

Intoxicação por gases

Dr Jean-Pierre BUCH

S.S.F. 30 / S.C.S.P. Alès

No Meio subterrâneo podemos observar diversos tipos de intoxicação causadas por gases, natural ou eventualmente presentes. À parte da poluição causadas por hidrocarbonetos, pela infiltração, e pela presença ocasional do acetileno em grandes concentrações (uma lanterna defeituosa, por exemplo), as intoxicações gasosas restringem-se a dois tipos principais, de apresentação muito diferente : o gás carbônico e o monóxido de carbono.

A intoxicação mais comum é causada pelo gás carbônico, uma vez que está naturalmente presente em muitas cavernas, em concentrações variáveis de acordo com a estação do ano e com o clima externo. Este gás resulta da decomposição de matéria vegetal e da fermentação da matéria orgânica de uma maneira geral.

O monóxido de carbono não está presente de modo natural, estando sempre associado à atividade humana : combustão incompleta (fogo, iluminação, aquecimento e motores). No meio subterrâneo, está particularmente associado à desobstrução de galerias por meio de explosivos.

As tabelas abaixo listam, para cada um desses gases, suas características sucintas, os sinais e critérios de intoxicação e a conduta que deve ser tomada em caso de intoxicação. Propositadamente sintéticas, estas tabelas não pretendem fornecer informações mais aprofundadas. Espero que suas concisões seja a chave para a sua eficácia.

	CO ₂	CO
Características	Gás praticamente inodoro, mais pesado que o ar ($d=1,5$) Sinônimos : gás carbônico, dióxido de carbono, anidrido carbônico. Resulta da decomposição de todo tipo de matéria orgânica (fermentação, decomposição), de atividades industriais e da respiração. Sua concentração normal na atmosfera é de 0,03 a 0,06% (de 300 a 600ppm)	Monóxido de carbono, gás inodoro e não-irritativo, de densidade idêntica à do ar, pode ser inflamável e explosivo de acordo com a sua concentração, que é medida e, mg/m ³ ou em ppm, de acordo com a equivalência seguinte : 1ppm = 0,873mg/m ³ (1mg/m ³ = 1,145ppm) Suas fontes são muito variáveis : fumaça de cigarro, sistemas de aquecimento com combustão incompleta, motores em geral, incêndios e explosões
Intoxicação	A intoxicação é sempre do tipo aguda, e sua gravidade é proporcional à concentração do CO ₂ no ar inspirado. A via respiratória é a única via de intoxicação. - até 5% (50000 ppm) : dispnéia (dificuldade respiratória), cefaléia (dor de cabeça). É interessante o fato de que até a concentração de 2% o CO ₂ é um estimulante respiratório, provocando hiperpnéia eficaz. Mas a partir daí ele se torna um depressor respiratório e narcótico. -até 8% (80000 ppm) : cansaço, cefaléia, vertigens, perda de consciência. - a partir de 10 a 20% (100000 a 200000 ppm) : intoxicação maciça com perda de consciência, que pode ser superaguda, sobrevivendo em poucos segundos em se tratando de atmosfera confinada. A anóxia aguda provoca então morte súbita.	A gravidade da intoxicação é proporcional à concentração do gás e à duração da exposição. A intoxicação acontece a partir de uma concentração de 0,02 a 0,03% de CO. Uma concentração de 0,5% (5000 ppm ou cm ³ /m ³) pode levar à morte. Uma concentração de 1% leva a perda de consciência e morte rápida, em alguns minutos. - intoxicação superaguda : coma, paralisia e convulsões levam à morte em alguns segundos ou minutos. - intoxicação aguda/sub-aguda : náuseas, vômitos, cefaléia de forte intensidade, mais ou menos pulsátil, seguidos de astenia (fadiga) vertigens, agitação, angústia, síndrome confusional. Deve-se observar que se pode notar, ao nível cardiológico, distúrbios de repolarização, disritmias e uma tendência ao colapso cardíaco. Após uma intoxicação aguda pode-se notar, nos meses seguintes, uma síndrome pseudo-demençial : afasia (dificuldade de expressão e compreensão), apraxia (dificuldades motoras), agnosia (dificuldades sensoriais), que pode durar muitos meses, deixando sequelas psico-neuro-sensoriais variáveis, sumtando ainda o risco de infarto do miocárdio.
Conduta	Inicialmente, retirar a vítima do ambiente tóxico, o que pode ser um problema para a segurança da equipe de salvamento em caso de altas concentrações. Em seguida o tratamento se resume à oxigenioterapia normobárica e, eventualmente, à reanimação. Uma vez proporcionados estes cuidados, não sobrevivem sequelas específicas à intoxicação por CO ₂	Inicialmente, retirar a vítima do ambiente tóxico, o que leva às mesmas dificuldades que em todos os tóxicos gasosos. À parte os cuidados de reanimação relativos ao estado clínico da vítima, o tratamento resume-se à oxigenioterapia normobárica em todos os casos, seguida de hiperbárica nos casos de coma. Se resume a uma oxigenação para todos os casos, seguida de hiperbárica nos casos de coma.

Na Gruna da Lagoa do Meio o potencial para novas descobertas era algo notável e animador. A galeria do rio, depois do Salão do Ar Invertido (local onde começam a aparecer os primeiros sintomas de excesso de CO₂), já havia sido explorada cerca de 1,1 km em um conduto com dimensões bastante confortáveis (cerca de 10 – 12 metros de largura e 6 – 7 metros de altura). Além disso, a possível ressurgência do sistema está distante mais de 3 km em linha reta do final do trecho conhecido. Teoricamente tínhamos pelo menos o dobro desta distância em novas galerias para serem exploradas, caso não houvesse obstruções por um sifão, um desmoronamento ou pela piora na qualidade do ar. A falta de circulação do ar dentro da gruta era um forte indício de que teríamos um obstáculo pela frente. Este poderia estar a poucos metros ou a alguns quilômetros de distância. Mas só havia uma forma de descobrir: tomar fôlego e voltar à galeria que denominamos “Conduto do Efizema”.

Com estas informações, era hora de pensar em tomar algumas precauções que viabilizassem a continuidade das explorações na Gruna da Lagoa do Meio. A primeira idéia que passou pelas nossas cabeças era usar cilindros. O ideal seria aqueles utilizados por escaladores nas grandes altitudes, mas na falta deles... Tivemos que improvisar com cilindros de oxigênio hospitalar. Conseguimos um equipamento supermoderno e leve: cada conjunto (cilindro + regulador) pesava menos que 2 kg. O fluxo de oxigênio era controlado pelo regulador, que liberava a passagem do gás somente quando a pessoa respirava. Protegemos todo o equipamento com plástico-bolha e um saco estanque. Cada equipe de topografia iria dispor de 2 conjuntos completos (cilindro + regulador) e mais 2 cilindros de reserva. Além disso, os franceses trouxeram um medidor de CO₂ que poderia ser usado para termos uma idéia mais precisa do tamanho do problema que teríamos pela frente.

Tudo pronto, equipamentos embalados e protegidos. Novamente estávamos diante do imenso Salão do Ar Invertido, dispostos a continuar a descida do rio. Uma equipe reduzida, formada pelo Adrian

Intoxications Gazeuses

Dr. Jean-Pierre BUCH
S.S.F. 30 / S.C.S.P. Alès

On peut observer en milieu souterrain diverses intoxications par des gaz, normalement ou accidentellement présents. Si l'on exclue les pollutions de type hydrocarbures, par infiltration, et la présence éventuelle d'acétylène en forte proportion (bite à carbure défectueuse par exemple), les intoxications gazeuses peuvent se résumer à deux cas de figure très différents: le gaz carbonique et le monoxyde de carbone.

L'intoxication la plus fréquente concerne le gaz carbonique car c'est un gaz présent naturellement dans beaucoup de cavités, de manière variable selon les saisons et la météorologie extérieure. Il est le résultat de la dégradation du manteau végétal et de la fermentation des matières organiques.

Le monoxyde de carbone lui n'est pas présent à l'état naturel et n'est lié qu'à l'activité humaine: combustion incomplète (feu, éclairage, chauffage, moteur) et sous terre de manière singulière après désobstruction à l'explosif.

Pour s'y retrouver voici deux fiches reprenant pour chacun des deux gaz leurs caractéristiques succinctes, les signes et critères d'intoxication, et la conduite à tenir en cas d'intoxication. Ces fiches volontairement simples ne prétendent pas à une étude approfondie; j'espère que leur concision sera la condition de leur efficacité.

	CO ₂	CO
Caractéristiques	Gaz quasiment inodore, plus lourd que l'air (d=1,5). Synonymes: gaz carbonique, dioxyde de carbone, anhydride carbonique. Obtenu par la décomposition de toute matière organique (fermentation, décomposition), par l'industrie et par la respiration. Sa concentration normale dans l'air atmosphérique est de 0,03 à 0,06% (soit de 300 à 600 ppm).	Monoxyde de carbone, gaz inodore et non irritant, de densité identique à l'air, inflammable et explosif selon sa concentration. Celle-ci se mesure en mg/m3 ou en ppm avec l'équivalence suivante: 1 ppm = 0,873 mg/m3 (1 mg/m3 = 1,145 ppm) Ses sources sont très variées: fumée de tabac, chauffages lors des combustions incomplètes, moteurs en tous genres, incendies et explosions.
Intoxication	Il n'existe qu'une intoxication aigue, la chronique ne donnant lieu à aucune description. La gravité de cette intoxication sera proportionnelle à la concentration du CO2 dans l'air inspiré. La voie respiratoire est la seule voie d'intoxication. - jusqu'à 5% (50 000 ppm): dyspnée (difficulté à respirer), céphalées (maux de tête). A noter que le CO2 est un stimulant respiratoire jusqu'à 2%, provoquant une hyperpnée efficace. Par contre, au dessus il devient dépresseur respiratoire et narcotique. - jusqu'à 8% (80 000 ppm): malaise, céphalées, sensations vertigineuses, perte de connaissance. - à partir de 10 à 20% (100 000 à 200 000 ppm): intoxication massive avec perte de connaissance, qui peut être suraigue en quelques secondes si elle survient en atmosphère viciée et confinée (cuve à vin par exemple); l'anoxie aigue provoque alors une mort brutale.	La gravité de l'intoxication est proportionnelle à la concentration du gaz et à la durée de l'exposition. L'intoxication est provoquée dès une concentration atmosphérique de 0,02 à 0,03% de CO. Une concentration de 0,5% (soit 5000 ppm ou cm3/m3) peut entraîner la mort. A une concentration de 1%, perte de connaissance et mort rapide en quelques minutes. - intoxication suraigue: coma, paralysies et convulsions mènent au décès en quelques secondes ou minutes. - intoxication aigue / subaigue: nausées, vomissements, céphalées violentes plus ou moins pulsatiles, puis asthénie (fatigue), vertiges, agitation, angoisse, syndrome confusionnel. A noter que l'on peut trouver au niveau cardiaque des troubles de la repolarisation, des troubles du rythme, une tendance au collapsus. Suite à une intoxication aigue on peut voir, survenant dans le mois suivant, un syndrome pseudo-démontiel (aphasie, apraxie, agnosie) pouvant durer plusieurs mois et laisser des séquelles variables de la série psycho-neuro-sensorielle, ainsi que des risques cardiaques (infarctus). - intoxication chronique
Conduite à tenir	D'abord dégager la victime et la soustraire au milieu, ce qui peut poser un problème pour la sauvegarde des sauveteurs en cas de nappe dense. Ensuite le traitement se résume à l'oxygénothérapie normobare et à la réanimation éventuelle. A noter que, la guérison étant obtenue, il n'y a pas de séquelle spécifique à cette intoxication.	D'abord dégager la victime et la soustraire au milieu, ce qui pose le même problème que pour tous les toxiques gazeux. En dehors des soins de réanimation guidés par l'état clinique le traitement se résume à une oxygénation normobare dans tous les cas, puis hyperbare en caisson dans les cas de sujet comateux.

Boller, Alexandre Lobo, Jussy e Flávio faria uma primeira investida e teste dos cilindros de oxigênio. Os problemas estavam só começando... Uma medida da concentração de CO₂ no topo do salão indicou a marca de 0,18%. Realmente o ar naquele nível parecia bem respirável. Mas bastou descermos alguns metros e o medidor indicou 3,0%, aumentando para 3,8% no fundo do salão e 3,9% no início do rio. Mesmo com a cabeça latejando as palavras do Jef ecoavam bem claro no pensamento dos exploradores: "4% é hora de voltar." Além disso, os cilindros de O₂ não conseguiam atender às nossas expectativas. Mesmo inalando uma mistura rica em O₂, continuávamos ofegantes e com dificuldade de respirar. Como também continuávamos consumindo o ar contaminado da gruta, aparentemente o uso dos cilindros tornava-se sem efeito. Sem dúvida era hora de voltar.

Depois desta tentativa frustrada duas perguntas tornavam-se evidentes: como vamos explorar a Lagoa do Meio e o que está causando toda esta concentração de CO₂ no ambiente? Infelizmente só a segunda pergunta encontra alguma explicação e, para piorar as coisas, não é uma notícia boa. Depois das medições hidrológicas do Joël Jolivet (leia artigo nesta edição), ficou mais claro que a drenagem que percorre a galeria ativa na Lagoa do Meio é realmente proveniente do Sumidouro de Descoberto. Este, por sua vez, situa-se praticamente dentro do povoado de mesmo nome, que na realidade não passa de um pequeno aglomerado de casas com cerca de mil habitantes. Como não encontramos nenhum grande acúmulo de matéria orgânica dentro da caverna, o Joël supõe que o CO₂ é resultado da poluição do aquífero por esgoto doméstico. Esta é uma das possíveis hipóteses aventadas. É uma pena... Não só porque inviabiliza as nossas explorações mas principalmente porque está contaminando uma preciosa fonte de água, elemento tão valioso neste árido pedaço do sertão nordestino. Só nos resta tentar ajudar os habitantes de Descoberto a entender este problema (invisível para a maioria deles) e identificar possíveis soluções para reverter este quadro. Ω