

# Asma Brônquica

## ASMA E VIAGEM DE AVIÃO

De acordo com a *International Air Transport Association (IATA)*, no ano de 2019, as aeronaves comerciais transportaram aproximadamente 4,5 bilhões de passageiros,<sup>1</sup> sendo que a IATA prevê 8,2 bilhões de passageiros aéreos em 2037.<sup>2</sup> Atualmente ocorre uma emergência médica a cada 604 voos<sup>3</sup> e dado que 4,5 bilhões de passageiros de companhias aéreas comerciais viajam anualmente,<sup>1</sup> é possível que 260 a 1.420 emergências médicas a bordo ocorram diariamente em todo o mundo. A maioria dessas emergências, em torno de 65%, está associada a uma condição médica preexistente,<sup>4</sup> estando os problemas respiratórios relacionados a 10,1% dos casos.<sup>5</sup>

A grande maioria dos pacientes com asma pode viajar de avião com toda segurança. Entretanto, devem estar preparados para possíveis complicações durante o voo, levando, em sua bagagem de mão, medicação de resgate para alívio na eventualidade de uma crise de broncoespasmo. O passageiro deve alertar a tripulação de cabine se os sintomas não responderem rapidamente ao uso da medicação de alívio inalado, ou se ocorrer recorrência após curto intervalo. Se o viajante não tiver seu próprio inalador para resgate, ou à mão, a companhia aérea poderá fornecer um inalador do kit de emergência. Aqueles que apresentam exacerbações frequentes devem receber previamente à viagem, um ciclo curto de corticoide oral. Pacientes com asma mal controlada e com relato de crise de asma grave recente (últimos 2 meses) ou com exacerbações em voos anteriores merecem avaliação individualizada com o especialista.



Uma pequena proporção de indivíduos com asma mal controlada e aqueles com asma de difícil tratamento, especialmente os pacientes mais idosos, com doença avançada e história prévia de tabagismo merecem particular atenção. Constituem um pequeno grupo, com limitação ao fluxo aéreo. Estes constituem os 5% que apresentam asma grave e apresentam características semelhantes à doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e podem se apresentar com hipoxemia quando respiram em ar ambiente ao nível do mar (21% de oxigênio).

Mesmo em indivíduos saudáveis, a pressão arterial parcial do oxigênio ( $\text{PaO}_2$ ) cai na altitude, o que pode causar dificuldades durante o voo em alguns pacientes com prévia hipoxemia. Assim, as moléculas de "ar" se dispersam diminuindo a densidade e com isso há menos oxigênio disponível a cada 'respiração'. A 18.000 **pés** p.ex., a quantidade de oxigênio cai pela metade em comparação com o que normalmente temos ao nível do mar. Além disso, nessas altitudes, podemos encontrar temperaturas muito baixas, muitas vezes bem abaixo dos 40 graus abaixo de zero.

Quando a aeronave atinge seu nível de cruzeiro, o sistema de pressurização mantém uma pressão maior, simulando um ambiente na cabine como se a aeronave estivesse voando em algo em torno dos 4.000 a 8.000 **pés**, altitudes nas quais podemos respirar normalmente.

Os aviões dispõem de um sistema em que o ar ambiente é introduzido na cabine por meio dos compressores do motor e é direcionado para o trocador de calor primário. O ar passa por outros trocadores de calor e válvulas de controle que resfriam e regulam sua pressão e temperatura quando são transferidos para a cabine para pressurizá-la e controlar a temperatura. Uma série de válvulas digitais de transbordamento ou saída, conhecidas como *outflows*, regulam a rapidez com que o ar é liberado da cabine, criando um ambiente de cabine de alta pressão, a fim de minimizar os efeitos da altitude. Tudo controlado por computadores instalados a bordo da aeronave.<sup>6</sup> As autoridades regulatórias europeias e norte-americanas limitam a altitude máxima da cabine a 8.000 **pés** (2.438 m) em condições normais de operação (pressurização de altitude da cabine 520–570 mm Hg),<sup>7-11</sup> embora esse teto possa ser excedido em emergências.

Devido a essa pressão relativamente baixa e porque o *percentual de oxigênio parcial do ar na cabine é o mesmo que ao nível do mar*, a pressão parcial de oxigênio no ar da cabine em altitude de cruzeiro é 25% a 30% menor do que o normal – cerca de 110 mm Hg, em comparação com cerca de 160 mm Hg, o equivalente a respirar 15,1% de oxigênio ao nível do mar (pela lei dos **gases de Dalton**).

Segundo a lei dos gases de Dalton, as condições dentro da cabine de um avião comercial durante o voo expõem os viajantes à hipóxia hipobárica isto é, como a pressão atmosférica total do ambiente é menor quando se eleva a altitude, a tensão de oxigênio inspirada também está reduzida. A escolha de 2.438 m foi baseada na curva de dissociação da oxihemoglobina, que mostra que até esse nível as saturações de oxigênio arterial ( $\text{SaO}_2$ ) permanecem > 90% no indivíduo saudável médio.<sup>12</sup>

Os pacientes com asma devem evitar exposição ao ar mais frio e seco, atmosfera esta encontrada nas aeronaves, onde a umidade relativa do ar oscila entre 10 a 20% principalmente nos voos de longo curso, intercontinentais. A baixa umidade do ar da cabine, aliada à hiperventilação, pode levar à desidratação caso o passageiro não consuma líquidos adequados durante o voo. Alguns estudos em indivíduos com asma em voos de alta altitude registraram broncoespasmo resultante de perda de calor e água pela mucosa brônquica, possivelmente pelos mesmos mecanismos que causam a broncoconstrição induzida pelo exercício (BIE).<sup>13,14</sup> Em função disto recomenda-se maior ingestão líquida durante a viagem, tentando-se prevenir o ressecamento das secreções respiratórias. Em outro estudo para avaliar o efeito da pressão barométrica reduzida e inalação de gás hipóxico na broncoconstrição induzida por exercício (BIE), Berntsen et al.<sup>15</sup> submetteram 20 indivíduos com asma (idade 10-45 anos) para testes de esforço ao nível do mar e 2.500 m em ordem aleatória em dias separados. Eles analisaram a função pulmonar, frequência cardíaca, consumo de oxigênio,

SpO<sub>2</sub>, trocas gasosas e ventilação minuto. A SpO<sub>2</sub> média caiu de 94,4% para 85,6%, mas não houve nenhum aumento na BIE.

Os aviões são projetados com medidas de redundância em caso de falha de pressurização. Se a cabine de um avião perder a pressão, as máscaras de oxigênio cairão automaticamente na frente dos passageiros. Os aviões Boeing 787 Dreamliner *widebody* e o 777x e o Airbus A 350 após mudanças estruturais foram projetados para serem pressurizados a uma altitude máxima de cabine de 6.000 pés (1.830 m).<sup>16</sup> Melhoraram o ambiente de cabine com maior número de zonas de temperatura, umidade do ar maior de 25%, um tempo mais rápido para renovação do ar da cabine e menor ruído ambiente, com vários tons de iluminação LED.

Outro risco além da baixa umidade decorre da expansão de gases relacionada à altitude dentro de espaços fechados do parênquima pulmonar. Decorre da lei de Boyle que uma altitude de cabine de 2.438m (8.000 pés) resultará em 38% de expansão do gás umidificado.<sup>17</sup> Mudanças de altitude geralmente causam desconforto em pacientes, especialmente aqueles com inflamação ou infecção existente no trato respiratório superior, incluindo sinusite ou otite média.

Nos voos comerciais que se fazem a uma altitude de cruzeiro em torno de 36.000 pés (10.900 m) com pressão barométrica externa de 171 mm Hg (**ver Tabela 1**), a pressurização da cabine acrescenta aproximadamente 400 mm Hg à pressão externa. Em altitude de cruzeiro a saturação média de oxigênio em passageiros saudáveis pode ser ~ 93%.

**Tabela 1 – Pressão Atmosférica e Altitude**

Altitude em Pés	Altitude em Metros	Pressão (mm Hg)	PO <sub>2</sub> mm Hg	FiO <sub>2</sub> %
0	0	760	159,2	20,9
1.000	304,8	733	153,6	20,1
2.000	609,7	706	147,9	19,4
6.000	1.829,2	609	127,6	16,6
8.000	2.439,0	565	118,4	15,4
9.000	2.743,9	542	113,5	14,8
10.000	3.048,9	523	109,6	14,3
15.000	4.573,2	429	89,9	11,8
20.000	6.097,6	349	73,1	9,7
22.000	6.707,3	321	67,2	9,0
25.000	7.621,9	282	59,1	8,1
36.000	10.975,6	171	35,8	
39.000	11.890,2	148	31,0	
40.000	12.195,1	141	29,5	
50.000	15.243,9	87	18,2	

As normas **anteriores** da *British Thoracic Society* (BTS)<sup>18</sup> de 2002 sugeriam que indivíduos com saturação de O<sub>2</sub> em repouso, ao nível do mar > 95% estavam aptos a voar sem risco de desenvolver hipóxia significativa. O guia BTS recomendava que para qualquer um cuja saturação ao nível do mar fosse < 92% não viajasse sem suplementação de oxigênio que podia variar de 2 a 4 l/min por cateter nasal (FIO<sub>2</sub> de 28% a 35%) com taxas de fluxos fixas disponíveis em voos comerciais, de acordo com as necessidades individuais.

As diretrizes da BTS 2011 descrevem os limites vigentes para prescrição de oxigênio suplementar para viagens aéreas após a administração de uma concentração fracionada de 15% de oxigênio inspirado por 20 minutos:<sup>19</sup>

**PaO<sub>2</sub> < 50 mm Hg ou SpO<sub>2</sub> < 85%: oxigênio recomendado em voo**

A umidade a bordo varia de 10% a 20%, dependendo do compartimento, enquanto a temperatura varia de 19° a 23°C. O ar da cabine, extraído de um ambiente externo seco em altitude e pressurizado, desumidificado no compartimento do motor, pode contribuir para a desidratação dos passageiros suscetíveis.<sup>20-22</sup> A reciclagem do ar também pode expor os passageiros a possíveis alérgenos, mesmo quando a fonte dos alérgenos está a várias fileiras de distância do passageiro. O principal risco é a possibilidade de broncospasma induzido pela perda de água da mucosa brônquica resultante da baixa umidade do ambiente. A hipóxia hipobárica não deve apresentar um risco significativo e a redução da pressão ambiente da cabine não deve acometer pacientes sem comorbidade. No entanto, o teste de provocação hipóxico (TPH) deve ser considerado para aqueles com asma severa, independentemente da saturação basal de oxigênio ao nível do mar.

A suplementação de O<sub>2</sub> deve ser efetuada quando a PaO<sub>2</sub> em repouso está prevista para < 50 mm Hg durante o voo. Os médicos precisam prever se a PaO<sub>2</sub> de um viajante irá cair abaixo de 50 mm Hg. Na atualidade a entrega de oxigênio pelas companhias aéreas se torna cada vez menos comum e um número cada vez maior de pacientes viaja com seus concentradores de oxigênio portáteis aprovados para voo. Desde 2009, após decisão do Departamento de Transportes dos EUA sobre "Não discriminação com Base na Deficiência em Viagens Aéreas", todas as companhias que viajam de e para os Estados Unidos são obrigadas por lei a permitir que os passageiros transportem seus concentradores de oxigênio portáteis (COPs), desde que foram aprovados para uso pela FAA. Estes dispositivos fornecem uma variedade de fornecimento de oxigênio: modo pulsado, fluxo contínuo e modo noturno.

O TPH inicialmente conhecido pela sigla inglesa de HAST (*hypoxia altitude simulation test*) foi primeiro descrito por Gong et al.<sup>23</sup> em 1984. Segundo Nicholson et Sznajder<sup>24</sup> o TPH correlacionou-se fortemente aos dados reais de voo ( $r = 0,84$ ). No entanto, o nadir médio da SpO<sub>2</sub> durante o voo comercial foi de 78%, ocorrendo durante os períodos de atividade, demonstrando que o teste de provocação hipóxica tendeu a subestimar a gravidade da hipoxemia em voo.

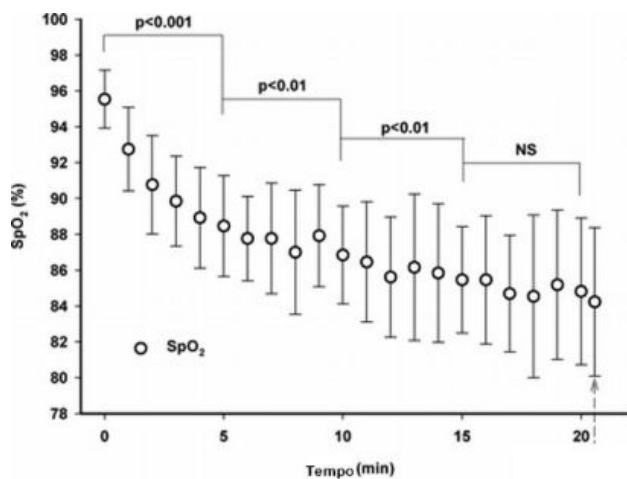
## Teste de Provocação Hipóxica (TPH) – Técnica

– Inicialmente – gasometria do sangue arterial para SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>.

– O teste consiste em fazer o paciente respirar por 20 minutos uma mistura de gases — oxigênio e nitrogênio podem ser misturados em proporções apropriadas em uma bolsa de Douglas ou obtida em cilindro previamente misturado diretamente em empresas de gases medicinais — para reduzir a porcentagem de oxigênio inspirado para 15%.

– Com uma máscara facial bem ajustada com vedação facial sobre o nariz e a boca e utilizando um fixador, a mistura de gás é administrada através de um circuito com uma válvula que impede a reinalação, para simular a pressão da cabine durante os voos comerciais (**Figura 1**). Durante cinco minutos para adaptação à máscara o paciente respira o ar ambiente. Após este tempo, o circuito passa à concentração de 15% de O<sub>2</sub>, ocorrendo a queda na PaO<sub>2</sub>. São avaliados os sintomas referidos, monitorização contínua cardíaca, oximetria de pulso e ao final uma segunda amostra de sangue será coletada para avaliação dos gases do sangue.

– Um TPH 'negativo' (onde se descarta a necessidade de oxigênio) consome cerca de 30 minutos. Se a titulação de oxigênio for necessária, o tempo de duração se prolonga a 60 min. O guia BTS propõe suplementação de oxigênio se a PaO<sub>2</sub> cair abaixo de 50 mm Hg ou se a saturação medida por oximetria cair abaixo de 85% durante o TPH.<sup>19</sup>



Os pacientes que precisam de oxigênio durante a viagem devem comunicar à companhia escolhida através de relatório médico e especificar a FIO<sub>2</sub> necessária, para que lhes seja disponibilizado este serviço. Entretanto, cada companhia aérea tem as suas próprias regras sobre viajantes que necessitam de oxigênio. Por isso é importante informar-se antes de reservar voos para se assegurar de que a companhia aérea com a qual pretende viajar, fornece oxigênio e na quantidade de que precisa. É importante ressaltar que não são admitidos nas aeronaves cilindros pressurizados pertencentes ao próprio paciente.

Nos últimos anos ocorreu um significativo avanço com a disponibilidade para utilização em voos dos concentradores portáteis de oxigênio, com uma gama muito variável de modos de entrega (fluxo contínuo v. pulso-dose) e taxas de fluxos. É salientado que o usuário do concentrador portátil é o responsável por trazer uma quantidade suficiente de baterias para alimentar o dispositivo durante o seu uso. Estes aparelhos foram validados pelas autoridades da FAA

dos Estados Unidos e autoridades europeias.

As companhias aéreas não fornecem oxigênio no terminal nem nas escalas, quando o paciente tem de trocar de aeronave, sendo que alguns aeroportos já dispõem deste serviço. Quanto aos custos, estes variam de acordo com cada empresa que ainda fornece este serviço, oscilando entre US\$ 100,00 e US\$ 300,00 para cada percurso. Isto significa que se houver uma escala com troca de avião, o serviço será cobrado duas vezes. Levar em consideração que o oxigênio não é fornecido na decolagem nem na aterrissagem. Consulte as normas vigentes no Brasil da Agência Nacional de Aviação Civil (**ANAC**) para o acesso ao transporte aéreo de passageiros que necessitam de assistência especial, incluindo a oxigenoterapia.

### Informações Médicas Home

Design by Walter Serralleiro

Anterior << Aspergilose Broncopulmonar Alérgica

Próximo >> Asma e Mergulho

## Referências

01. International Air Transport Association. Global Fact Sheet September 2020. <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet-benefits-aviation-statistics/> Acesso em: 07/12/2022.

02.News. No:62. IATA - <https://www.iata.org/contentassets/db9e20ee48174906aba13acb6ed35e19/2018-10-24-02-pt.pdf> Acesso em: 05/12/2022.

03.Peterson D, Martin-Gill C, Guyete FX, et al. Outcomes of medical emergencies on commercial airline flights. *N Eng J Med* 2013; 368:2075-83.

04.Querishi A, Porter KM. Emergencies in the air. *Emerg Med J* 2005; 22:658-59. doi:10.1136/emj.2004.017236.

05.Martin-Gill C, Doyle TJ, Yealy DM. In-Flight Medical Emergencies: A Review. *JAMA* 2018; 320:2580-2590.

06.Honeywell. Why do aircraft use cabin pressurization. [https://aerospace.honeywell.com/us/en/about-us/blogs/why-do-aircraft-use-cabin-pressurization?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=22-aero-ww-dsa&utm\\_term=dsa\\_aero&utm\\_content=dyn-en-lp&gclid=CjwKCAiA-dCcBhBQEIwAeWidTsvwoVWlud8fvmIPf2KMwSeMqNsXhwT7HKBUI5bMBsjhndhtkxocELkQAvD\\_BwE](https://aerospace.honeywell.com/us/en/about-us/blogs/why-do-aircraft-use-cabin-pressurization?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=22-aero-ww-dsa&utm_term=dsa_aero&utm_content=dyn-en-lp&gclid=CjwKCAiA-dCcBhBQEIwAeWidTsvwoVWlud8fvmIPf2KMwSeMqNsXhwT7HKBUI5bMBsjhndhtkxocELkQAvD_BwE) Acesso em: 05/12/2022.

07.Federal Aviation Administration. Federal Aviation Administration. Pressurized cabins section §25.841. Washington DC:FAA,2006. [www.ecfr.gov](http://www.ecfr.gov).

08.Hocking MB. Indoor air quality: recommendations relevant to aircraft passenger cabins. *Am Ind Hyg Assoc J* 1998; 59:446-54.

09.CAA. Guidance for health professionals: physiology of flight: civil aviation authority, 2020. Available: <https://www.caa.co.uk/Passengers/Before-you-fly/Am-I-fit-to-fly/Guidance-for-health-professionals/Physiology-of-flight/>.

10.Federal Aviation Administration. Code of Federal Regulations 2012. Title 14: Aeronautics and Space. Vol. 1, Sec. 25. Disponível em: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2012-title14-vol1/pdf/CFR-2012-title14-vol1-sec25-841.pdf>. Acesso em: 15/03/2022.

11.EASA. Easy access rules for large aeroplanes (CS-25) (Amendment 21), 2018. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/document-library/easy-access-rules/easyaccess-rules-large-aeroplanes-cs-25>.

12.Spurling KJ, Zammit C, Lozewicz S. Mains-powered hypoxic gas generation: a costeffective and safe method to evaluate patients at risk from hypoxia during air travel. *Thorax* 2011; 66:731-2.

13.Louie D, Paré PD. Physiological changes at altitude in nonasthmatic and asthmatic subjects. *Can Respir J* 2004; 11:197-9.

14.Golan Y, Onn A, Villa Y, Avidor Y, Kivity S, Berger SA, Shapira I, Levo Y, Giladi M. Asthma in adventure travelers: a prospective study evaluating the occurrence and risk factors for acute exacerbations. *Arch Intern Med* 2002; 162:2421-6.

15.Berntsen S, Stensrud T, Ingjer F, Vilberg A, Carlsen KH. Asthma in medium altitude--exercise-induced bronchoconstriction in hypobaric environment in subjects with asthma. *Allergy* 2005; 60:1308-11.

16.Aviation. Does the B787 (Dreamliner) operate with higher cabin pressure? Disponível em: <https://aviation.stackexchange.com/questions/1728/does-the-b787-dreamliner-operate-with-higher-cabin-pressure> Acesso em: 15/03/2022.

17.Coker RK, Armstrong A, Church AC, Holmes S, Naylor J, Pike K, Saunders P, Spurling KJ, Vaughn P. BTS Clinical Statement on air travel for passengers with respiratory disease. *Thorax* 2022; 77:329-350.

18.Managing passengers with respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax* 2002; 57:289-304.

19.Ahmedzai S, Balfour-Lynn IM, Bewick T, Buchdahl R, Coker RK, Cummin AR, Gradwell DP, Howard L, Innes JA, Johnson AO, et al.; British Thoracic Society Standards of Care Committee. Managing passengers with stable respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax* 2011; 66Suppl1:i1-i30.

20.Kelly PT, Seccombe LM, Rogers PG, Peters MJ. Directly measured cabin pressure conditions during Boeing 747-400 commercial aircraft flights. *Respirology* 2007; 12:511-515.

21.Kay RS. Safe air travel. Preventing in-flight medical problems. *Nurse Pract* 1994; 19:39, 43-6.

22.Blumen IJ, Abernethy MK, Dunne MJ. Flight physiology: clinical considerations. *Crit Care Clin* 1992; 8:597-618.

23.Gong H Jr, Tashkin DP, Lee EY, Simmons MS. Hypoxia-altitude simulation test: evaluation of patients with chronic airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130:980-986.

24.Nicholson TT, Sznajder JI. Fitness to fly in patients with lung disease. *Ann Am Thorac Soc* 2014; 11:1614-22.

25.Kelly PT, Swanney MP, Seccombe LM, Frampton C, Peters MJ, Beckert L. Air travel hypoxemia vs. the hypoxia inhalation test in passengers with COPD. *Chest* 2008; 133:920-6.