

OXIGÊNIO HIPERBÁRICO (*)

DR. RENATO CORRÊA RIBEIRO E. A. (**)

O autor, chama a atenção para as bases de atuação do "Oxigênio Hiperbárico". Cita as Leis Físicas de Dalton, de Boyle e de Henry, como regentes da terapêutica e, mostra que, à três atmosferas de pressão, o plasma e fluidos, carregam 20 vezes mais oxigênio que o normalmente à pressão parcial do mesmo gás existente no ar.

Passa ~~ex~~ revista, os diversos trabalhos sobre o assunto, chamando a atenção do leitor, para as pesquisas pioneiras de Álvaro Ozório de Almeida, em 1934 — 1937 no Rio de Janeiro, sobre "Oxigênio Hiperbárico", principalmente seus resultados no câncer humano, usando radioterapia e oxigênio hiperbárico. Ressalta o autor, os vários trabalhos de Álvaro Ozório de Almeida sobre o assunto. Passa em revista as indicações, a toxicidade e aspectos históricos do uso do Oxigênio sob pressão em câmaras próprias à essa terapêutica.

Do ar alveolar como mistura de gases, é o oxigênio retirado e carregado pelo sangue. Quando em condições habituais de uma atmosfera (760mm. de Hg), a pressão parcial do oxigênio na mistura física do ar, anda ao redor de 160mm. de Hg.

Sob estas condições para cada 100 mililitros de sangue, cerca de 19,4 mililitros, são transportados em combinação como oxihemoglobina, e, somente 0,3 mililitros o são dissolvidos no plasma e fluidos. O que torna, a grosso modo, desprezível a função carreadora de oxigênio executada pelo plasma e fluidos em relação à parte desempenhada pela hemoglobina.

(*) Conferência pronunciada no XIV Congresso Brasileiro de Anestesiologia — Novembro de 1967, Pôrto Alegre, R.G.S.

(**) Prof. da Cadeira de Anestesiologia da P.U.C. Escola Médica de Pós-Graduação. Chefe do Serviço de Anestesia do Hospital Central do IASEG. Chefe do Serviço de Anestesia da Santa Casa de Misericórdia, 33.ª Enfermaria.

No entanto, e com base em três Leis dos Gases:

Lei de Dalton: A pressão total de uma mistura de gases (mistura física) é igual à soma das pressões parciais dos gases que a compõem (mistura).

Lei de Boyle: O volume de um gás, varia inversamente à pressão a que é submetido em uma temperatura constante.

Lei de Henry: A uma temperatura constante, o volume de gás dissolvido num líquido, é diretamente proporcional à pressão parcial do gás.

E se no alveólo se oferece só oxigênio à pressão de 760mm Hg. descontando 40mm Hg. da pressão parcial de CO² e 47mm Hg. da pressão parcial do vapor de água, teremos para o volume de O² dissolvido a uma atmosfera de 100% de Oxigênio, o seguinte cálculo:

$$\text{Vol. O}^2 \text{ dissolvido} = \frac{(760 - (40 + 47)) \times 0,3}{100} = 2\text{ml}11\%$$

Se a 2 atmosféricas absolutas de O² a 100%.

$$\text{Vol. O}^2 \text{ dissolvido} = \frac{760 + (760 - (40 + 47)) \times 0,3}{100} = 4,3\text{ml}11\%.$$

Se a 3 atmosféricas absolutas de O² a 100%.

$$\text{Vol. de O}^2 \text{ dissolvido} = \frac{(2 \times 760 - (40 + 47)) \times 0,3}{100} = 6,5\text{ml}.$$

HISTÓRICO

1662 — Henshaw — Usou a hiperbaricidade em câmaras de pressão, chamadas “domicilium”, quando empiricamente usava alta pressão no tratamento das doenças agudas e baixa pressão na terapia de doenças crônicas.

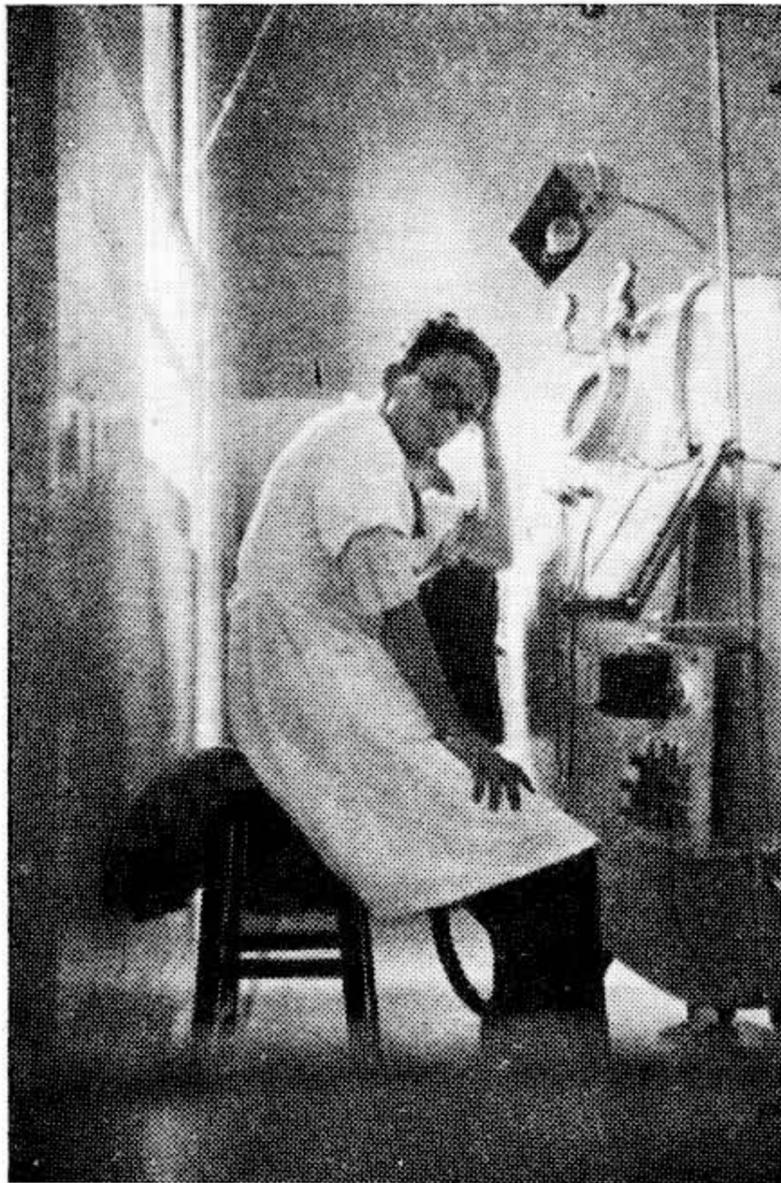
1782-1785-1788 — A Academia Alemã de Ciências, instituiu prêmios para estudos de hiperbaricidade. Sem resultados.

1830 — Inúmeras câmaras, algumas de tamanho descomunal como a do Dr. Pravaz em Lyon, para acomodar 12 pessoas. O uso indiscriminado variava desde o tratamento da cólera até a redução de hérnia.

Nêste período,, deu-se a passagem da hiperbaricidade com ar para o oxigênio e foi indiscutivelmente, segundo os historiadores, PAUL BERT em 1878, quem melhores estudos fez sôbre o oxigênio hiperbárico na fisiologia, desde observações com bactérias até os mamíferos.

1887 — Valenzue'a F. — Usou oxigênio hiperbárico como antipirético no tratamento da pneumonia.

Nóva onda de interêsse se desencadeou no princípio do século XX pelo aprimoramento dos submarinos e mergulhos submarinos.



Dr. Maurício Yelpe, assistente de Álvaro Ozório de Almeida. Note-se parte da câmara de Oxigênio Hiperbárico, idealizada, construída e usada na época de 1934, por Ozório de Almeida.

1928 — Cunningham, U.S.A. que se desacreditou, por usá-lo na terapêutica dos mais variados diagnósticos.

1934-1937 — Alvaro Ozório de Almeida, Professor de Fisiologia da Universidade do Brasil, quem, com câmara por êle idealizada e em uma série de pesquisas bem orientadas, escreveu os seguintes trabalhos:

1) Do emprêgo do oxigênio em alta pressão, no tratamento do câncer experimental do rato e no câncer do homem. "Para isso, fizemos construir uma câmara para compressão do oxigênio que comporta com relativa comodidade o doente. Uma janela de vidro e um jogo de espelhos, permite a observação contínua do doente que, se pode comunicar com um telefone sem circuito elétrico. Um sistema de ventilação especial faz circular o oxigênio, absorvendo todo o gás carbônico produzido pelo doente".

2) "Recherches sur l'action toxique des hautes Pressions d'Oxygene".

3) "Traitement et Guérison, par l'Oxygene, du Cancer Experimental des Rats".

4) "Recherches sur l'action toxique de l'Oxygene sous haute pression sur l'homme".

5) "Essaies du traitement du cancer humain par l'Oxygene sous pression".

6) "Research on treatment of Experimental and human Cancer by Oxygen under Pressure".

7) "Essaies du traitement du Cancer humain par l'Oxygene sous pression".

8) "Research on the treatment of Experimental and Human Cancer by Oxygen under Pressure".

1935 — A. Cerqueira Luz. — Modificações hematológicas verificadas no curso do tratamento do câncer pelas altas pressões de oxigênio.

1950 — Interêsse despertado na Holanda por I. Boerema de Amsterdam, na superoxigenação de pacientes a serem submetidos à cirurgia cardíaca.

Simultâneamente, na Inglaterra:

1953 — Gray L. B. "Concentração do Oxigênio dissolvido nos tecidos como um fator da radioterapia no momento da irradiação".

1955 — Churchill Davidson I. "Oxigênio hiperbárico e radioterapia".

Atualmente, e desde os trabalhos de P. Bert, é estudado e empregado em todos os setores da Medicina de maneira desordenada e com as indicações as mais variadas.

MANIFESTAÇÕES TÓXICAS

Temos a considerar neste capítulo, a subdivisão em duas alternativas, dependentes da pressão utilizada:

a) Baixa pressão compreendida entre 600 e 769 mm Hg de oxigênio a 100%, cujos efeitos tóxicos primários se desencadeiam sobre os pulmões e são conhecidos como efeitos crônicos.

b) Alta pressão exercida entre as faixas de 3 a 5 atmosferas cujos efeitos premunitórios se desencadeiam sobre o sistema nervoso e são chamados de efeitos agudos.

— Os efeitos crônicos obtidos à baixa pressão, também conhecidos por efeitos de J. Lorraine Smith (1899), se traduzem por morte, após 4 dias, observada em animais com sinais clínicos de pneumonia. Ação direta sobre a membrana alveolar, facilitando a permeabilidade e a formação de transudato que enche literalmente o alvéolo. O encontro de células vermelhas, brancas e restos celulares, foi patenteado nesse transudato. A perda de Nitrogênio da mistura, tira as qualidades deste, de suporte inerte do alvéolo e a formação de zonas colapsadas por rápida absorção do oxigênio.

Mudanças enzimáticas foram encontradas nos pulmões dos ratos em trabalhos experimentais. Esses efeitos são minimizados pelas misturas com ar ou com a humidificação, ou ainda, associando as pressões alternadas de ventilação. São mais suscetíveis de sofrer os pulmões em relativo repouso.

— Os efeitos agudos ou efeitos de Bert, são de natureza mais dramática e se traduzem pela perda de consciência, convulsões epileptiformes, precedidas de tremor dos lábios e músculos faciais.

A. Ozório de Almeida, em seu trabalho: "Recherches sur l'Action Toxique des Hautes Pressions l'Oxygene". (C. R. de la Soc. de Biol. — 21 — Quillet, 1934, pg. 1225), chegou às seguintes conclusões:

1) Ação do Oxigênio Hiperbárico sobre os órgãos sexuais do rato: castração total. Coito infecundo. Alterações histológicas semelhantes às produzidas pelo Rádio e Rx. Nas fêmeas, a ação é menos intensa, podendo voltar após alguns meses a se engravidarem.

2) Sensibilização do animal à aplicação repetidas de Oxigênio Hiperbárico. Repetida a aplicação 24 horas após, os efeitos tóxicos se desencadeiam 1/3 a 1/2 do tempo da aplicação anterior. Convulsão e congestão pulmonar.

3) Hiper excitabilidade nervosa após aplicação de oxigênio Hiperbárico. Agressividade, hipertonia e hiper-reflexividade.

4) Variabilidade da resistência individual. Em jejum, os resultados são melhores.

Ainda de A. Ozório de Almeida: "Traitement et Guérison, par l'Oxygene, du Cancer Experimental des Rats", (C.R. de la Soc. de Biol. T. CXVI, pág. 1228)

Relata A. Ozório de Almeida, destruição total de Sarcoma em rato. Empregou 2,7 atmosferas de O² cada sessão de 3hs. e 30'. O tempo total de aplicação foi de 83 horas. Sobrevida do rato de quasi um ano, sem tumor.

Fisher e Andersen, guiados pelas descobertas de Warburg, demonstraram a fragilidade relativa das células cancerosas submetidas à ação do oxigênio.

"Recherches sur l'Action toxique de l'Oxygene sous haute pression sur l'Homme". Comunicação feita por A. Ozório de Almeida à Academia de Ciências, em 24 de Julho de 1934. Nêsse trabalho, applicou 266 sessões de Oxigênio Hiperbárica, em 54 doentes:

1) Sinais prodrômicos: Inquietação, Alucinações, sensação de morte. Opressão respiratória. Tremores. Convulsão. Opistótono. Convulsão tônica e crônica. Tratamento:

a) Descompressão brusca sem risco ao contrário do ar. Diferença que o O² atravessa facilmente os tecidos, e o consumo local. Azoto — não.

b) Desaparecimento das convulsões.

c) Perda de consciência do doente.

DOENTES	PRESSÃO	TEMPO
M.	4,3	Horas
P.	5,1	0,97
C.	3,5	1,43
J.	3,2	3,45
E.	3,6	3,10
T.	2,5	6,40
F.	3,0 — 2,5	3, — 3,20
I.P.	3,0 -- 2,5	3,36 — 0,30

Outras sensibilidades: parestesias generalizadas.

Vômitos.

Efeitos tardios: dores reumáticas.

Como protetores do sistema nervoso, foi e é, preconizado dentre muitas drógas, o ácido gama amino butírico, a vitamina E e a vitamina K, além da anestesia do paciente, o que carrea o inconveniente de mascarar pela abolição, os sintomas clínicos.

Além dos tópicos supra citados, manifestações outras têm sido confirmadas por trabalhos experimentais e achados clínicos, como:

- a) Retenção de gás carbônico.
- b) Acidose tissular aumentada.
- c) Inativação enzimática.
- d) Situação hormonal afetada.
- e) Otite barotraumática.
- f) Ação direta sobre o sistema nervoso central.
- g) Embolismo, ar., Etc.

No manuseio do Oxigênio Hiperbárico, devem ser respeitadas as seguintes recomendações:

- 1) Usar para o fim desejado à menor pressão útil.
- 2) Usar aplicações intermitentes, com o menor tempo possível de aplicação.
- 3) Reverter à pressão atmosférica e o ar, ao anotar os primeiros sinais de toxidez. Os sintomas pulmonares e os nervosos, são sempre reversíveis, se tomados a tempo os cuidados.

Sob o ponto de vista das indicações, uma gama enorme tem sido revista, sem contudo, salvo dignas e corretas exceções, apresentar trabalhos de real valor conclusivo.

Acompanhando ainda o trabalho feito pela Divisão Médica da Vickers, Londres, catalogamos as indicações conforme a patologia apresentada em sistemas de aproveitamento de oxigênio:

1) DISTÚRBIOS NA TOMADA DE OXIGÊNIO:

- a) Por falência ou depressão ventilatória.
- b) Por área reduzida ou membrana alveolar.

Nêste setor, em que se incluem as depressões respiratórias como a asfixia néo-natorum, entre outros, Ary Fleichman e outros, apresentaram em câmara de fabricação própria, resultados com a reanimação do recém-nato da ordem de 80% de bons resultados e, 20% dum total de 40 casos de não resposta e morte, por apresentarem condições comprovadas como incompatíveis com a vida. Usaram 2 — 4 atmosferas e confirmaram clinicamente os achados de Williams e Petrenn, do papel da pele como via de introdução do Oxigênio em Hiperbaricidade. O recém-nato, se torna róseo antes mesmo de iniciar os movimentos respiratórios.

No entanto, Hutchison e outros, no seu último trabalho de 1966 em apresentação comparativa entre o Oxigênio Hiperbárico e a entubação traqueal com assistência ventilatória, não encontraram diferença significativa em favor do Oxigênio Hiperbárico.

Yanda e Egstron, constataram a 4 vezes maior, a eliminação do gás carbônico através a pele, quando a 4 atmosferas absolutas.

As doenças pulmonares crônicas, como o Enfisema, Pneumonia, Atelectasia, encontraram os maiores problemas pela eliminação de CO_2 , mudanças dos volumes pulmonares, problemas de pH e rotura de bolhas enfisematosas. Estudos melhores, deverão ser encaminhados. No edema agudo, embora o aparente contra-senso, encontra melhoria pela dissolução do Oxigênio no transudato.

O mesmo ocorre com os afogados, pela maneira rápida de garantir o fornecimento de oxigênio fisicamente dissolvido no líquido do afogamento.

Kilstra, J. A. e colaboradores, em 1962 colocaram um rato em solução salina fisiológica, equilibrada com 8 atmosferas absolutas de oxigênio. O animal nadou submerso durante 2 horas, "respirando" a solução salina oxigenada pelo oxigênio dissolvido.

2) DISTÚRBO NO TRANSPORTE DE OXIGÊNIO:

Hemorragia — Falência circulatória. Shunts circulatório. Envenenamento pelo monóxido de carbono.

É claro que, essas indicações agudas com perda sanguínea, correspondem tão somente à profilaxia de efeitos danosos da hipóxia sobre órgãos nobres como, sistema nervoso, coração e rins.

Attar e colaboradores, em experimentações com cães sujeitos à choque hemorrágico, conseguiram a diminuição da mortalidade de 83% para 26%. A diminuição da cianose nos "ataques" em crianças portadores de shunts circulatórios, é patente.

No envenenamento pelo monóxido de carbono, é sabido que, a hemoglobina tem afinidade cerca de 200 vezes maior para com o monóxido de carbono que para o oxigênio. A baixas concentrações de 0,02 — 0,03%, já podem ocasionar envenenamento e se alcança a 0,1% é fatal depois de curtíssimo prazo de inalação. Os resultados com a terapia pelo Oxigênio Hiperbárico, encontram no envenenamento pelo monóxido de carbono, a melhor indicação com o sucesso dependente do tempo da efetiva instalação do tratamento, "quanto mais cedo, melhor".

3) DEFEITOS NO FLUXO SAGUINEO TISSULAR — INFARTO DO MIOCARDIO:

Embolia pulmonar ainda constitue o Oxigênio Hiperbárico maneira pronta de garantir o suprimento de oxigênio aos órgãos nobres. No entanto, poucas observações existem à respeito.

A oclusão de pequenos vasos ocasionados pelo trauma dos queimados, a gangrena do frio, as injurias químicas, bem como os enxertos, melhorando a circulação e consequente oxigenação.

4) DEFEITOS DA UTILIZAÇÃO TISSULAR:

Aqui, estão incluídos os envenenamentos por cianetos, álcool e narcóticos.

5) ESTADOS HIPOXICOS ASSOCIADOS A PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS:

Foi em Amsterdam, com I. Boerema e em Glasgow e U.S.A. que, a associação Oxigênio Hiperbárico e Hipotermia na cirurgia cardiovascular encontraram pioneirismo. Ainda é cedo para conclusões se o dispêndio e a aparatosa terapêutica, encontram bons resultados. Em cirurgia experimental, obteve-se parada de 45 — 60 minutos em cães, com o Oxigênio Hiperbárico e Hipotermia.

6) INFECÇÕES:

A clássica classificação dos micro organismos em aeróbios e anaeróbios, fez com que de início, só os anaeróbios fossem inibidos em suas culturas. No entanto, ambos são sensíveis ao Oxigênio Hiperbárico. Em trabalhos "in vitro", o *Micobacterium tuberculosis* — *Preumococcus* tipo I, se mostrou também vulnerável.

A. Ozório de Almeida, em 1941, iniciou as observações de Oxigênio Hiperbárico sobre a gangrena gasosa com resultados não encorajadores. I. Boerema e outros, observaram efeitos inibitórios suficientes para parar a produção da alfa toxina "*Clostridium perfringens*" (1965).

Sobre o tétano também com atuação sobre a inibição de toxinas no caso mais potentes que a da gangrena.

Série enorme de outras infecções tem sido estudadas.

7) RADIOTERAPIA:

“Essaies du traitement du cancer humain par l’Oxygene sous pression”. Com. Acad. Ciências — 25 VII — 1934 — A. Ozório de Almeida. Descrição da câmara: “Cilindro de aço, permitindo ao paciente estar deitado ou sentado, porta abrindo de fóra para dentro, para entrada de doente e médico, janela de vidro espesso, luz de fora para dentro permitindo até 6 atmosféricas de pressão”.

“Abaixo do sólo da câmara, dois compartimentos, um com solução de soda e outro com água, uma bomba elétrica, faz com que o gás carbonico se fixe na sóda e após lavado, é reinjetado o O₂ na câmara. Dois manômetros medem a entrada e o escapamento do oxigênio”.

UNIDADES DE OXIGÊNIO = $P^2 \times T$ | $\begin{matrix} P = \text{em atmosféricas} \\ T = \text{tempo — horas.} \end{matrix}$

“Research on the treatment of Experimental and Human Cancer by Oxygen under Pressure.” 6.º Cong. Pan-Americano. R. J. Julho de 1935, 16. — A. Ozório de Almeida.

“Efeitos da combinação das radiações com Oxigênio Hiperbárico, fornece efeitos maiores que o efeito de um, somado aos efeitos de outro”.

“Modificações hematológicas verificadas no curso do tratamento do câncer pelas altas pressões de oxigênio”. Dr. A. Cerqueira Luz.

Série vermelha: — aumento de 1 milhão de hematias. Modificação da anemia aplástica em anemia plástica.

Série branca: — grande eosinofilia.

O autor relaciona com o trabalho de Andreas Inchausti. Aves (corvo) que se alimentam de carne podre (albuminas em decomposição) eosinofilia degradada. Semelhança com câncer.

A. Ozório de Almeida, usou entre 5,1 — 5,5 atmosféricas de oxigênio.

Convulsão sistemática, melhorando pelo abaixamento da pressão. Passou a usar entre 3,5 — 4 atmosféricas que, segundo o autor, “não provoca nenhum sentimento incômodo e o doente nem se apercebe”.

Todos os doentes “in extremis”.

- 1) Sarcoma da face.
- 2) Adenocarcinoma do seio com paresia do braço, etc.
- 3) Epitelioma pavimentoso da base da língua, véu do paladar, etc.

Obteve:

- 1) Melhoria do estado geral.
- 2) Regressão progressiva dos tumores.
- 3) No adenocarcinoma, a anatomia patológica revelou alterações necróticas de tôdas as células cancerosas.

Os trabalhos de A. Ozório de Almeida, em 1935 — L. H. Gray em 1953 e Churchill Davidson em 1957, demonstraram que a célula cancerosa hipóxica, é menos sensível à radioterapia que a célula hiperoxigenada.

As drogas citotóxicas e as quimioterápicas, também sob a ação do Oxigênio Hiperbárico, continuam em pesquisas.

8) USO EM BANCOS DE TECIDOS E ORGÃOS:

Com a finalidade de conservação e energia, a baixa temperatura e o Oxigênio Hiperbárico deprimem a atuação das enzimas e conseqüentemente a autólise (lisosoma).

— Despontam entre as melhores as observações transcritas por A. Ozório de Almeida, abrangendo vasto setor de pesquisa e experimentação, no entanto em nosso meio não deixou seguidores aptos a desenvolver suas teorias sôbre as aplicações clínicas do oxigênio hiperbárico ao contrário do que vem ocorrendo em outros países onde continuam as pesquisas.

SUMMARY

HIPERBARIC OXIGEN

The author accentuates the action of «Hiperbaric Oxygen», mentioning the physic laws of Dalton, Henry and Boyle as main components of the adopted therapeutic and demonstrates that subjected to three atmospheres of pressure, the plasma and fluids conduits 20 times more oxygen then normally at partial pressure of the same gas existing in the air.

Reviewing several studies on the matter, the author also calls attention to the pioneer researches of Alvaro Ozório de Almeida, in 1934 — 1937 in Rio de Janeiro, on Hiperbaric Oxygen, mainly of its results on human cancer, using radiotherapy and hiperbaric oxygen.

He passes through indications, toxicity and historical aspects on the use of oxygen under pressure in appropriate chambers to this therapeutics.

DR. RENATO CORRÊA RIBEIRO
Av. Atlântica, 3.958, apto. 502
Rio de Janeiro — GB