

# A minimização do mal da montanha nos escaladores de alta altitude por meio da aclimatação física

*A minimization of acute mountain sickness in mountain high altitude climbers through physical acclimatization*

AMORIM, Moacyr Ennes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Me. Docente do Curso de Design do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA

## Resumo

O Mal da Montanha é um distúrbio ou reação do organismo à baixa pressão atmosférica, causada pela exposição do homem aos ambientes hipobáricos, característicos das regiões de alta montanha. O ar rarefeito é o principal gerador da referida síndrome, aliado ao rápido ganho de altitude e agravado pela tensão psicofisiológica e pelo cansaço. Estima-se que a metade das pessoas que permanecem a uma altitude superior a 3000 m, durante mais de seis horas são afetadas pelo mal da montanha em graus muito diversos, que vão desde a simples dor de cabeça até perturbações muito mais graves. Assim sendo, o artigo tem como propósito evidenciar os efeitos da altitude e da baixa pressão atmosférica sobre o organismo humano, no ambiente de alta montanha; as enfermidades relacionadas com a altitude e como evitá-las, a partir das possíveis formas de aclimatação física e sem a intervenção medicamentosa. Para o desenvolvimento do referido artigo, utilizou-se a revisão bibliográfica e documental, a partir da discussão de diversos autores que já abordaram o tema.

## Palavras-chave

Ergonomia; Fatores Ambientais; Mal da Montanha; Aclimatação; Montanhismo.

## Abstract

*The Acute Mountain Sickness is a disorder or the body's reaction to low atmospheric pressure, caused by human exposure to hypobaric environments characteristic of high mountain regions. The thin air is the main generator of the syndrome coupled with rapid altitude gain and aggravated by psychophysiological stress and the exhaustion. It is estimated that half of the people who remain at an altitude above 3000 m, for more than six hours are affected by mountain sickness in very different stages, ranging from a simple headache to more serious disorders. Thus, the article aims to present the effects of altitude and atmospheric pressure in the high mountain environment on the human body, the diseases related to altitude and how to prevent them from possible ways acclimation physics without the drug intervention.*

## Keywords

*Ergonomics; Environmental Factors; Acute Mountain Sickness; Acclimation; Mountaineering.*

## Como você deve citar?

AMORIM, Moacyr Ennes. A minimização do mal da montanha nos escaladores de alta altitude por meio da aclimatação física. **Cadernos UniFOA Especial Design**, Volta Redonda, n. 2, p. 35-46, jan. 2015.

## **1 INTRODUÇÃO**

As expedições em alta montanha requerem planejamentos meticulosos, dada a complexidade das empreitadas. Os montanhistas veem-se na contingência de utilizar considerável número de horas na operacionalização das diversas facetas que integram o projeto. Equipamentos técnicos e materiais diversos precisam ser adquiridos, conferidos e inspecionados e toda a documentação precisa estar em ordem, com os suprimentos calculados e embalados. O transporte da equipe, dos equipamentos e viveres são, muitas vezes, precários. Além de toda a logística é indispensável que a saúde dos participantes esteja em conformidade com as demandas a que serão submetidos. Treinamentos regulares, visando ao perfeito condicionamento físico e à preparação técnica dos participantes são exigidos.

Durante uma expedição, os fatores humanos, indiscutivelmente, são os mais complexos e delicados de serem administrados e solucionados. Isso porque as expedições de alta montanha colocam os montanhistas sob forte tensão física e psíquica, o estresse e a carga mental se potencializam pelo constante risco de vida, desconforto, isolamento e a incerteza de resultados a que estão submetidos. Existem, também, os fatores ambientais que são impiedosos: o frio intenso, a baixa umidade relativa do ar, os fortes ventos, as tempestades constantes, a altitude e a pressão atmosférica tornam-se inimigos ferrenhos e podem reduzir, consideravelmente, as possibilidades de sucesso.

Segundo Lida (2005), "uma grande fonte de tensão são as condições ambientais desfavoráveis. Estas condições causam desconforto, aumentam o risco de acidentes e pode provocar danos consideráveis a saúde".

É importante ressaltar que, nas atividades de aventura em regiões montanhosas, segurança absoluta não existe, já que está limitada pelos erros humanos e as cambiantes forças da natureza são infinitamente poderosas e incontroláveis.

A Ergonomia, enquanto disciplina projetual e científica, relacionada ao estudo das interações entre o homem (o montanhista) e seu trabalho (a escalada), equipamentos e ambiente físico (a montanha), busca soluções, visando tornar o sistema operativo compatível com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas, otimizando o bem estar humano e o desempenho global do sistema.

O atendimento dos requisitos ergonômicos possibilita maximizar o conforto, a satisfação e o bem-estar, garantir a segurança, minimizar constrangimentos, custos humanos e carga cognitiva, psíquica e física do operador e/ou usuário; e otimizar o desempenho da tarefa, o rendimento do trabalho e a produtividade do sistema homem-máquina, como enfatizam Moraes e Mont'Alvão (2011).

Assim sendo, o referido artigo tem por objetivos evidenciar os efeitos da altitude e da baixa pressão atmosférica sobre o organismo humano, no ambiente de alta montanha; as enfermidades relacionadas com a altitude e como evitá-las, a partir das possíveis formas de aclimação física e sem a intervenção medicamentosa.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se a revisão bibliográfica e documental de diversos autores que já abordaram temas como: fatores ambientais ergonômicos, baixa pressão atmosférica e montanhismo de alta altitude.

Embora o relevo brasileiro não possua montanhas com altitude superior a 2994 metros, (Pico da Neblina, ponto culminante do Brasil), é cada vez mais expressivo o número de montanhistas brasileiros que se aventuram todos os anos, em cotas elevadas das diversas cordilheiras e cadeias montanhosas do planeta.

## 2 AS MONTANHAS E O MONTANHISMO

As grandes cadeias montanhosas, as florestas tropicais, as regiões polares e os desertos constituem um grupo de ecossistemas inóspitos e agressivos, diferenciados pela magnitude de suas características geomorfológicas, bióticas, climáticas e meteorológicas, representando um desafio significativo para os praticantes de atividades de aventura ao ar livre. Com suas particularidades apresentam obstáculos, muitas vezes, intransponíveis para aqueles que estão despreparados técnica, física e mentalmente para encará-los e vencê-los. As altas montanhas, são locais apropriados à prática de diversas atividades como o trekking, montanhismo clássico, montanhismo de esqui e as diversas modalidades de escaladas, no entanto apresentam um quadro diversificado de fatores meteorológicos e climáticos, referentes aos fenômenos e às dinâmicas atmosféricas: massa de ar, pressão, temperatura, umidade, ventos, nuvens, precipitações e descargas elétricas diferentes daqueles encontrados em pequenas altitudes ou ao nível do mar.

Segundo a Federação Francesa de Montanha e de Escalada (Fédération Française de la Montagne et de l'Escalade – FFME) (2013), na montanha, a temperatura externa cai em 6,5° C a cada 1000 m, os ventos são mais fortes e a radiação solar é mais intensa em altitudes mais elevadas, causando queimaduras solares e exigindo proteção da pele e dos olhos; o vapor de água diminui com a altitude, gerando um ar muito seco, uma das causas da desidratação, e os fatores de resfriamento são mais predisponentes à hipotermia ou ao congelamento.

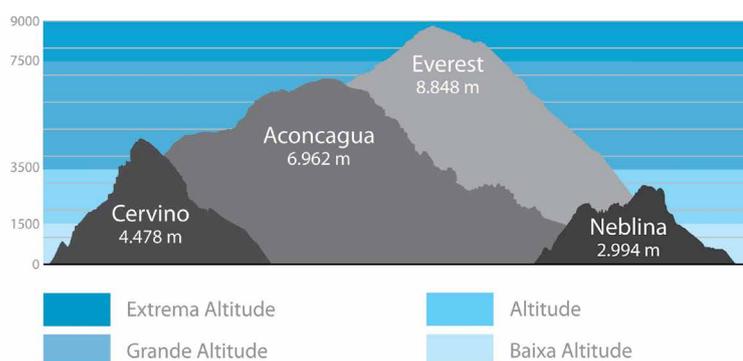
A Organização de Pesquisa & Desenvolvimento da Defesa, do Ministério da Defesa da Índia (2011), informa em um de seus periódicos que,

a alta altitude é caracterizada por um ambiente hipóxico, pelo frio e pela radiação ultravioleta (UV), o que provoca efeitos adversos no trabalho eficiente e nas funções cognitivas de um indivíduo, ocorrem doenças agudas da montanha, por vezes, congelamentos e ulcerações produzidas pelo frio ou ameaças a vida como os edemas pulmonares e cerebrais de alta altitude (sic).

Os montanhistas classificam montanhas baixas e altas em função da natureza da atividade que praticam, mas não existe um consenso entre eles [...]. Outra forma possível de classificar montanhas baixas, médias e altas é em função dos efeitos da altitude no organismo humano. Por exemplo, a partir de 2.400 m de altitude, as pessoas já começam a sentir os efeitos da pressão do oxigênio. Os médicos fisiologistas distinguem três zonas de altitude que podem causar problemas: moderada, entre 2.400 e 3.600 m; alta, entre 3.600 e 5.400 m e extremas, acima de 5.400 m. (FARIA, 2005).

Ao analisar-se os dados contidos em Crystal et al. (1997); Logue (2000), Faria (2005), Medex (2008) e FFME (2013), observou-se não existir um consenso relativo à categorização das altitudes das montanhas. Sendo assim, para efeito deste trabalho, estabeleceu-se utilizar a classificação apresentada pela organização Medical Expeditions (2008), abaixo representada pela figura 1.

**Figura 1 – Categorias de altitudes**



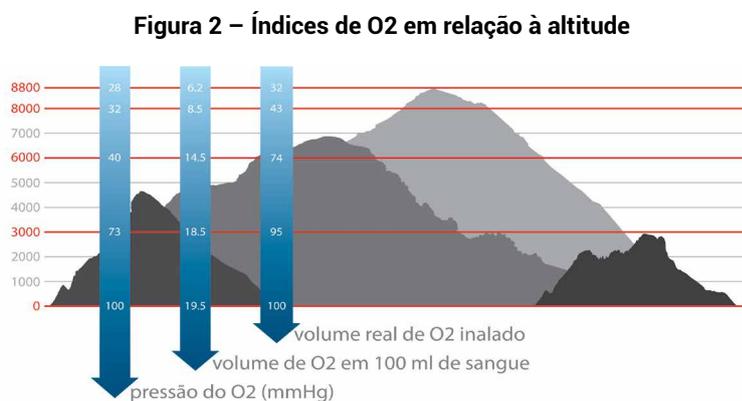
Fonte: do autor, 2015.

### 3 A ALTITUDE E A PRESSÃO DO AR

Na vida normal da maioria dos mortais, as variáveis atmosféricas que mais preocupam são a temperatura e a umidade do ar. Certamente, em ambientes pouco comuns e diferenciados, outras variáveis podem ocupar o primeiro lugar. Para as pessoas que estão geograficamente em situações elevadas (por exemplo, áreas montanhosas), a pressão atmosférica e os problemas relacionados a ela são de importância primordial para o bem-estar e a realização de suas atividades. (SANDERS & MCCORMICK, 1993).

Em altitudes entre 2500 m e 5000 m, cerca de 20% a 90% daqueles que não estão adaptados à essa condição irão apresentar sintomas leves do mal de altitude. A prevalência dessa síndrome, nos Alpes suíços, varia de 9% a 2850 m para 53% em 4559 m. Na região do Monte Everest, aproximadamente 50% dos trekkers que caminham em altitudes acima de 4000 m, também a desenvolvem, enquanto que 84% daqueles que voam diretamente para 3860 m são afetados, enfatiza Quinn (2013).

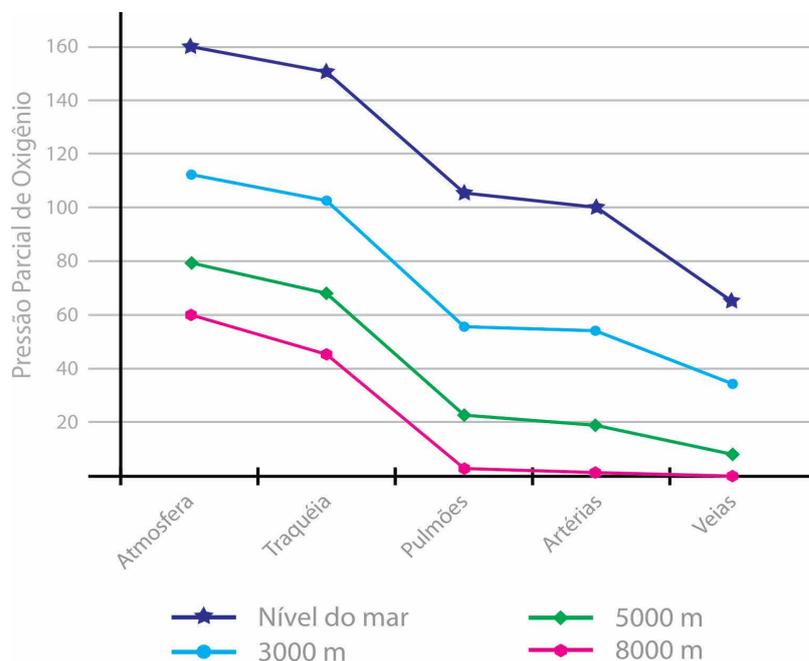
Os problemas provocados pela altitude derivam da diminuição da pressão atmosférica, pois quanto mais se ascende mais fraco e leve se torna a camada de ar. A medida que se ganha altitude, a pressão diminui, no entanto, esse descenso é desproporcional ao aumento de altitude. Ao nível do mar, a pressão normal é de 760 mmHg; nos primeiros 1500 m, a queda de pressão é muito rápida, 8,25 mmHg para cada 100 m verticais, em média; enquanto que, mais acima, a queda é mais lenta, a 5000 m é de 500 mmHg. A densidade da atmosfera continua a reduzir a medida que se ganha altitude e a uma altura de 7000 m o ar será mais rarefeito do que ao nível do mar. (MCCORMICK, 1983); (DAMILANO & GARDIEN, 1999) e (SOLER, 2002).



Fonte: Faria (2005)

Acorde Nordqvist (2010), "ao nível do mar a concentração de oxigênio na atmosfera é de, aproximadamente, 21% e a pressão barométrica média é 760 mmHg. Em altitudes superiores, a concentração de oxigênio continua a mesma, no entanto, o número de moléculas de oxigênio por respiração é reduzida. A 5500 m cada respiração contém, aproximadamente, metade da quantidade habitual de oxigênio (em comparação ao nível do mar). A fim de compensar a escassez de oxigênio, a pessoa precisa respirar mais rápido com batimentos cardíacos acelerados. Apesar da aceleração da respiração aumentar os níveis de oxigênio no sangue, estes não alcançam a mesma concentração do nível do mar".

**Figura 3 – Comparativo do O<sub>2</sub> encontrado em diversas partes do corpo ao nível do mar e em outras altitudes significativas**



Fonte: Altitude.org, 2013

Consoante McCormick, (1983),

uma função fundamental do sistema respiratório é de transportar oxigênio desde os pulmões aos tecidos do corpo e recolher o dióxido de carbono e levá-lo até os pulmões, quando são exalados. Sob circunstâncias normais (incluída a pressão ao nível do mar), o sangue (na realidade os glóbulos vermelhos) transporta oxigênio a quase 95% da capacidade dos glóbulos vermelhos. No entanto, à medida que diminui a pressão do ar, se reduz o total de oxigênio que o sangue pode absorver.

Faria (2005) enfatiza que, “depois dos 6000 m de altitude começa a chamada ‘zona da morte’, quando o volume de oxigênio disponível é de 74% e as mortes causadas pelos efeitos da altitude são comuns”. A 8000 m o volume de O<sub>2</sub> é de apenas 43% e, no topo do Everest, cai para apenas 32%, o que é um volume extremamente reduzido.

#### 4 O MAL DA MONTANHA

A primeira referência histórica sobre o Mal de Montanha encontra-se em Plutarco (46–120 d.C.), ao relatar a saga dos exércitos de Alexandre III, pelos passos elevados das montanhas da Índia, em 326 a.C. Um segundo registro, é mencionado em manuscritos da Dinastia Han, em 30 a.C., quando viajantes chineses chamaram uma elevação de “Montanha da Grande Dor de Cabeça e Monte da Febre”, (Mount Greater Headache e Fever Hill). A civilização inca (1100-1533 d.C.), nos Andes, também estava familiarizada com a doença, denominando-a de “soroche”. Outra alusão sobre a síndrome foi de um dos primeiros jesuítas a explorar o planalto tibetano, a partir da Índia, em 1630.

Entretanto, foi o importante pioneiro da medicina de alta altitude, Thomas Holmes Ravenhill (1881-1952), médico inglês, que escreveu um artigo em 1913, no qual apresentava a classificação da doença, que ainda está em uso nos dias atuais. O texto continha as primeiras descrições precisas do edema

pulmonar e do edema cerebral de alta altitude. O trabalho foi realizado enquanto Ravenhill era médico, nas minas de Collahuasi e Poderosa, no norte do Chile, em altitudes de 4690-4940 m. (WEST, 1996).

O Mal da Montanha – MM, também conhecido como Mal Agudo da Montanha, Doença da Altitude (altitude sickness ou altitude illness), Doença Aguda da Montanha (acute mountain sickness – AMS), Hipobaropatia (hypobaropathy), Doença de Acosta (Acosta's disease), puna ou soroche é uma síndrome ou reação do organismo à baixa pressão atmosférica, à falta de oxigênio e ao ganho rápido de altitude. Ocorre, geralmente, acima dos 3000 metros de altitude. (CRYSTAL ET AL., 1997), (LOGUE, 2002); (MARAIS, 2002); (VELEZ, 2003); (CAVALLARI, 2008) e (NORDQVIST, 2010)

Estima-se que a metade das pessoas que permanecem acima de 3000 metros sobre o nível do mar, durante mais de seis horas, são afetadas pelo mal da montanha em graus muito diversos, que vão desde a simples dor de cabeça até perturbações muito mais graves. (SILVA & VELEZ, 2003); (LE BRUN, 1995).

Embora as mudanças fisiológicas, como o aumento da respiração ocorram a partir dos 1200 metros, complicações relativas ao mal agudo da montanha, raramente, ocorrem abaixo de 3000 metros. Os sintomas, geralmente, começam em oito horas ou mais após uma subida direta, disserta Logue (2000).

O mal da montanha, segundo McCormick (1987), ocorre devido à hipóxia, pois

se diminui o fornecimento de oxigênio, pode ocorrer a hipóxia (também denominada anoxia), cujos efeitos variam segundo o grau de redução de oxigênio [...] em termos gerais, os efeitos em altitudes abaixo de 2500 m são bastante normais, mas acima deste nível, ou acima de 3000 m, os efeitos são mais graves.

Os sintomas de hipóxia começam a ser sentidos a partir de 2438 metros acima do nível do mar. A pressão do ar diminui geometricamente à medida que a altitude aumenta, de modo que os efeitos da hipóxia aumentam, desproporcionalmente, numa escalada de maior altitude. Problemas de adaptação à altitude extrema podem ser um perigo grave e possivelmente fatal. (POWERS, 2000).

#### **4.1 Sintomas**

Os sintomas da hipóxia podem ser leves, mas, geralmente, iniciam-se rapidamente e de forma aguda. Incluem dores de cabeça, falta de ar, desidratação, náuseas, diminuição da diurese e, em alguns casos, tonturas. O mal da montanha não apresenta risco de vida, mas pode indicar que o indivíduo não realizou, corretamente, a aclimatação, explica Powers (2000).

Os distúrbios relativos ao mal da montanha, segundo a Federação Francesa de Montanha e de Escalada (2013), ocorrem de quatro a oito horas após a chegada a altitude, na maioria das vezes, "a partir de 3500 metros, às vezes, em cotas mais baixas. Eles são caracterizados por uma combinação de sintomas. Dores de cabeça em 96% dos casos, insônia em 70%, perda de apetite em 38% e náuseas em 35%".

O mal da montanha manifesta-se numa primeira fase com dores de cabeça e respiração ofegante, seguida de perda de apetite, náusea, vômitos, pele azulada (cianose), cansaço e fadiga incomuns. Não é preocupante, sendo até normal, e o efeito reduz com a progressão da aclimatação. Se os sintomas se agravarem o montanhista não deverá continuar a subir. Passados um ou dois dias à mesma altitude e o estado se mantiver ou piorar, a perda de altitude rápida é a melhor alternativa. (LOGUE, 2002; VELEZ, 2003).

Na altitude, há um aumento do fluxo sanguíneo para o cérebro, fazendo os vasos sanguíneos dilatarem e a pressão sanguínea aumentar. Isso foi considerado como sendo a principal causa de dor de cabeça em grande altitude, o sintoma predominante da doença aguda da montanha. No entanto,

estudos recentes revelaram que o aumento do fluxo de sangue não é o responsável pelo sintoma. A dor de cabeça está relacionada com as reações químicas no organismo. A série de acontecimentos envolvida é bastante complicada e não será discutida aqui. (QUINN, 2013)

Segundo Le Brun (1995),

a adaptação do organismo à altitude é alcançada com relativa facilidade. No entanto, se a permanência é prolongada em uma zona muito elevada, existe o risco do sangue se espessar. Os sintomas mais característicos são as dores de cabeça, a insônia, a perda do apetite, as náuseas, as tonturas e a fadiga excessiva. Qualquer pessoa que se veja seriamente afetada deve ser transladada, imediatamente, para uma altitude inferior a 2500 metros [...] Acima dos 5000 metros, considera-se que a aclimação ocorre casuisticamente, [nem todos os montanhistas conseguem resultados satisfatórios]. O metabolismo se modifica e as principais funções se deterioram gradativamente.

Para Nordqvist (2010), "o sintoma primário para diagnosticar a doença aguda da montanha é a dor de cabeça. No entanto, a dor de cabeça, também, é um dos sintomas da desidratação. Por conseguinte, para o correto diagnóstico, os especialistas informam que o paciente precisa estar com dor de cabeça a uma altitude de pelo menos 2500 m, bem como, apresentar, pelo menos, um dos sinais e sintomas listados abaixo:

- Falta de apetite, náuseas ou vômitos;
- Exaustão ou fraqueza;
- Tonturas (vertigens);
- Insônia;
- Câimbras;
- Ofegância (falta de ar ao esforço);
- Sonolência;
- Mal-estar geral;
- Inchaço das mãos, pés e face (edema periférico).

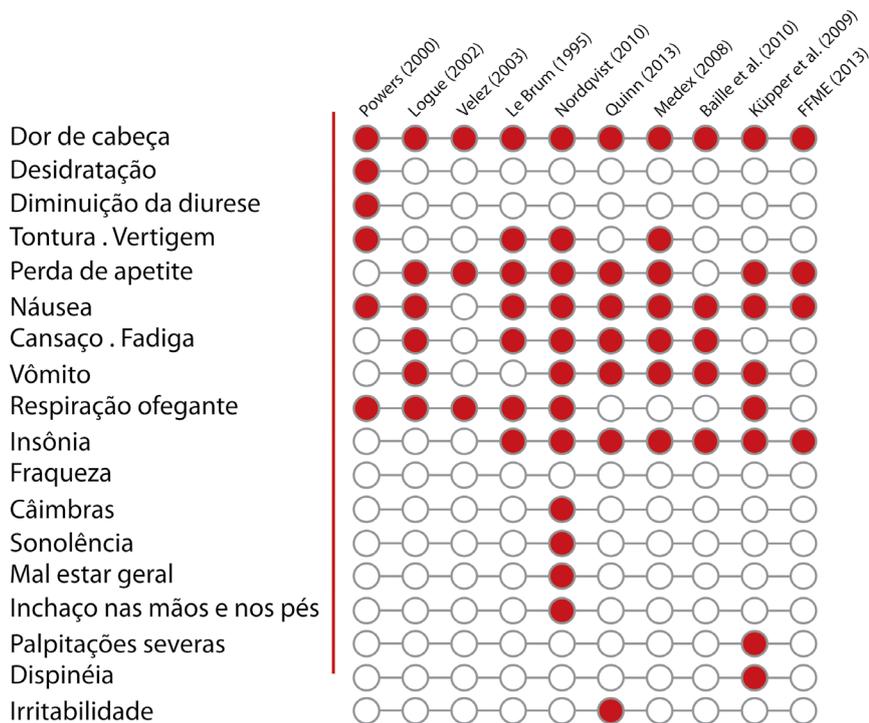
De acordo com Quinn (2013), "o mal da montanha começa, geralmente, com uma dor de cabeça. Seus sintomas em ordem decrescente de frequência, incluem: dor de cabeça, insônia, perda do apetite, náusea, vômito, irritabilidade, consciência perturbada e fadiga incomum. Eles aparecem, gradualmente, entre 12 e 24 horas após a chegada em zona de altitude e começa a diminuir em termos de gravidade, no terceiro dia."

Homens e mulheres são igualmente afetados. Qualquer pessoa, independentemente, da idade e da aptidão de se aventurar em altitudes mais elevadas pode desenvolver o mal da montanha [...] Psicólogos também examinaram os métodos de previsão de suscetibilidade e descobriram que indivíduos altamente ansiosos são mais sensíveis ao desenvolvimento de doença da altitude. (*op. cit.*)

O corpo humano precisa, em média, de 1 a 3 dias para se aclimatar a uma mudança de altitude. Pessoas que não passam tempo suficiente se aclimatando têm o maior risco de desenvolver a doença de altitude. As pessoas com sintomas graves devem descer pelo menos 600 m (2000 pés), o mais rapidamente possível. Se tal procedimento não for providenciado, poderão ocorrer graves complicações com risco de vida. Pessoas cujos sintomas não melhorarem depois de descer 600 metros devem continuar descendo até que comecem a se sentir melhor. (NORDQVIST, 2010)

Para melhor compreensão e futuros estudos, buscou-se sistematizar as informações sobre os sintomas do mal da montanha, obtidas a partir do levantamento e análise de Le Brun (1995); Powers (2000); Logue (2002); Velez (2003); Medex (2008); Küpper et al. (2009); Nordqvist (2010); Baillie, Thompson & Bates (2012); Ffme (2013) e Quinn (2013), conforme quadro 1.

**Quadro 1 – Sintomas do Mal da Montanha**



Fonte: do autor, 2015.

## 4.2 Aclimação

O homem tem a capacidade de se adaptar à altitude. Após um período de aclimação, o corpo responde à hipóxia por policitemia, ou seja, o aumento do número de células vermelhas do sangue, as transportadoras oxigênio. Uma maior ou menor aclimação depende da altitude que se ascende e da permanência na altitude. Em geral, a aclimação a uma altitude entre 3000 e 4000 m ocorre em menos de 8 dias. (FFME, 2003).

A regra de ouro para evitar o mal da montanha, segundo Quinn (2013),

é uma subida gradual, lenta e com pouco ganho de altitude, permitindo assim que o tempo para a aclimação possa ocorrer. Embora isso seja de conhecimento comum para a maioria dos montanhistas, muitos fatores, tais como: o tempo limitado de férias, más condições meteorológicas, o aumento de estradas em alta altitude e as subidas rápidas com teleféricos fazem com que essa regra básica seja ignorada ou esquecida. Atualmente, recomenda-se que acima de 3000 m, cada noite não deva ser passada mais de 300 m, em média, acima da altitude da noite anterior; com um dia de descanso a cada dois ou três dias de marcha (ou a cada 1000 m de subida). É muito importante não continuar a subida quando os sintomas persistirem e, que a descida para níveis mais baixos, deve ser considerada até que os sintomas sejam amenizados.

De acordo com Powers (2000),

a aclimação física começa a ter efeito em questão de dias; a maioria das pessoas se torna bem aclimatadas a uma nova elevação após um dia. Uma boa hidratação, o cumprimento de um programa de progressão vertical e o cuidado para evitar o esgotamento físico facilitarão a adaptação a altitudes elevadas.

Aclimatar-se o melhor possível. Nesse sentido deve-se realizar uma ascensão lenta, progressiva e paciente, comer adequadamente e beber muito líquido (4 a 5 litros por dia), evitando a desidratação,

consequência do ar muito seco. É fundamental planificar e cumprir com rigor a progressão em altitude, de forma a evitar sérias indisposições e riscos para a saúde. Embora o processo de adaptação fisiológica à rarefação do ar com a altitude varie de pessoa para pessoa, existem regras básicas que convém respeitar. A partir dos 2500 metros de altitude, a progressão diária em desnível não deve ultrapassar os 300 a 350 metros e, se isso acontecer, deve repousar-se um dia, antes de continuar. (SILVA & VELEZ, 2003)

**Quadro 2 – Sistema ideal de aclimatação com aproximação progressiva e ativa na zona de aparecimento do mal da montanha**



Fonte: do autor, 2015.

Os montanhistas podem aclimatar-se para as altitudes mais elevadas, aceitar o fenômeno como inevitável e ter em conta as reações próprias e seus limites, dando tempo suficiente aos seus organismos. Ganhar mais altitude durante o dia e descer para dormir mais baixo é um procedimento eficiente. A aclimatação varia de acordo com o indivíduo e alguns escaladores conseguem adaptar-se mais rapidamente.

Muitas vezes, por questões de logística, do tipo de atividade, do tempo disponível para a realização e da via escolhida para a escalada de alta montanha é impossível seguir a aclimatação recomendada de ascensão de 300 metros de desnível por dia, com descanso de um dia a cada 1000 metros de ascensão. Nessas situações, outra regra de ouro deve ser seguida: subir o máximo a cada dia e voltar para dormir mais abaixo. Não se consegue uma aclimatação eficaz, mas reduz-se, significativamente, os efeitos da altitude no horário noturno de descanso.

**Quadro 3 – Sistema contingencial para redução dos efeitos do Mal da Montanha para as diversas modalidades de aproximação ativa**



Fonte: do autor, 2015.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores ambientais extremos, independentemente da natureza, representam um risco considerável para o homem, tanto no ambiente construído como no ambiente natural. Tais circunstâncias desfavoráveis podem gerar custos humanos que vão do desconforto, passando pelos acidentes e os danos irreversíveis a saúde, chegando à morte.

As altas montanhas apresentam condições hostis aos montanhistas. Alguns dos constrangimentos gerados podem ser minimizados pela redução da exposição às mesmas com a utilização de estratégias de adaptação ou aclimação, sendo as mais eficazes: o aumento progressivo da duração e da intensidade da atividade realizada, com a correta utilização de equipamentos de segurança, de vestimentas adequadas, de dietas e da hidratação apropriadas.

No entanto, nem mesmo o mais experiente dos montanhistas estará livre de sofrer os distúrbios provocados pelo mal da montanha, que surgirão entre seis e vinte e quatro horas, em altitudes a partir de 2400 a 3000 metros. Essa é uma síndrome ou reação do organismo à baixa pressão atmosférica, à falta de oxigênio e ao ganho rápido de altitude que afetará, indiscriminadamente, homens e mulheres. Existem diferenças individuais notáveis, considerando-se a idade, o peso, a pressão arterial, o condicionamento físico e o estado de saúde geral do montanhista. A variedade dos sintomas e suas intensidades, a rapidez do aparecimento e a duração serão diversas entre as pessoas e os efeitos reduzirão, naturalmente, com a progressão da aclimação, que aumentará a tolerância do indivíduo. O processo de aclimação poderá levar de um a oito dias, dependendo de quanto foi a progressão em termos de altitude, a rapidez dessa progressão e as características físicas do montanhista.

Descer para uma altitude mais baixa é, provavelmente, a melhor medida diante do surgimento do mal da montanha. Tentativas de tratar ou estabilizar o montanhista *in loco* é perigoso. Pessoas com sintomas moderados, geralmente, reagem bem se descerem para altitudes mais baixas - apenas 300 m - e permanecer por 24 horas na mencionada altitude. Se o indivíduo com sintomas moderados permanece em altitude mais baixa por dois dias se tornará melhor aclimatado e então poderão voltar a escalar.

Cumprido ressaltar que, para uma aclimação mais efetiva torna-se necessário que o montanhista não ganhe altitude de forma passiva (avião, carro ou outro meio de transporte). Caso isso venha a ocorrer, será necessário que descanse as primeiras 24 horas; acima de 3000 m deverá limitar seu ganho diário de altitude a 300 m e que a cada 1000 m subidos, acima de 3000 m, deverá dormir duas noites consecutivas à mesma altitude.

Assim, diante dos dados apresentados, pode-se concluir que os escaladores de alta montanha apresentam condições fisiológicas capazes de reverter os distúrbios provocados pela baixa pressão atmosférica até uma altitude entre 5500 m (MEDEX, 2008) e 6000 m (SANDRES & MCCORMICK, 1987). A partir dessas altitudes, não haverá uma aclimação plena, o que poderá provocar danos consideráveis à saúde do montanhista, dependendo do preparo físico e mental do mesmo. Outra questão a se considerar é a altitude denominada de "zona da morte", que, para Farias (2005), inicia-se a partir dos 6000 m e, para a Medex (2008), a partir dos 7500 m. Em ambas as situações, o montanhista poderá sofrer consequências significativas, sendo as mais comuns o edema pulmonar da alta altitude (high altitude pulmonary edema - HAPE) e o edema cerebral de alta altitude, (high altitude cerebral edema - HACE), doenças graves que podem matar um montanhista.

## BIBLIOGRAFIA

BAILLIE, Kenneth; THOMPSON, A. A. Roger; BATES, Mathew. **High Altitude**. *online*. Disponível em: <[http://www.altitude.org/high\\_altitude.php](http://www.altitude.org/high_altitude.php)>. Acesso em: 13 ago. 2012.

CAVALLARI, Guilherme. **Manual de trekking & aventura**. São Paulo: Kalapalo Editora, 2008.

CRYSTAL, R. G., et al. **The lung**. London: Scientific Foundations. Lippincott-Raven Publishers, 1997.

DAMILANO, François; GARDIEN, Claude. **Guia completa de montañismo**. Barcelona: Blume, 1999.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Blucher, 2005.

FARIA, Antonio Paulo. **Classificação de Montanhas pela Altura**. Revista Brasileira de Geomorfologia. União da Geomorfologia Brasileira. Ano 6 N. 2, 2005. Disponível em: <[http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS\\_RBG\\_Ano\\_6\\_%20n\\_2\\_2005/RBG\\_Ano\\_6\\_n\\_2\\_2005\\_21\\_28.pdf](http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_6_%20n_2_2005/RBG_Ano_6_n_2_2005_21_28.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2013.

FÉDÉRATION FRANÇAISE DE LA MONTAGNE ET DE L'ESCALADE. **Le Mal Aigu des Montagnes**, Disponível em: <<http://www.ffme.fr/uploads/medical/documents/mal-aigu-montagne.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. **Pathologies chroniques et séjour en altitude: Recommandations pour le médecin généraliste**. Disponível em: <<http://www.ffme.fr/uploads/medical/documents/recommandations-bonne-pratique.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2013.

KÜPPER, Th.; GIESELER, U.; ANGELINI, C.; HILLEBRANDT, D.; MILLEDGE, J. **Recomendaciones de la Comisión Médica de la UIAA - Vol: 2 - Manejo sobre el terreno del Mal Agudo de Montaña, Edema Pulmonar de Altitud y Edema Cerebral de Altitud**. Ginebra: UIAA, 2009.

LE BRUN, Dominique. **Deportes de aventura: Método fácil y práctico para aprender y aperfeiçoar-se**. Girona: Tikal Ediciones, 1995.

LOGUE, Victoria Steele. **Backpacking: essential skill to advanced techniques**. Birmingham: Menasha Ridge Press, 2002.

MCCORMICK, Ernest. **Ergonomia**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1983.

MARAIS, Jacques. **Hiking**. Mechanicsburg: Stackpole, 2002.

MEDICAL EXPEDITIONS. **Travel at high altitude**. Londres: Medex, 2008.

MINISTRY OF DEFENCE OF ÍNDIA. DEFENCE RESEARCH & DEVELOPMENT ORGANISATION. **Environmental, Physiological and Human Factor Research**. *online*. Disponível em: <[http://drdo.gov.in/drdo/pub/techfocus/2011/TF\\_12\\_2011.pdf](http://drdo.gov.in/drdo/pub/techfocus/2011/TF_12_2011.pdf)> Acesso em 27 fev. 2013. Technology Focus . Vol. 19 Nº. 6 december 2011.

MORAES, Anamaria; MONTALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2011.

NORDQVIST, Christian. **What Is Altitude Sickness (acute Mountain Sickness)? What Causes Altitude Sickness?** *online*. Disponível em: <<http://www.medicalnewstoday.com/articles/179819.php>, 2010>. Acesso em 29 mar. 2013.

POWERS, Phil. **Wilderness Mountaineering**: National Outdoor Leadership School. Mechanicsburg: Stackpole Books, 2000.

QUINN, Elizabeth. **High Altitude Illness and Acute Mountain Sickness: How to recognize, prevent and treat symptoms of high altitude illness**. *online*. Disponível em: <<http://sportsmedicine.about.com/od/environmentalissues/a/AltitudeIllness.htm>> Acesso em 7 out. 2013.

SANDERS, Mark S. MCCORMICK, Ernest J. **Human factors in engineering and design**. New York: Mcgraw-hill, 1993.

SOLER, Javier A. Mlendo; COBOS, Nieves Arbonés; POMAR; Luis Câncer; VITALLER. **Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza**. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2002.

SILVA, Francisco; VELEZ, Gonçalo. **Medicina de Montanha e em Viagens**. *online*. Disponível em: <[http://arquivo.desnivel.pt/artigos/saude/medicina\\_em\\_montanha.html](http://arquivo.desnivel.pt/artigos/saude/medicina_em_montanha.html)>. Acesso em: 10 ago. 2008.

VELEZ, Gonçalo. **A Altitude e o Problema da Aclimação**. *online*. Disponível em: <[http://arquivo.desnivel.pt/artigos/saude/aclimatacao\\_em\\_altitude.html](http://arquivo.desnivel.pt/artigos/saude/aclimatacao_em_altitude.html)>. Acesso em: 10 ago. 2008.

WEST, J. B.. **T.H. Ravenhill and his contributions to mountain sickness**. *online*. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/content/80/3/715.short>>. Acesso em: 27 fev. 2013.