

Nitrato e Nitrito

Identificação da substância

Fórmula química: Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-)

Nº CAS (respectivamente): 14797-55-8, 14797-65-0

Sinônimos (respectivamente): íon Nitrato, íon Nitrito

Descrição e usos

O nitrato (NO_3^-) e o nitrito (NO_2^-) ocorrem naturalmente no ambiente como espécies iônicas. Podem ter origem a partir de rochas ígneas e vulcânicas, da decomposição de animais e de vegetais e fazem parte do ciclo do nitrogênio. Os sais inorgânicos de nitrato e de nitrito são pouco reativos e bastante solúveis em água; os íons nitrato e nitrito são encontrados completamente dissociados na água, sendo que o nitrito é rapidamente oxidado para nitrato, que é a forma mais estável. Na natureza, as plantas utilizam nitrato como um nutriente essencial; no corpo humano, nitrato e nitrito estão presentes em todos os órgãos, participando de várias reações.

Comercialmente, ambos estão presentes na forma de sais, como nitrato de sódio, nitrito de sódio, nitratos de cálcio, de prata, de amônio e de potássio. Estes dois últimos são utilizados em fertilizantes inorgânicos, na agricultura e plantios florestais, em função da necessidade dos nutrientes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) para o desenvolvimento das espécies vegetais. Outros usos específicos de nitrato e nitrito de sódio estão na sua adição como conservantes de alimentos, principalmente de produtos cárneos e embutidos, e nos processos de cura em queijos e peixes, com o intuito de inibir a proliferação de microrganismos. Também são empregados na fabricação de munição, explosivos e fogos de artifício. O nitrito de sódio é utilizado em medicamentos e em tratamentos terapêuticos, como por exemplo, no tratamento para hipertensão arterial pulmonar.

Comportamento no ambiente

Os íons nitrato e nitrito ocorrem nos ambientes terrestres e aquáticos como parte do ciclo biogeoquímico do nitrogênio (N). O ciclo do nitrogênio reúne uma série de transformações realizadas, em grande parte, por microrganismos, para converter o nitrogênio atmosférico (N_2) em fontes assimiláveis de nitrogênio pelas plantas (NH_4^+ e NO_3^-), que as utilizam para

seu desenvolvimento. Bactérias do gênero *Rhizobium*, *Azobacter* e *Clostridium* e certas cianobactérias realizam a etapa de fixação biológica do N_2 , seguida da amonificação e nitrificação. Em paralelo, parte do NO_3^- é utilizado por bactérias anaeróbias desnitrificantes do solo que utilizam o nitrato e compostos de carbono (C) como fonte de energia, liberando como produtos do metabolismo os gases CO_2 e N_2 para a atmosfera, fechando o ciclo. No entanto, a ação antrópica pode colocar esse ciclo em desequilíbrio, gerando contaminações por nitrato e nitrito. As principais fontes de contaminação por nitrato provêm da geração de efluentes industriais e domésticos, de resíduos e efluentes das atividades agroindustriais (vinhaça gerada na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar) e agropastoris (dejetos animais da avicultura, suinocultura e piscicultura) e da contaminação por fossas sépticas e por aterros sanitários mal operados.

Nas águas superficiais, o nitrato se caracteriza como a principal forma de nitrogênio presente, dada sua estabilidade. Os íons nitrito (NO_2^-), amônio (NH_4^+) e amônia (NH_3) são encontrados em concentrações bem mais baixas. A amônia é precursora de nitrito que, rapidamente é oxidado a nitrato, num processo em duas etapas, conhecido como nitrificação, ocasionando a alteração da qualidade das águas para consumo humano. O inverso, o nitrato ser reduzido a nitrito, pode ocorrer em menor escala, por meio de processos biológicos, como a ação de bactérias do gênero *Nitrosomonas*. A contaminação de corpos d'água superficiais por compostos nitrogenados e fósforo (esgoto) pode levar ao processo de eutrofização, caracterizado pelo aumento da concentração de nutrientes, que favorece a multiplicação acelerada de algas e cianobactérias, resultando no desequilíbrio do meio aquático (baixa concentração de oxigênio e diminuição da passagem da luz).

No solo, a presença de nitrato e nitrito pode advir de rochas naturais; de atividades industriais de produção e do uso de fertilizantes, aplicados em quantidade superior à capacidade de assimilação da cultura agrícola. Dependendo das condições do solo e de suas propriedades, pequena parcela dos compostos nitrogenados permanece ligada à matéria orgânica e outra maior é lixiviada como NO_3^- para as águas subterrâneas, principalmente em solos com alta permeabilidade (arenosos) e encontrado em poços rasos (freáticos). A alteração da qualidade das águas subterrâneas por nitratos é dificilmente restaurada.

Parte do nitrogênio contido nos fertilizantes também é perdido para a atmosfera, com a formação de compostos voláteis, principalmente amônia (NH_3) e óxido nítrico (NO), que sofrem oxidação a ácido nítrico (HNO_3) ou a nitratos orgânicos.

Na forma de aerossóis, esses gases e seus produtos podem ser transportados pelo vento, sofrer outras reações químicas, provocar chuva ácida e serem depositados de volta à superfície (solo ou água), ocasionando a alteração desses meios e de ecossistemas. De forma semelhante, somam-se a essas transformações para nitrato, as atividades de queima de combustíveis fósseis (carvão, óleo diesel, gás natural e gasolina), produção de energia em usinas e caldeiras, operação de incineradores e fornos e o tráfego de veículos automotores.

O uso de inoculantes agrícolas contendo bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium* em culturas de espécies de leguminosas (soja, feijão e ervilha) representa ganho ambiental, com menor impacto do nitrato no solo e nas águas subterrâneas. Essa simbiose promove, além da maior retenção dos compostos nitrogenados no solo e nos nódulos das plantas, o uso de nitrogênio gasoso da atmosfera (N₂), em troca do emprego de fertilizantes nitrogenados.

Exposição humana e efeitos na saúde

A principal via de exposição humana ao nitrato e ao nitrito ocorre pela ingestão de alimentos e água. Em geral, as principais fontes estão numa dieta rica em produtos cárneos e curados (nitrito) e no consumo de vegetais, especialmente as folhosas (nitrato e nitrito). No entanto, em certas localidades, a água para consumo humano pode constituir a principal fonte de nitrato e, ocasionalmente, de nitrito. O nitrato é parte do ciclo de nitrogênio no corpo humano, em que a maior parcela é excretada na urina e pequenas parcelas podem migrar da corrente sanguínea para saliva, por exemplo, e serem transformadas em nitrito.

A inalação e o contato dérmico não são vias de exposição preocupantes, exceto para trabalhadores em indústrias de fertilizantes (saúde ocupacional), ou eventualmente nas proximidades dessas instalações, em função de emissões fugitivas, pela inalação de pós e poeiras e pela sua aderência à pele e ao suor.

O ingresso de altas concentrações de nitrato no corpo humano (intoxicação) pode oxidar a hemoglobina para metemoglobina, causando diminuição do transporte de oxigênio para os tecidos, diminuição da pressão arterial, aumento do batimento cardíaco, dor de cabeça, cólica abdominal, vômito e até mesmo a morte. Em bebês, os baixos níveis de oxigênio no sangue podem conferir uma coloração azulada na pele, principalmente dos pés, mãos, rosto e lábios, além dos efeitos já descritos.

A Agência Internacional de Pesquisas em Câncer (IARC) classifica o nitrato e o nitrito, ingeridos sob condições que resultem na geração endógena de nitrosaminas como prováveis cancerígenos para o ser humano (Grupo 2A).

Padrões e valores orientadores para Nitrato e Nitrito

Meio	Concentração*	Comentário	Referência ¹
Água potável (Nitrato)	10 mg/L	VMP (Padrão de potabilidade)	Portaria GM/MS 888/2021 ²
Água potável (Nitrito)	1 mg/L		
Água subterrânea (Nitrato)	10.000 µg/L 90.000 µg/L -	VMP (consumo humano) VMP (dessedentação de animais) VMP (irrigação)	CONAMA 396/2008
Água subterrânea (Nitrito)	10.000 µg/L 1.000 µg/L 1.000 µg/L 1.000 µg/L	VMP (consumo humano) VMP (dessedentação de animais) VMP (irrigação) VMP (recreação)	
Água subterrânea (Nitrato)	10.000 µg/L	VI	
Água subterrânea (Nitrito)	10.000 µg/L	VI	
Águas doces (Nitrato)	10,0 mg/L	VM (classes 1, 2 e 3)	CONAMA 357/2005
Águas doces (Nitrito)	1,0 mg/L	VM (classes 1, 2 e 3)	
Águas salinas (Nitrato)	0,40 mg/L 0,70 mg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Águas salinas (Nitrito)	0,07 mg/L 0,20 mg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	
Águas salobras (Nitrato)	0,40 mg/L 0,70 mg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Águas salobras (Nitrito)	0,07 mg/L 0,20 mg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	

¹As regulamentações podem ter alterações: Resolução CONAMA 420/2009, alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013; Resolução CONAMA nº 357, alterada pelas Resoluções nº 370/2006, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº 430/2011 e complementada pela Resolução nº 393, de 2007; ²a soma das razões das concentrações de nitrito e nitrato e seus respectivos VMPs (1mg/L e 10mg/L), não deve exceder 1 (unidade); VI = Valor de Investigação (CONAMA)/ Valor de intervenção (CETESB); VMP = Valor Máximo Permitido; VM = Valor Máximo; VRQ = Valor de referência de qualidade para o Estado de São Paulo; *Nitrato e Nitrito expressos como N.

Referências/Sites relacionados

KLAASSEN, C.D. (ed). **Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**. 9th ed. New York: McGraw Hill, 2019. 1639 p.

OGA, S.; CAMARGO, M.M.A; BATISTUZZO, J.A.O. (eds). **Fundamentos de Toxicologia**. 5ª edição. São Paulo: Atheneu Editora, 2021. 848 p.

<http://conama.mma.gov.br/>

<http://www.atsdr.cdc.gov/>

<http://www.cetesb.sp.gov.br/>

<https://www.embrapa.br/>

<http://www.epa.gov/>

<http://www.iarc.fr/>

<http://www.who.int/>

<https://www.gov.br/anvisa/pt-br>

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>