

RUPTURA ELETROLÍTICA DO REGIME HIDROBIOLÓGICO DIMINUINDO SAPROBIDADE E PLANCTONTES *

LEJEUNE P. H. DE OLIVEIRA

Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Guanabara

A eletrólise altera bruscamente o regime hidrobiológico em água salobra, mas não é ainda usada para fins práticos, nem lembrada pelos hidrobiologistas teóricos.

É evidentemente um fenômeno complexo, por várias atividades: alterações químicas levando o cloro e outros anions, fazendo aparecer dissoluções de novos sais no cátodo, alterações de pH; trocas por levantamentos de temperatura, aglutinações coloidais que englobam em seus flocos muitos planctontes e bactérias, os quais sofrem trocas nas suas cargas elétricas, além de muitas outras ações e alterações.

RUPTURA DO REGIME HIDROBIOLÓGICO PELA CORRENTE ALTERNADA

As nossas experiências foram feitas, facilmente, trazendo ao laboratório amostras de péssimas águas de côr verde (péssimas sob os pontos de vista higiênico, estético, sanitário, piscícola, e outros) da Enseada de Inhauma, estudadas em trabalho anterior (OLIVEIRA, 1961), que foram colocadas em aquários totalmente de vidro, para vários testes. Em cada aquário havia dois eletrodos — cada um ligado pelos dois terminais que receberam 8 volts e 4,5 ampères, durante os 10 minutos que duraram nossas operações. A corrente alternativa foi obtida por um transformador, que transferia energia vinda do circuito comum, de 110 volts e 30 ampères. Os eletrodos foram fabricados de placas de 10 mm por 1mm, mergulhavam uma polegada dentro d'água, e se distanciavam de 2 polegadas.

Nesta publicação relataremos algumas experiências com duas amostras principais de águas seriamente poluídas, em condições mesosapróbias fortes.

* Recebido para publicação a 25 de abril de 1961.

Trabalho do Instituto Oswaldo Cruz (Divisão de Zoologia Médica).

A) TESTES COM AS PRIMEIRAS AMOSTRAS, de 26 de março de 1960, com águas com predominância de *Chlamydomonas reinhardi* Dangeard

1. *Testes usando eletródios de alumínio, mergulhados nos aquários de vidro* — Colocada a água da Enseada de Inhauma no aquário, colocadas as placas de alumínio, ligadas no circuito elétrico, e, depois de 10 minutos a corrente foi desligada, os eletródios permanecendo na solução. Depois de 15 minutos (contando o tempo sempre desde o início, quando foi ligada a corrente), a floculação caiu ao fundo, grande quantidade de planctontes foi aglutinada, principalmente de *Chlamydomonas reinhardi*. Os flocos se formam maiores na corrente alternada, pela frequência desta, fato que dá um caráter um pouco diverso a este fenômeno com corrente alternada, diverso da eletrólise propriamente dita, feita com corrente contínua. Os flocos formavam massas geliformes, granuladas, de aspecto lobulado, irregularmente laceradas, com projeções ao redor, medindo desde poucos micra, até alguns milímetros a 1 cm. Os flocos eletrolíticos se formavam pequenos, aumentando de tamanho a proporção que iam para o fundo. Aí, os planctontes permaneceram imóveis, completamente agarrados, colados na massa. O exame do aquário, meia hora depois, nos mostrou: A parte de cima ficou com água sobrenadante, muito transparente e descorada levemente, seu antigo aspecto granular foi totalmente removido. Microscopicamente: na água sobrenadante raramente havia algum detrito. No fundo: os *Chlamydomonas* estavam presos nos flocos eletrolíticos, imóveis, misturados com tricomas da *Oscillatoria limosa* Agardh, alga que se movia menos velozmente que o normal mas ainda podia se livrar vagarosamente de dentro dos flocos. A *Oscillatoria putrida* Schmidle continuava com sua velocidade normal, de 2 μ por segundo (OLIVEIRA, 1961).

Examinando o aquário no 5.^o dia depois da operação, encontramos: dentro dos flocos, as células mortas e degeneradas das algas e dos zooplanctontes, os restos de *Chlamydomonas* irreconhecíveis, como se fossem aglomerados granulados e cinzentos; poucas *Oscillatoria putrida*, ainda vivas e muito resistentes.

2. *Testes com placas de cobre, usadas como eletródios* — Repetindo as mesmas operações do item anterior, mas usando placas de cobre como eletródios, ao invés de alumínio, observamos que: depois de 30 minutos, a partir do início da operação, metade da população de *Chlamydomonas reinhardi* ainda se movia, com alguma vitalidade, embora pouco abaixo da normal. *C. reinhardi* é muito resistente, e mais resistente neste meio cúprico do que em outros meios produzidos por operações eletrolíticas com quaisquer dos outros metais que usamos. Alguns *Chlamydomonas* foram capazes de atravessar o campo microscópico, mas a maior parte fazia apenas restritas inclinações, e raros os que mantinham fazendo rotações como uma roda, ao redor de si mesmo. Outra porção dos *Chlamydomonas* perdeu seus movimentos, depois caiu no fundo, onde junto com outros plantontes, morreram.

As *Oscillatoria putrida*, *O. limosa*, *O. chlorina* continuaram vivas, com mobilidade considerada normal, também uns poucos protozoários *Euplotes*.

No 2.^o dia, para cada 500 células de *Chlamydomonas reinhardi* que ainda viviam no plancton, aparecia cerca de uma célula de *Eutreptia lanowi*, que estava presente em quantidade avaliada como rara, isto é, 1/500. Os *Chlamydomonas* restantes continuavam a se mover vagarosamente. As *Oscillatoria chlorina* eram encontradas raramente vivas, mas os seus filamentos já todos fragmentados, curtos, somente com 100 μ de comprimento, pois eram algas mais longas antes da operação eletrolítica.

Com enorme e surpreendente resistência aos sais de cobre, desenvolveu-se a *Eutreptia lanowi* abundantemente, esta *Eutreptia* que era rara e inexpressiva em análises quantitativas, nas águas em estado natural, na Enseada de Inhauma.

3. *Testes com eletródios de ferro* — A cor aparente da água, logo ao ligar a corrente elétrica, ficou mais escura perto desses eletródios, e passados os 10 minutos de operação todo o meio ficou envolvido por uma densa nuvem parda escura. Ao fundo caíram flocos pardos e a água sobrenadante separou-se e ganhou transparência, de cor amarelada. Exame microscópico: os flocos eletrolíticos pardos aglutinaram os *Chlamydomonas*, que morreram excessivamente granulados, pontilhados de castanho escuro, até de negro. Algumas *Oscillatoria putrida* conseguiram suportar até 48 horas, com vida, mas estavam vagarosas, anormais. A *O. limosa* foi totalmente plasmolisada em 10 minutos. No 3.^o dia não havia mais nenhuma *Oscillatoria* viva, mas, ao contrário, no fundo havia um exuberante movimento de pequenos e numerosos protozoários e bactérias, sendo que, mais tarde, no 5.^o dia, apareceram cilíndrios.

4. *Teste com eletródios de chumbo* — Logo 2 minutos após a passagem da corrente elétrica, a aparência do meio mudou totalmente. Cinco minutos depois uma densa nuvem negra desenvolveu-se e entre os eletródios a temperatura se elevou de 28° para 30°C. Microscopicamente os flocos eletrolíticos não continham nenhum ser vivo reconhecível, de tal modo plasmolisados e tão rebentados estavam os planctontes. Não se podia, de modo algum, reconhecer nos detritos de quais seres vivos provinham, tal o efeito da “tempestade eletrolítica”. Pela floculação mais pesada, pelo maior poder de plasmólise, este teste provocou a morte de todos os planctontes mais rapidamente do que os anteriores.

B) TESTES COM AS SEGUNDAS AMOSTRAS, de águas com predominância de *Eutreptia lanowi* Steuer, captadas em 6 de abril de 1960.

Usando as águas estudadas no trabalho anteriormente referido, e repetindo os mesmos testes apontados, obtivemos os seguintes resultados:

1) *Teste com placas de alumínio como eletródios* — Águas no aquário com temperatura de 30°C, isto é, num dia muito quente, pois

o ar do laboratório estava também a 30°. Dez minutos após a operação eletrolítica: 32°C no aquário. Neste teste, a eletricidade teve ação destruidora primeiramente sobre as *Eutreptia lanowi* e depois agiu, em parte, sobre os *Chlamydomonas*. Somente depois de 3 horas é que o meio mudou completamente de aspecto, à vista desarmada, sua água ficou verde clara e transparente, desapareceu toda a turbidez; e, microscopicamente, somente algumas *Eutreptia* iam nadando numa película pouquíssimo espumosa. Não havia mais nenhum *Chlamydomonas* nadando, estes estavam nos aglomerados, no fundo, imóveis, mas ainda reconhecíveis, embora a maioria plasmolisada. Apareceram depois alguns protozoários, algumas *Chloramoeba* e muitos flagelados não clofilados, que se moviam a grande velocidade, além de milhares de bactérias. As *Oscillatoria* continuavam com aspecto morfológico normal e se moviam também normalmente. Ao 5.º dia, outras *Oscillatoria* tinham morrido, enquanto a *Oscillatoria putrida* ainda permanecia com vida.

2) *Teste com placas de ferro como eletródios* — Dez minutos depois, *Eutreptia* e *Chlamydomonas* ficaram como bolas imóveis; somente a *Oscillatoria putrida* foi a mais resistente. Poucos ciliados resistiram vivos após os 10 minutos da operação.

3) *Testes com placas de chumbo como eletródios* — Nesta água de pouca condutibilidade não se formaram nuvens negras como no 1.º exemplo, mas no fim de 10 minutos apareceu uma nuvem branca, já bastante leitosa, que aumentou muito a turbidez, e cerca de 95% dos flagelados morreram, a alga *Oscillatoria limosa* ainda permanecia viva, mas se dividiu em numerosos fragmentos muito curtos, que foram ficando cada vez mais granulados. Os resultados nesta água de pouca condutibilidade foram pouco eficientes para matar os planctontes, em comparação com os da primeira amostra. Contudo, experimentamos num volume muitíssimo menor, de 60 cm³ apenas, onde houve mais alterações e um aumento brusco de temperatura de 28°C para 39°C, em 10 minutos. Após o final da operação eletrolítica, nesta água muito quente, achamos todos os planctontes plasmolisados e sem movimento, mortos. No dia seguinte havia a água sobrenadante transparente e um sedimento pardo-esverdeado, que microscopicamente era formado por massas em que ainda se podiam reconhecer os restos dos *Chlamydomonas* e das *Eutreptia*. Estranhamente, havia uma ou outra diatomácea naviculóide viva, resistindo a tudo isso. Muito raras eram as *Oscillatoria limosa* e *O. putrida*. Bactérias e protozoários flagelados estavam presentes abundantemente.

APLICAÇÕES

As alterações biológicas produzidas por correntes elétricas, em águas salobras naturais, são fenômenos numerosos e por demais complexos para que possam ser estudados de uma só vez, por isso apresentamos esta notícia inicial geral. Não há literatura desse assunto entre nós, e

a estrangeira se refere quase sòmente a aplicações da eletricidade em águas doces, como por exemplo, com a finalidade de proteção de repêsas com telas eletrificadas, para os peixes não entrarem nas turbinas das hidrelétricas. As águas salobras, embora muito boas condutoras de corrente elétrica, não têm merecido atenção por parte dos biólogos quanto a êstes fenômenos, que de fato são muito atraentes sob o ponto de vista de ciência pura.

Temos em vista fazer alguns ensaios, futuramente, testando por êstes métodos a resistência de formas aquáticas de alguns parasitas, como por exemplo, o *Schistosoma mansoni*. Isto deverá ser feito, mesmo que se torne necessário acrescentar um pouco de sal comum à água doce, antes da simples passagem de corrente elétrica. Com êste propósito foram apresentadas propostas para programar algumas experiências em Belo Horizonte, onde as águas possuem um alto teor de ferro, devendo ser, relativamente, boas condutoras de corrente elétrica, e principalmente nos locais onde há planorbídeos, por causa de despejos urbanos de cloretos provenientes de restos da alimentação humana.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- OLIVEIRA, L. P. H., 1961, Águas com predominância de *Eutreptia lanowi* Steuer e *Chlamydomonas reinhardi* Dangeard no plancton da Enseada de Inhauma. Baía de Guanabara. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 59 (4): 2 ests.