

# ÓXIDO NITROSO

NITROGEN OXIDES ? NO / NO2

## Sinonimia:

NO2: ÓXIDO NITROSO (NITRIC OXIDE, MONONITROGEN MONOXIDE, NITROGEN MONOXIDE)

NO: ÓXIDO NÍTRICO (NITROUS OXIDE, NITROGEN DIOXIDE, DINITROGEN TETROXIDE, NITROGEN PEROXIDE, NITROGEN TETROXIDE, NTO)

## Numero CAS:

10102-43-9

## Numero NIOSH:

## Numero ONU:

1660

## Composicao:

Mistura de gases representados pela fórmula NOx.

Variam de:

NO (óxido nítrico)

NO2 (dióxido de nitrogênio)

N2O3 (trióxido de nitrogênio)

N2O4 (tetróxido de nitrogênio)

N2O5 (pentóxido de nitrogênio)

## Descricao:

Gás incolor, líquido incolor a marrom muito claro, inodoro. Não inflamável.

## Propriedades Fisico-Quimicas:

Peso molecular: 30,0 daltons (NO)

46,0 daltons (NO2)

pH: não disponível

Pressão de vapor: >760mmHg a 20 C / 68 F (NO)

720 mmHg a 20 C / 68 F (NO2)

Ponto de ebulição (760 mmHg): - 152 C / - 241 F (NO)

21 C / 70 F (NO2)

Ponto de fusão : -164 C / - 263 F (NO)

- 11 C / 12 F (NO2)

Densidade relativa do vapor: 1,0 (NO)

1,5 (NO2)

Calor latente de Vaporização: não disponível

Densidade Específica (água=1): não disponível

Temperatura crítica: não disponível

Pressão crítica: não disponível

Calor de Combustão: não disponível

Tensão de superfície: não disponível

Solubilidade: solúvel em água (NO)

Altamente solúvel em água (NO<sub>2</sub>)

Viscosidade: não disponível

Limiar de odor: não disponível

Índice de Refração: não disponível

Limites de exposição:

OSHA PEL: 25 ppm (NO)

5 ppm (NO<sub>2</sub>)

ACGIH: não disponível

NIOSH IDLH: 100 ppm (NO)

20 ppm (NO<sub>2</sub>)

## **Classificacao NFPA - National fire protection association**

(0=Minimo; 1=leve; 2=moderado; 3=serio; 4=severo)

Saude	6
Inflamabilidade	6
Reatividade	6
Riscos Especiais	

## **Informacoes Gerais:**

Óxidos de nitrogênio não são inflamáveis na forma líquida ou gasosa.

A percepção de odor é utilizada como indicativo para limite mínimo de exposição.

Os óxidos de nitrogênio mais perigosos à saúde são o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio.

O óxido nítrico é rapidamente oxidado em contato com o ar, formando dióxido de nitrogênio

Formam-se naturalmente durante a oxidação de componentes contendo nitrogênio, como carvão e diesel combustível, combustível para foguetes, produção de dinamite e TNT.

Reagem com materiais combustíveis como hidrocarbonetos clorados e amônia.

Podem reagir violentamente com ciclohexano, flúor, formaldeído, álcool, nitrobenzeno, petróleo e tolueno.

NÚMERO CAS:

10102-43-9 (NO)

10102-44-0 (NO<sub>2</sub>)

NÚMERO ONU:

1660 (NO)

1067 (NO<sub>2</sub>)

## **Vias de Exposicao:**

Inalação: São irritantes do trato respiratório superior e pulmões, mesmo em baixas concentrações. De uma a duas inspirações numa concentração alta pode levar à toxicidade severa. Por ser mais pesado que o ar, o dióxido de nitrogênio em salas mal ventiladas ou com teto baixo, pode levar à asfixia.

Ingestão: Improvável por só existir sob a forma líquida abaixo de 21 C. Entretanto, se ocorrer, pode causar queimaduras e irritação da mucosa gastrintestinal.

Pele: queimaduras ácidas.

Olhos: Irritação ocular e reação inflamatória podem ocorrer em concentrações elevadas.

## **Efeitos para a Saude: Atencao**

Atenção:

A principal rota de exposição é a inalatória, embora todas as rotas de exposição possam levar a efeitos sistêmicos.

Na sua maioria, os óxidos de nitrogênio são irritantes para pele, olhos e trato respiratório.

O dióxido de nitrogênio é mais tóxico do que o óxido nítrico, embora este último leve mais rapidamente à morte do que o primeiro em concentrações letais.

O óxido nítrico é indutor rápido e potente da formação de metahemoglobina.

A exposição aos óxidos de nitrogênio pode causar edema pulmonar, pneumonite, bronquite, bronquiolite, enfisema pulmonar e possivelmente metahemoglobinemia. Tosse, hiperpnéia e dispnéia podem ser detectadas mais tardiamente.

Lesão e cicatrização de bronquíolos pode ter sérias complicações após várias semanas da exposição, incluindo tosse, dispnéia, taquicardia e má oxigenação tecidual.

Populações particularmente sensíveis aos óxidos de nitrogênio incluem asmáticos e pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ou doença cardíaca.

Exposição Aguda:

O dióxido de nitrogênio lesa os pulmões por três mecanismos:

- 1) Convertido em ácido nítrico e ácido nitroso nas vias aéreas terminais, causando lesão estrutural direta às células pulmonares.
- 2) Gera radicais livres, que levam à oxidação das proteínas, peroxidação lipídica e lesão da membrana celular.
- 3) Reduz a resistência às infecções por alterações ao sistema imune e dos macrófagos.

Pode ocorrer uma resposta imediata à exposição com tosse, fadiga, náuseas, hipotensão, cefaléia, dor abdominal e dispnéia.

Entretanto, um período livre de sintomas pode ocorrer entre 3 e 30 horas após a exposição, seguido de ansiedade, confusão mental, letargia, edema pulmonar e perda da consciência.

Sobreviventes podem evoluir com bronquiolite, obstrução brônquica por fibrose após várias semanas da

exposição. Todas estas fases podem ser fatais.

**Aparelho Respiratório:** O primeiro local onde ocorre toxicidade é o trato respiratório inferior. Concentrações baixas inicialmente causam encurtamento das incursões respiratórias e tosse. Após um período de horas a dias, pode ocorrer broncoespasmo e edema pulmonar.

Concentrações altas podem rapidamente causar queimaduras, espasmos, espasmos laríngeos, obstrução das vias aéreas superiores e morte.

**Olhos:** Óxidos de nitrogênio líquidos causam queimaduras oculares severas mesmo após rápido contato.

Concentrações altas de gás causam irritação ocular e, após exposição prolongada, pode levar à opacificação da superfície ocular e perda da visão.

**Pele:** Irritação da pele. O contato do dióxido de nitrogênio com a água corporal forma ácido nítrico, resultando em queimaduras de segundo e terceiro grau. Pode ainda causar pigmentação amarela da pele e erosão dentária.

**Ap. Cardiovascular:** A absorção de óxidos de nitrogênio pode levar a pulso fino e rápido, diminuição do inotropismo, congestão pulmonar e choque circulatório.

**Alterações hematológicas:** Exposição a altas concentrações pode converter  $Fe^{+2}$  em  $Fe^{+3}$ , formando metahemoglobina, dificultando o transporte de oxigênio.

**Seqüelas potenciais:** Obstrução dos bronquíolos pode ocorrer após dias ou semanas. Mal estar, fraqueza, febre, tremores, dificuldade respiratória progressiva, tosse, hemorragia pulmonar ou brônquica, cianose e insuficiência respiratória. O quadro clínico pode se assemelhar ao da tuberculose pulmonar.

**Exposição Crônica:**

**Carcinogenicidade:** não carcinogênico

**Efeitos à Reprodução e Desenvolvimento:** Indutores de formação de metahemoglobina são considerados prejudiciais ao feto. Demonstrado ser fetotóxico em ratos.

**Mutagenicidade:** O dióxido de nitrogênio causa dano ao DNA, mutações e aberrações do DNA.

## **Atendimento pre-Hospitalar: Atenção**

**Atenção**

? Vítimas expostas ao Óxido de Nitrogênio gasoso não oferecem risco de contaminação secundária

? Vítimas expostas ao Óxido de Nitrogênio líquido, com roupas ensopadas, oferecem risco de contaminação secundária

? Pessoal de resgate e atendimento devem estar usando aparato de proteção como roupas impermeáveis, óculos de proteção, luvas e aparato respiratório, se necessário.

? Os óxidos de nitrogênio são irritantes para pele, olhos e trato respiratório.

? Os sintomas respiratórios iniciais podem ser moderados, mas a reação inflamatória pulmonar pode se desenvolver horas ou dias após a exposição.

- ? Edema pulmonar não cardiogênico pode se instalar mesmo com sintomas respiratórios mínimos.
- ? Na presença de óxido nítrico, pode ocorrer formação de metahemoglobina
- ? O tratamento primário consiste em medidas de suporte respiratório e cardiovascular.
- ? Não há antídoto específico.
- ? O uso de Azul de Metileno pode ser indicado nos casos de Metahemoglobinemia.

#### Zona Quente:

Aqueles que vão resgatar as vítimas do local devem ser treinados e também possuir material de proteção adequado. Se um ou ambos destes fatores não ocorrer, a equipe não entra, devendo pedir auxílio a uma equipe que tenha treinamento e/ou equipamento adequados.

#### Proteção do socorrista:

Roupas impermeáveis de proteção, óculos de proteção, luvas, e aparato respiratório.

#### Atendimento Inicial:

Permeabilização de vias aéreas.

Se há suspeita de trauma, manter imobilização de coluna cervical ? inicialmente com as mãos, aplicando colar cervical e prancha rígida assim que possível. Garantir boa ventilação e circulação.

#### Remoção da Vítima:

Se puder andar, oriente-a para fora da zona quente, em direção à área de descontaminação.

Aqueles que não puderem andar devem ser conduzidos em macas ou liteiras para fora da zona quente e para a descontaminação. Se não houver material para conduzir as vítimas, pode-se amparar ou carregar cuidadosamente até o local. A autoproteção deve ser sempre realizada para que o socorrista não se transforme em vítima.

As vítimas devem ser mantidas em ambiente seco e calmo, pois qualquer atividade subsequente à exposição pode elevar a morbimortalidade.

Não esquecer que as crianças tendem a ficar ansiosas e inquietas se separadas dos pais ou adulto de confiança.

### **Area de descontaminacao:**

#### Atenção

- ? Vítimas expostas ao Óxido de Nitrogênio gasoso não oferecem risco de contaminação secundária
- ? Vítimas expostas ao Óxido de Nitrogênio Líquido, com roupas ensopadas, oferecem risco de contaminação secundária
- ? Pessoal de resgate e atendimento devem estar usando aparato de proteção como roupas impermeáveis, óculos de proteção, luvas e aparato respiratório, se necessário.
- ? Os óxidos de nitrogênio são irritantes para pele, olhos e trato respiratório.
- ? Os sintomas respiratórios iniciais podem ser moderados, mas a reação inflamatória pulmonar pode se desenvolver horas ou dias após a exposição.
- ? Edema pulmonar não cardiogênico pode se instalar mesmo com sintomas respiratórios mínimos.
- ? Na presença de óxido nítrico, pode ocorrer formação de metahemoglobina

? O tratamento primário consiste em medidas de suporte respiratório e cardiovascular.

? Não há antídoto específico.

? O uso de Azul de Metileno pode ser indicado nos casos de Metahemoglobinemia.

**Zona Quente:**

Aqueles que vão resgatar as vítimas do local devem ser treinados e também possuir material de proteção adequado. Se um ou ambos destes fatores não ocorrer, a equipe não entra, devendo pedir auxílio a uma equipe que tenha treinamento e/ou equipamento adequados.

**Proteção do socorrista:**

Roupas impermeáveis de proteção, óculos de proteção, luvas, e aparato respiratório.

**Atendimento Inicial:**

Permeabilização de vias aéreas.

Se há suspeita de trauma, manter imobilização de coluna cervical ? inicialmente com as mãos, aplicando colar cervical e prancha rígida assim que possível. Garantir boa ventilação e circulação.

**Remoção da Vítima:**

Se puder andar, oriente-a para fora da zona quente, em direção à área de descontaminação.

Aqueles que não puderem andar devem ser conduzidos em macas ou liteiras para fora da zona quente e para a descontaminação. Se não houver material para conduzir as vítimas, pode-se amparar ou carregar cuidadosamente até o local. A autoproteção deve ser sempre realizada para que o socorrista não se transforme em vítima.

As vítimas devem ser mantidas em ambiente seco e calmo, pois qualquer atividade subsequente à exposição pode elevar a morbimortalidade.

Não esquecer que as crianças tendem a ficar ansiosas e inquietas se separadas dos pais ou adulto de confiança.

## **Zona de atendimento:**

Tenha a certeza de que a vítima foi adequadamente descontaminada. Aquelas vítimas descontaminadas adequadamente ou expostas ao gás apenas, geralmente não oferecem riscos de contaminação secundária. Em tais casos, não há necessidade do uso de roupas protetoras por parte dos profissionais de atendimento.

**Atendimento Inicial**

Permeabilização de vias aéreas.

Se há suspeita de trauma, manter imobilização da coluna, aplicando colar cervical e colocando a vítima sobre prancha rígida.

Continuar irrigando olhos e pele.

Fornecer oxigênio suplementar sob máscara com bolsa, de acordo com a necessidade.

Estabelecer um acesso venoso calibroso.

Monitorizar o paciente, se possível com oximetria associada.

Observar por sinais de obstrução de vias aéreas tais como rouquidão progressiva, estridor, uso de

musculatura acessória e cianose.

Em caso de ingestão, não induzir vômitos, não utilizar Carvão Vegetal. Administrar 200 a 300 ml de água ou leite via oral ou via sonda nasogástrica.

#### Descontaminação Adicional

Continuar irrigando olhos e pele, se necessário.

#### Tratamento Avançado

Em casos de comprometimento respiratório, assegurar via aérea e respiração por intubação orotraqueal ou cricotiroidostomia, se treinado e equipado para o procedimento.

Em caso de broncoespasmo, dar preferência ao uso de broncodilatadores na forma de aerossóis. Em casos de exposição química a diversos agentes, pode ocorrer uma sensibilização miocárdica e o uso de drogas parenterais pode aumentar o risco de agressão ao miocárdio. Considerar sempre as condições cardíacas antes de escolher a droga broncodilatadora, principalmente nos idosos, mais susceptíveis e com reserva funcional cardíaca menor.

Pacientes comatosos, hipotensos, em crise convulsiva ou com arritmias, devem ser tratados conforme preconizam os protocolos de Suporte Avançado de Vida.

Na evidência de choque circulatório, iniciar infusão de fluidos EV (Solução Fisiológica 0,9% ou Solução de Ringer Lactato).

Isolar conteúdo de vômitos em caso de ingestão.

#### Transporte para Unidade de Emergência

Apenas pacientes descontaminados ou aqueles que não requeiram descontaminação podem ser levados à Unidade de Emergência.

Relate ao médico que receberá a vítima as condições do paciente, o tratamento dado no local e o tempo estimado até a chegada ao hospital.

#### Triagem de Múltiplas Vítimas

Devido aos efeitos tardios da exposição, mesmo com sintomas iniciais brandos, todos os pacientes expostos aos óxidos de nitrogênio devem ser levados para unidade hospitalar e mantidos em observação por 48 horas. O desenvolvimento de edema pulmonar no domicílio da vítima no período de 3 a 30 horas da exposição, normalmente impossibilita o êxito nas manobras terapêuticas.

## **Tratamento hospitalar: Atenção**

#### Atenção

? Vítimas expostas ao Óxido de Nitrogênio gasoso não oferecem risco de contaminação secundária

? Vítimas expostas ao Óxido de Nitrogênio líquido, com roupas ensopadas, oferecem risco de contaminação secundária

? Os óxidos de nitrogênio são irritantes para pele, olhos e trato respiratório.

? Os sintomas respiratórios iniciais podem ser moderados, mas a reação inflamatória pulmonar pode se desenvolver horas ou dias após a exposição.

- ? Edema pulmonar não cardiogênico pode se instalar mesmo com sintomas respiratórios mínimos.
- ? Na presença de óxido nítrico, pode ocorrer formação de metahemoglobina
- ? O tratamento primário consiste em medidas de suporte respiratório e cardiovascular.
- ? Não há antídoto específico.
- ? O uso de Azul de Metileno pode ser indicado nos casos de Metahemoglobinemia.

#### Área de descontaminação

A menos que tenha havido descontaminação prévia, todos os pacientes suspeitos de contaminação por Óxido de Nitrogênio na forma líquida e aqueles que tenham sido vítimas de contaminação oftálmica ou cutânea, que estejam sintomáticos, devem ser submetidos à descontaminação. O profissional deve estar protegido por luvas, roupas adequadas, máscara e óculos de proteção.

#### Atendimento Inicial

Avaliar e permeabilizar vias aéreas.

Assegurar boa respiração e circulação.

Em caso de necessidade, considerar entubação orotraqueal ou cricotiroidostomia de urgência.

Estabeleça um acesso venoso calibroso.

Em caso de broncoespasmo, dar preferência ao uso de broncodilatadores na forma de aerosóis. Em casos de exposição química a diversos agentes, pode ocorrer uma sensibilização miocárdica e o uso de drogas parenterais pode aumentar o risco de agressão ao miocárdio. Considerar sempre as condições cardíacas antes de escolher a droga broncodilatadora, principalmente nos idosos, mais susceptíveis e com reserva funcional cardíaca menor. Pacientes comatosos, hipotensos, em crise convulsiva ou com arritmias, devem ser tratados conforme preconizam os protocolos de Suporte Avançado de Vida.

Inalação: Administrar oxigênio umidificado, sob cateter, máscara ou ventilação mecânica, conforme indicado.

Monitorar Rx de tórax, oximetria, hemogasometria arterial. Dosar metahemoglobina sérica. Prosseguir conforme protocolos específicos.

Olhos: Se sintomático, manter irrigação por 20 minutos e consultar Oftalmologista.

Pele: Manter lavagem com água corrente por 20 minutos.

Ingestão: Tratamento sintomático. Não induzir vômitos. Administrar 200 a 300 ml de água VO (se vítima consciente) ou via SNG. Seguir protocolos específicos.

### **Unidade de terapia intensiva:**

#### Avaliação Inicial

Avaliar e permeabilizar vias aéreas.

Assegurar boa respiração e circulação.

Em caso de necessidade, considerar entubação orotraqueal ou cricotiroidostomia de urgência.

Estabeleça um acesso venoso calibroso.

Inalação: Em caso de broncoespasmo, dar preferência ao uso de broncodilatadores na forma de aerosóis.

Em casos de exposição química a diversos agentes, pode ocorrer uma sensibilização miocárdica e o uso de drogas parenterais pode aumentar o risco de agressão ao miocárdio. Considerar sempre as condições cardíacas antes de escolher a droga broncodilatadora, principalmente nos idosos, mais susceptíveis e com



reserva funcional cardíaca menor.

O uso de corticóides venosos para os pacientes que se mantenham sintomáticos, apesar de controverso, pode ser feito.

Ingestão: Não administrar Carvão Ativado. Não induzir vômitos. Administrar 200 a 300 ml de água ou leite via oral ou via nasogástrica. Considerar endoscopia digestiva alta. Considerar lavagem gástrica nas seguintes condições: 1) ingestão de dose alta de óxido de nitrogênio 2) quadro clínico não melhora em 30 minutos 3) paciente com lesões orais ou desconforto esofágico. A lavagem gástrica deve ser realizada na primeira hora após a ingestão.

Pele: Tratar queimaduras químicas como térmicas.

Olhos: Manter irrigação. Testar acuidade visual. Verificar existência de lesões de córnea. Consultar Oftalmologista se houver lesões.

Pacientes comatosos, hipotensos, cursando com arritmias, devem ser tratados conforme preconizam os protocolos de Suporte Avançado de Vida.

### **Exames complementares:**

Monitorar Rx de tórax, hemogasometria arterial, oximetria, capnografia (se em uso), hemograma, dosar metahemoglobina sérica, eletrólitos, glicemia.

Outros Tratamentos:

Pacientes que mantenham sinais de hipóxia ou níveis de metahemoglobina > 30% podem receber Azul de Metileno a 1%, EV, por 5 a 10 minutos, na dose de 1 a 2 mg/kg (0,1 a 0,2 ml/kg da sol.1%). Repetir após 1 hora se necessário. A dose total inicial não deve exceder 7 mg/kg (doses acima de 15 mg/kg causam hemólise). A resposta clínica ao Azul de Metileno normalmente ocorre entre 30 e 60 minutos. Efeitos colaterais incluem: náuseas, vômitos, dor abdominal e torácica, tontura, diaforese e disúria.

Uso de corticóides sistêmicos podem beneficiar vítimas com sintomas de bronquiolite, devendo ser continuados por 8 semanas, e retirados conforme indicação específica para interrupção de esteróides.

### **Efeitos retardados:**

Obstrução dos bronquíolos pode ocorrer após dias ou semanas. Mal estar, fraqueza, febre, tremores, dificuldade respiratória progressiva, tosse, hemorragia pulmonar ou brônquica, cianose e insuficiência respiratória. O quadro clínico pode se assemelhar ao da tuberculose pulmonar.

### **Liberacao do paciente:**

Pacientes sintomáticos devem ser observados por 48 horas. Se liberados, devem estar atentos para sintomas tardios até semanas após a exposição.

Pacientes assintomáticos, observados por várias horas ou pacientes cujos sintomas desapareçam após 24 a 36 horas, podem ser liberados, estando atentos e avisados sobre efeitos tardios.

Pacientes com lesões de córnea devem ser reavaliados por oftalmologista após 24 horas.

### **Referencias:**

Material pesquisado por: Médico do PAME Dr.Claudio Azoubel Filho. Referências da Pesquisa: Ver

arquivo Técnico no PAME. Período da Pesquisa: 2009. BAMEQ Atualizado em: 2017.