



Redução dos níveis de dióxido de nitrogênio no ar atmosférico: uma boa notícia durante pandemia

Repetidamente, tem sido noticiada na mídia a redução dos níveis de dióxido de nitrogênio (NO_2) no ar atmosférico em várias regiões da Terra, a qual é associada com a situação de isolamento social horizontal adotada para o enfrentamento da pandemia causada pelo coronavírus, COVID-19. O que significa a redução da concentração dessa substância química no ar atmosférico durante esse período?

A busca de respostas a essa pergunta exigiu o entendimento a respeito de como a contaminação do ar atmosférico pelas substâncias químicas tem se comportado no decorrer do tempo, a qual, de maneira sucinta, será descrita a seguir.



A contaminação da atmosfera tem sido uma indesejável consequência das atividades humanas, desde a descoberta do fogo. Os problemas relacionados com a contaminação do ar adquiriram maior proporção com o incremento da urbanização, sobretudo, quando o carvão era utilizado como principal fonte de energia, o que criava sobre as cidades uma atmosfera contaminada por fumaça sulfurosa.

A partir do século XIII, em Londres, esforços foram feitos, periodicamente, para proibir a queima do carvão, porém, não tiveram êxito porque a maioria da população aceitava a contaminação atmosférica como parte inerente da vida urbana.

A industrialização e o desenvolvimento tecnológico adicionaram uma segunda dimensão a contaminação do ar atmosférico. Apareceram as usinas termelétricas, as siderúrgicas, as refinarias de óleo e as metalúrgicas. A química sintética aprimorou-se e surgiram fábricas de matérias-primas usadas na produção de uma grande variedade de materiais, com os quais, contamos hoje no nosso dia a dia.

Neste processo de desenvolvimento pouca atenção foi dada aos efeitos produzidos pela contaminação ao meio ambiente. Em geral, ela não só era reconhecida, mas também, encarada como um sinal de prosperidade econômica. Finalmente, o advento do automóvel adicionou uma terceira dimensão a contaminação do ar atmosférico.

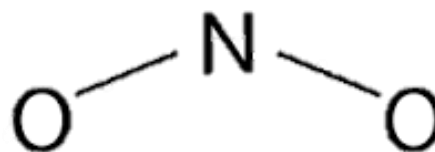


Figura 1: Estrutura molecular do dióxido de nitrogênio

Atualmente, em termos de toneladas de substâncias químicas lançadas anualmente na atmosfera, quatro fontes de emissão respondem por cerca de 90% da contaminação total; são elas: a queima de combustíveis em veículos automotores, a queima de combustíveis em fontes estacionárias, principalmente as industriais e em fontes domésticas, diversos processos ou atividades industriais e a queima de lixo. É importante ressaltar que sozinha a queima de combustíveis em veículos automotores, especialmente em automóveis movidos a gasolina é responsável por cerca de 60% desse total. Cinco tipos de substâncias químicas compõem cerca de 98% da contaminação global; são elas: o monóxido de carbono (CO), os óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, material particulado e os óxidos de nitrogênio, todas elas potencialmente nocivas para a saúde do homem e do planeta.

Diante do exposto, é evidente que a contaminação do ar atmosférico não é um problema novo. No entanto, tornou-se um problema de grande importância atual. Por isso, esforços têm sido feitos em todo o mundo, inclusive no Brasil, no sentido de estabelecer concentrações limites para a presença desses contaminantes no ar atmosférico, abaixo das quais não são observados efeitos nocivos na população humana exposta. Tais concentrações, que representam padrões de segurança definidos legalmente, são tomadas como base racional para a realização da avaliação e controle da qualidade do ar por meio do procedimento de monitoramento ambiental.

No Brasil, a Resolução de número 003 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de 28/06/1990 estabelece tais concentrações limites, designadas como padrões de qualidade do ar, para os indicadores de qualidade do ar eleitos como representantes de cada um dos principais tipos de contaminantes referidos anteriormente. Os óxidos de nitrogênio, monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂), são gases gerados durante a queima de combustíveis fósseis, os quais são lançados em maior quantidade na atmosfera pelos escapamentos de veículos automotores, especialmente os automóveis movidos a gasolina. Importante ressaltar que esta também é, quantitativamente, a principal fonte de emissão do CO e de hidrocarbonetos.

O dióxido de nitrogênio é o indicador da qualidade do ar para a emissão dos óxidos de nitrogênio escolhido, porque no ar, o NO, por ser quimicamente muito instável, é rapidamente convertido em NO₂, por meio de sua reação com o oxigênio (O₂). Com respeito ao seu potencial de toxicidade, o NO₂ é um agente irritante, ou seja, capaz de causar inflamação dos tecidos com os quais entra em contato. Quando inalado, devido a sua lipofilicidade, alcança porções periféricas dos pulmões onde exerce sua ação tóxica.

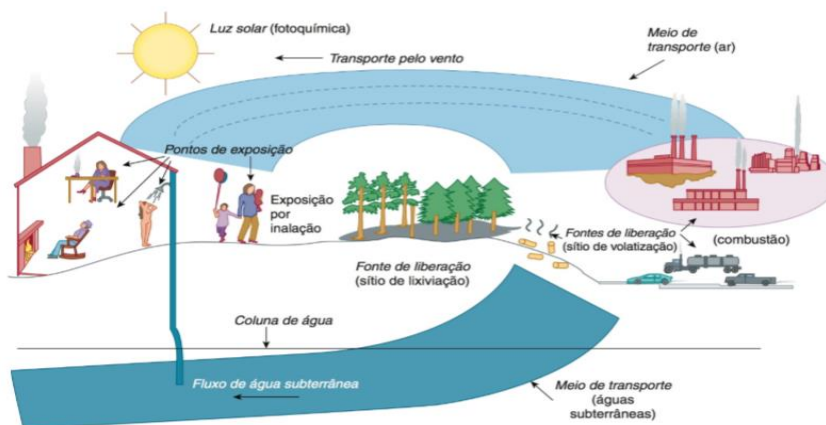


Figura 2: Fatores que contribuem para a exposição aos poluentes atmosféricos. Fonte: KLASSEN, C.D. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poison, 8th. Mc Graw-Hill Education, 2013.

Em exposições agudas, quando há a inalação de altas concentrações em um curto prazo (exposição única ou repetida por um período de no máximo 24 horas), pode causar edema pulmonar por estresse oxidativo, visto que é capaz de oxidar macromoléculas como proteínas e ácidos graxos poli-insaturados constituintes da membrana citoplasmática das células, iniciando o processo de lipoperoxidação, que pode danificar a membrana ou causar sua completa destruição, por suprimir os sistemas antioxidantes de proteção celular.

De outra maneira, a exposição repetida a longo prazo, a concentrações excessivas (acima do padrão de segurança), porém insuficientes para produzir efeitos agudos, podem levar ao desenvolvimento de enfisema pulmonar. O NO_2 é, também, associado ao aumento da suscetibilidade à bronquite e à asma e, além disso, é implicado na formação de nitrosaminas (substâncias carcinogênicas) nos pulmões.

É importante ressaltar que além da sua capacidade de produzir efeitos tóxicos, como os referidos anteriormente, o NO_2 , estando na atmosfera, pode reagir com constituintes normais ou outros contaminantes ali presentes, resultando a formação de outros compostos, também nocivos para a saúde do homem e do meio ambiente, tais como o ácido nítrico (HNO_3) e nitratos, os quais são implicados na formação de chuvas ácidas. Outro grupo de agentes tóxicos encontrados com frequência em ar poluído são os oxidantes fotoquímicos, ozônio (O_3), peroxiacilnitrato (PAN) e os aldeídos, formaldeído (CH_2O) e acroleína ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$), todos gerados a partir de reações fotoquímicas que ocorrem na atmosfera, envolvendo o NO_2 e hidrocarbonetos.

Embora aqui, estejam em foco os compostos de nitrogênio, é importante enfatizar que no ar poluído, estes e todos os outros principais tipos contaminantes referidos anteriormente podem ser encontrados em mistura, em concentrações que variam dependendo das fontes emissoras presentes no meio ambiente. Todos esses contaminantes são potencialmente tóxicos, diferindo no entanto, com respeito ao mecanismo por meio do qual exercem sua toxicidade.

Assim, os principais efeitos agudos atribuídos a poluição do ar são, principalmente, lacrimejamento, dificuldade respiratória e diminuição da capacidade física. De outro modo, conhecendo a potencial toxicidade dos principais contaminantes do ar atmosférico, é possível afirmar que a exposição prolongada ao ar poluído pode resultar no agravamento e aumento da incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares, especialmente nas populações urbanas. Lembrando aqui, que os grupos mais suscetíveis aos efeitos da poluição do ar na população humana são os indivíduos portadores de doenças respiratórias, cardiovasculares, idosos, crianças e gestantes. Diante do exposto, a poluição deve ser considerada como um fator que pode contribuir para o agravamento da infecção por coronavírus (COVID-19).

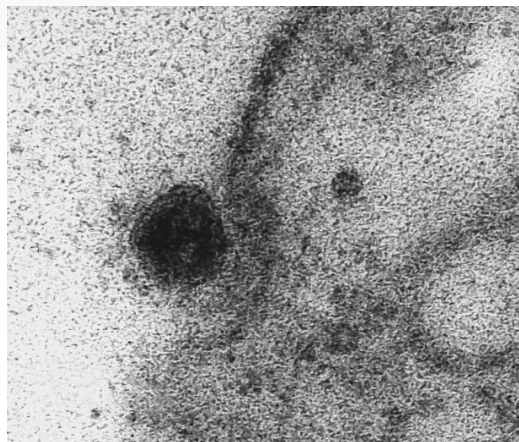


Figura 3: Imagem de microscopia eletrônica de transmissão produzida pelo Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) mostra, em detalhe, o momento exato em que uma célula é infectada pelo novo coronavírus (Sars-CoV-2). Fonte: Fundação Oswaldo Cruz

Os vírus da família coronavírus causam infecções respiratórias, que podem se apresentar por sintomas semelhantes ao de um resfriado comum, na maioria da população, mas podem, também, ocasionar doenças mais graves, como a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS) e a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), cuja gravidade pode ser ainda maior na presença de fatores de risco como pressão alta, doenças respiratórias crônicas, problemas cardíacos, diabetes, e pessoas com o sistema imunológico comprometido.

O coronavírus tem grande poder de disseminação. Sua transmissão se dá através de uma pessoa doente para outra ou por contato por meio de superfícies contaminadas. Sendo assim, devido à pandemia (COVID) em curso neste ano de 2020, muitos países decidiram adotar o isolamento social horizontal, por ser a única medida, que até o momento, se mostrou capaz de reduzir a transmissão comunitária. Para isso, tem sido estabelecida a paralização de todos os serviços não essenciais e não relacionados à saúde, como o fechamento de escolas, comércios, indústrias e mudanças no transporte público, com o objetivo de evitar aglomerações e, conseqüentemente, a rápida propagação do vírus, o que pode ocasionar o colapso dos sistemas de saúde nesses países.

Com a diminuição das atividades humanas, houve uma expressiva melhora na qualidade do ar em regiões urbanas. Em diversos países, já foi reportada a redução dos níveis tanto do NO₂ como do CO no ar atmosférico. Segundo dados publicados pelo Instituto Água e Terra do Paraná (IATP), o isolamento social nesse estado teve início no dia 20 de março, e entre os dias 15 e 20 de março, a média das concentrações diárias de NO₂ no ar da cidade foi de 14,31 partes por bilhão (ppb), enquanto nos dias de 21 a 26 de março, a média das concentrações foi de apenas 8,61 ppb, havendo uma redução de aproximadamente 40%.

A queda da poluição do ar foi uma consequência positiva do isolamento social, visto que a previsão do IATP seria uma alta concentração de poluentes nessa mesma época do ano, especialmente no mês de março, quando o ar está mais seco em Curitiba e, por isso, os gases tendem a permanecer por mais tempo na atmosfera.

Apesar das consequências negativas devido a diminuição do deslocamento de pessoas pelas cidades, como declínio econômico, transtornos psicológicos, entre outros, a expectativa é de que a população e o meio ambiente possam presenciar um aumento da qualidade do ar, bem como diminuição da acidez das águas ocasionadas pelo dióxido de nitrogênio e outros poluentes, o que contribuir para um melhor enfrentamento da pandemia da COVID-19.

Referências Bibliográficas

1. OGA, Seizi. **Fundamentos de toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.
2. **Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA**, Resolução Nº 03/1990
3. **Isto é dinheiro**. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/qualidade-do-ar-melhora-com-isolamento-social-no-rio/>>. Acesso em 31/03/2020 às 15:50.
4. **Portal Globo**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2020/03/31/coronavirus-poluicao-do-ar-em-curitiba-cai-apos-medidas-de-isolamento-social.ghtml>>. Acesso em 01/04/2020 às 21:20h.
5. **Ministério da Saúde**. Disponível em: <[https://coronavirus.sau de.gov.br/](https://coronavirus.sau.de.gov.br/)>. Acesso em 31/03/2020 às 15:40.
6. **World Health Organization**. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>>. Acessado em 01/04/2020 às 21:15h.
7. FELLEBERG, Gunter. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. Editora EPU. 1980
8. CASARETT and Doull's **toxicology: the basic science of poisons**. 7. ed. New York: McGraw-Hill Medical, c2008. xv, 1309 p. ISBN 0-07-147051-4



Visite nosso site em www.cetox.ufc.br

Equipe Editorial:

Acadêmicos:

Camila Gadelha Pinheiro

Larissa Holanda Dantas

Victória da Silva Costa

Hendyelle Rodrigues Ferreira e Silva

Farm. Gabriela Pereira de Salles

Prof. Dr. Paulo Sérgio Dourado Arrais

Profª Drª Maria Augusta Drago Ferreira

