaça atravessa rodovias e aeroportos. Os eventos de queimadas podem ocorrer de forma inesperada e podem se espalhar por milhares de quilômetros de forma lenta ou extremamente rápida, dependendo das condições atmosféricas. Esses eventos podem durar semanas ou meses, impactando severamente a qualidade do ar de áreas locais e remotas. Por isso, é importante monitorar a qualidade do ar durante os episódios de queimadas, principalmente durante a estação seca.

Para avaliar os efeitos das queimadas na qualidade do ar, utilizamos um indicador denominado de Índice de Qualidade do Ar (IQA). O IQA foi calculado em função da concentração média, em 3 horas, do $\text{MP}_{2,5}$ na superfície e classificado em 6 categorias: boa, moderada, ruim, ruim para grupos de risco, péssimo e crítico. Os limiares utilizados para classificar a qualidade do ar, mostrados na Tabela 1, são específicos para poluição de queimadas. Os níveis de fumaça podem mudar substancialmente ao longo do dia, portanto, para que o público possa planejar sua exposição ao ar livre e evitar os piores períodos de fumaça, as previsões de qualidade do ar estão disponíveis a cada 3 horas para 3 dias subsequentes.

Nesta plataforma, o IQA é baseado em dados de concentração de $\text{MP}_{2,5}$ previsto por um modelo numérico de previsão de tempo e qualidade do ar. Isso significa que o IQA representa uma média na célula de grade do

modelo, que no caso é de 25 km x 25 km. Além disso, como em qualquer modelo de previsão, as estimativas estão sujeitas a erros e tornam-se imprecisas a longo prazo. Portanto, recomenda-se cautela na utilização desta informação. Ainda assim, o mapa com previsões de qualidade do ar, além de alertar a população em geral no planejamento de suas atividades ao longo do dia, pode ser útil em diversos setores da sociedade. Por exemplo, para que as escolas possam planejar suas atividades ao ar livre. Na Tabela 1 apresenta-se um resumo dos efeitos na saúde e das recomendações e ações preventivas para as 6 categorias do IQA.

Tabela 1 – Efeitos na saúde e recomendações/ações de saúde preventivas para a população para cada categoria do IQA.¹

IQA Categorias	MP2.5 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) (1-3hs média)	Efeitos na Saúde	Recomendações / ações de saúde preventivas
Boa (0 – 50)	0 – 38	Nenhum esperado	Nenhuma
Moderada (51 – 100)	39 – 88	Possível agravamento das doenças cardíacas ou pulmonares	Pessoas extremamente sensíveis devem evitar atividades prolongadas ao ar livre. Pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares devem ficar atentas a sintomas como, tosse, falta de ar, náuseas, fadiga incomum e tontura. Se os sintomas forem persistentes deve-se entrar em contato com um médico.
Ruim (Grupo de risco) (101 – 150)	89 – 138	Aumento da probabilidade de sintomas respiratórios ou cardíacos. Agravamento de doenças cardíacas e pulmonares. Mortalidade prematura de pessoas do grupo de risco com doenças cardíacas ou pulmonares.	Pessoas do grupo de risco devem limitar/evitar esforços físicos e o tempo de exposição ao ar livre. Qualquer pessoa com problemas cardíacos ou pulmonares expostos à fumaça, com sintomas de tosse, falta de ar, dor no peito, palpitações cardíacas, fadiga incomum ou tontura, devem procurar atendimento médico.
Ruim (151 – 200)	139 – 351	Aumento do agravamento de doenças cardíacas ou pulmonares e mortalidade prematura em pessoas do grupo de risco. Problemas respiratórios elevados para a população em geral.	Todos devem reduzir atividades físicas prolongadas. Pessoas do grupo de risco devem evitar atividades físicas e exposição ao ar livre. Pessoas com sintomas de doenças pulmonares ou cardíacas devem

			procurar atendimento médico urgente.
Péssima (201 – 300)	352 – 526	Agravamento significativo de doenças cardíacas e pulmonares. Mortalidade prematura em pessoas do grupo de risco. Aumento de problemas respiratórios na população em geral.	Todos devem evitar qualquer uso do ar livre e atividades físicas. Pessoas do grupo de risco devem, se possível, se mudar temporariamente para um local afastado da área afetada. Se isso não for possível, permanecer em ambientes fechados e de preferência com ar filtrado, manter o nível de esforço físico mínimo. Pessoas com sintomas de doenças pulmonares ou cardíacas devem procurar atendimento médico urgente.
Crítica (> 300)	> 526	Agravamento significativo de doenças cardíacas e pulmonares. Mortalidade prematura em pessoas do grupo de risco. Significativo aumento de problemas respiratórios na população em geral.	Mesmas recomendações da categoria acima.

¹ Os limiares da Tabela 1 são baseados no relatório de queimadas da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, Sigla do inglês – Environmental Protection Agency). <https://www.epa.gov/pm-pollution>

Referências

Chin, M.; Ginoux, P.; Kinne, S.; Torres, O.; Holben, B. N.; Duncan, B. N.; Martin, R. V.; Logan, J. a.; Higurashi, A.; Nakajima, T. Tropospheric aerosol optical thickness from the GOCART model and comparisons with satellite and sun photometer measurements. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 59, n. 3, p. 461–483, 2002.

Colarco, P.; Da Silva, A.; Chin, M.; Diehl, T. Online simulations of global aerosol distributions in the NASA GEOS-4 model and comparisons to satellite and ground-based aerosol optical depth. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 115, n. 14, 2010.

Rienecker, M.; Suarez, M.; Todling, R.; Bacmeister, J.; Takacs, L.; Liu, H.-C.; Gu, W.; Sienkiewicz, M.; Koster, R.; Gelaro, R.; Stajner, I.; Nielsen, J. **The GEOS-5 data assimilation system-documentation of versions 5.0.1, 5.1.0, and 5.2.0**. [S.l.]: Washington: NASA, 2008. [51](#)

Molod, A.; Takacs, L.; Suarez, M.; Bacmeister, J. Development of the GEOS-5 atmospheric general circulation model: evolution from MERRA to MERRA2. **Geoscientific Model Development**, v. 8, n. 5, p. 1339–1356, 2015.