

**“Com grandes poderes vêm grandes responsabilidades”: O escândalo da água sanitária**

A sociedade contemporânea é bombardeada por informações através das redes sociais. Entretanto, muitas dessas informações podem ser enganosas e/ou conter erros grotescos – as chamadas *fake news*, altamente perigosas em contextos como o aqui abordado.

Nessa conjuntura de rápida disseminação das *fake news*, no dia 23 de abril de 2020, no início da pandemia do COVID-19, o então presidente dos Estados Unidos, Donald Trump, em um discurso na Casa Branca, afirmou que desinfetantes, como água sanitária, deveriam ser introduzidos no corpo humano, pois eliminariam o vírus da Covid-19 do corpo humano “em um minuto”. A esse episódio, seguiram-se diversos alertas de entidades médicas, científicas e farmacêuticas repudiando o uso desses produtos. Porém, isso não impediu que centenas de pessoas fossem internadas por intoxicação com água sanitária nos dias posteriores ao discurso [1].



Figura 1: Produto desinfetante, ou água sanitária [1].

Tudo isso não foi por acaso. A água sanitária, ou alvejante, é um produto de limpeza cuja composição química é direcionada à desinfecção de superfícies. Utiliza-se a água sanitária, por exemplo, na esterilização de objetos, limpeza de piscinas, remoção de sujeiras e outras aplicações [2].

Por ser uma mistura química, ela é formada por diversas substâncias. Dentre os compostos encontrados no produto, está o hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), que é o seu princípio ativo. O hipoclorito de sódio é um sal solúvel em água, pois é resultado da combinação do cátion sódio ( $\text{Na}^+$ ) com o ânion clorito ( $\text{ClO}^-$ ). Além disso, é um sal de caráter básico, pois seu pH encontra-se entre 11 e 13 na escala de pH. O teor de cloro ativo na composição da água sanitária pode atingir de 2% a 2,5%. Ela também é um forte agente oxidante [3] [4].

Com o objetivo de combater a mentira disseminada por Trump durante a pandemia, é importante entender a utilização histórica do gás cloro, a partir do qual é produzido o desinfetante.

De acordo com o professor de química do Colégio Unificado, Daniel Ledra, o gás cloro, a partir do qual é produzido o agente ativo da água sanitária (hipoclorito de sódio), “é muito tóxico e prejudicial e foi muito utilizado como arma química na 1ª Guerra Mundial” [5]. No que concerne a esse evento, das mais de 1,3 milhões de mortes durante a guerra, quase 100 mil delas ocorreram por causa da intoxicação por gás cloro [6].

Mas, afinal, por que o cloro é tão perigoso para a saúde? E como ele se relaciona com os perigos água sanitária, ignorados pelo ex-presidente dos Estados Unidos, Donald Trump?

Conforme explica trabalho feito pelo Departamento de Física e Química da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), o cloro é um gás “diatômico, altamente tóxico e oxidante” [7]. Isso significa que o  $\text{Cl}_2$ , tipicamente amarelado/esverdeado, é formado por apenas 2 átomos de cloro unidos por ligação covalente simples (o cloro é um ametal halogênio), e tem alto teor de toxicidade para o organismo, podendo causar diversos e intensos efeitos nocivos.

Com base nisso, é natural perceber que a água sanitária é um grande perigo ao corpo humano. Isso porque, normalmente, obtém-se  $\text{NaClO}$  a partir do gás cloro, muito tóxico. Para adquirir o hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), princípio ativo do alvejante, foi realizado um experimento no qual houve a reação de 1 mol de cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) com 2 mols de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), produzindo 1 mol de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), 1 mol de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ) e 1 mol de água (Figura 3) [9]. Experimentalmente, observa-se que o cloro gasoso é borbulhado em altas temperaturas, até ser absorvido pela solução aquosa de  $\text{NaOH}$ , base solúvel em água. Percebe-se que essa é uma reação de auto-oxirredução, pois há variação apenas do Nox do cloro; em outras palavras, o cloro é tanto um redutor que se oxida, quanto um oxidante que se reduz. Afinal, em  $\text{Cl}_2$  (g), uma substância simples, o Nox é 0. Já em  $\text{NaCl}$  (aq), o Nox do cloro é -1 (redução). Finalmente, em  $\text{NaClO}$  (aq), o Nox do cloro é +1 (oxidação).

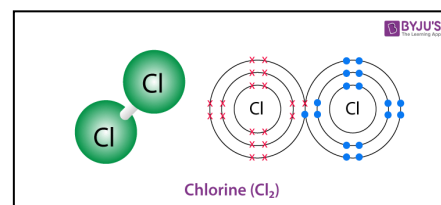


Figura 2: Cloro gasoso, um gás diatômico formado por uma ligação



Figura 3: Experimento que mostra a reação entre gás cloro e hidróxido de sódio para obtenção de hipoclorito de sódio [9].



Figura 4: Reação para obtenção de hipoclorito de sódio, principal componente da água sanitária [10].

O cloro (g), por sua vez, o qual é utilizado na equação do hipoclorito de sódio, deve ser obtido experimentalmente. Uma das opções, como mostrado no experimento da figura 3, é a reação de 1 mol de dióxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) com 4 mols de ácido clorídrico (HCl), que produz 1 mol de cloreto de manganês (MnCl<sub>2</sub>), 1 mol de cloro gasoso (Cl<sub>2</sub>) e 2 mols de água (Figura 5) [11]. Mais uma vez, nos deparamos com uma reação de oxirredução, pois há variação do Nox do manganês (Mn) e do cloro (Cl). Afinal, enquanto em MnO<sub>2</sub> (s) o Nox do manganês é 4+, em MnCl<sub>2</sub> (aq) o Nox do manganês é 2+ (redução). Por outro lado, enquanto em 4HCl (aq) o Nox do cloro é 1-, em Cl<sub>2</sub> (g), uma substância simples, o Nox do cloro é 0 (oxidação).



Figura 5: Experimento que mostra a reação entre óxido de manganês e ácido clorídrico para obtenção de hipoclorito de sódio [12].



Figura 6: Reação entre óxido de manganês e ácido clorídrico para obtenção de hipoclorito de sódio [10]

A outra opção de obtenção do gás cloro é a eletrólise da Salmoura, um processo cloro-álcali realizado no experimento da figura 7. Primeiramente, adiciona-se 100 mL de água em um béquer de 250 mL, e 3 colheres de sal de cozinha (NaCl). Depois, agita-se o sal até a sua dissolução total, e então a solução deve ser distribuída entre 2 béqueres menores, cada um com 30 mL de salmoura. Esses 2 béqueres devem ser interligados por uma ponte salina, a fim de fechar o circuito elétrico. Mergulham-se,



Figura 7: Experimento que mostra a eletrólise da Salmoura [13].

então, um anodo e um catodo nos 2 béqueres, um em cada. Percebe-se, após algum tempo, que no béquer com o anodo (polo negativo) há a formação de íons hidroxila (OH<sup>-</sup>) e gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) – a formação de bolhas é evidência disso –, a partir da redução da água (afinal, ocorre a transferência de elétrons do ânodo para as moléculas de água da solução), com a conseqüente alcalinização do meio devido ao aumento do pOH e diminuição do pH (Figura 8). Já no béquer com o catodo (polo positivo), os íons cloreto (Cl<sup>-</sup>) sofrem oxidação – transferem elétrons para o eletrodo –, produzindo cloro aquoso (Cl<sub>2</sub>) – afinal, gás cloro é altamente solúvel em água em temperatura ambiente (Figura 9). Esse cloro também reage com água, formando ácido hipocloroso (HClO) e ácido clorídrico (HCl), configurando equilíbrio químico (Figura 10). Na equação global da eletrólise de Salmoura, os íons de sódio (Na<sup>+</sup>) interagem com os íons hidroxila (Figura 11) [12].

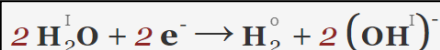


Figura 8: Produção de íons hidroxila e gás hidrogênio no béquer com o anodo [10]

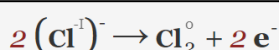


Figura 9: Produção de cloro no béquer com o catodo [10]



Figura 10: Equilíbrio químico estabelecido no béquer com o cátodo [10]

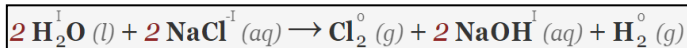


Figura 11: Equação global da eletrólise de Salmoura [10]

A água sanitária, ao ser ingerida, percorre o organismo pelos órgãos do sistema digestório. Chegando ao estômago, o alvejante reage com o ácido estomacal, formado majoritariamente por ácido clorídrico ou muriático (HCl). Em mais uma reação de oxirredução, 1 mol de hipoclorito de sódio do alvejante (NaClO, o agente oxidante) e 2 mols de ácido clorídrico em solução aquosa (HCl, o agente redutor) produzem 1 mol de água, 1 mol de cloreto de sódio (NaCl) e 1 mol de cloro gasoso (Cl<sub>2</sub>). Este último produto – Cl<sub>2</sub> (g) – é o responsável por grandes problemas causados pela ingestão da água sanitária.

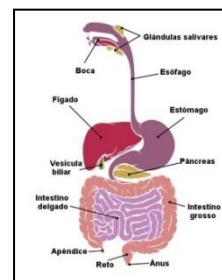


Figura 12: Sistema digestório humano [14].



Figura 13: que ocorre quando água sanitária chega ao estômago e entra em contato com o suco estomacal [10].

De acordo com o Centro Nacional para Informação de Biotecnologia (NCBI), pertencente à Biblioteca de Medicina Nacional dos Estados Unidos (NLM), o gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ) reage com a água dos tecidos do corpo humano, promovendo a oxidação de grupos funcionais em componentes celulares e, conseqüentemente, causando lesões celulares graves [15]. Esse fato pode ser concluído ao analisar a seguinte reação de oxirredução: 1 mol de gás cloro ( $\text{Cl}_2$ , tanto agente redutor, quanto agente oxidante) reage com 1 mol de água e produz 1 mol de ácido clorídrico (HCl) e 1 mol de ácido hipocloroso (HClO), ambos solúveis em água, além de radicais livres de oxigênio (Figura 14).

O ácido clorídrico (HCl) é um ácido/eletrólito forte, ou seja, se dissocia completamente, tornando o meio extremamente ácido. De fato, o pH do HCl, obtido a partir da concentração de íons de hidrogênio  $\text{H}^+$ , está entre 1 e 1,5 na escala de 0 (muito ácido) a 14 (muito básico) [16]. Já o ácido hipocloroso (HClO) é um ácido ou eletrólito fraco, ou seja, não se dissocia completamente, tornando o meio menos ácido do que o do HCl, mas ainda ácido. De fato, o pH do HClO está entre 5 e 6,5 na escala [17].

Os radicais livres de oxigênio produzidos por essa reação química, por sua vez, também trazem diversos problemas à saúde humana. Radicais livres são moléculas extremamente instáveis e, no caso detalhado acima (decorrido da ingestão de água sanitária), ocorre um desequilíbrio anormal entre a quantidade de radicais livres e de antioxidantes, desencadeando o processo de estresse oxidativo. Segundo estudo da Universidade Federal de Viçosa (UFV), “O estresse oxidativo decorre de um desequilíbrio entre a geração de compostos oxidantes e a atuação dos sistemas de defesa antioxidante” [18].



Figura 14: Reação entre gás cloro e a água dos tecidos do corpo humano [10].

Esses ácidos – HCl e HClO –, somados ao estresse oxidativo, são responsáveis pela maioria dos problemas de saúde após a ingestão de água sanitária: queimaduras, lesões corrosivas, degeneração e danos aos tecidos, náuseas, vômitos e dor abdominal, danos permanentes ao sistema gastrointestinal, perfurações gastroesofágicas, morte celular por desnaturação de proteínas, lesões cutâneas, alterações neurológicas e morte [19] [20].

Todo esse caminho, desde a ingestão da água sanitária até a liberação de gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ) e a conseqüente reação desse gás com a água dos tecidos, é ilustrado e comprovado por experimento da figura 15. Como é possível observar no vídeo, ocorre a reação de água sanitária (em inglês, *bleach*) com um produto ácido, que simula o suco estomacal. Essa reação produz uma “camada” esverdeada nas paredes do recipiente de vidro, cuja coloração típica evidencia a formação de gás cloro, altamente tóxico.

Com base no que foi exposto até aqui, fica claro que ingerir desinfetante é uma atitude totalmente condenável, podendo causar danos severos à saúde e, inclusive, podendo levar à morte. Mas, dado que o hipoclorito de sódio é altamente tóxico, ele poderia ser usado para destruir seletivamente o vírus, eliminando-o do organismo, como sugerido por Trump?

A resposta é não.

De acordo com artigo publicado na Healthline, “Beber água sanitária não o protegerá de contrair o vírus que causa o COVID-19” [22]. Ademais, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) publicou um documento no qual diz que “Não há evidências de sua (ingestão de água sanitária) eficácia” no combate à COVID-19 e que “a ingestão ou inalação de tais produtos pode causar graves efeitos adversos” [23]. Finalmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) afirmou que “Beber metanol, etanol ou água sanitária não previne ou cura a COVID-19 e pode ser extremamente perigoso”, pois eles “não matarão o vírus em seu corpo e prejudicarão seus órgãos internos” [24].

Quanto aos motivos da ineficácia da ingestão de água sanitária no combate ao coronavírus, é importante retomar o que foi exposto até aqui. De fato, é muito comum a utilização



Figura 15: Experimento que simula a reação entre a água sanitária ingerida e o suco estomacal [21].

de alvejante para desinfetar superfícies rígidas, objetos e instrumentos, pois eles são realmente eficazes na destruição e inativação de vírus, como o Sars-Cov-2. Porém, o corpo humano é muito diferente de um balcão de cozinha: o vírus da COVID-19 não se instala apenas em um órgão humano, mas sim em diversas regiões, sendo os principais locais de acúmulo de vírus o pulmão e outras partes do sistema respiratório [25]. Assim, ingerir água sanitária, além de ser extremamente perigoso ao corpo humano, não mata o vírus, pois o produto atinge exclusivamente o trato digestivo, sem alcançar os alvéolos pulmonares. Essa mesma justificativa também se enquadra a outros casos, como injeção da água sanitária por via venosa e/ou muscular.

Portanto, com base nos dados e inferências aqui expostos, percebe-se que a ingestão de água sanitária ou alvejante não tem eficácia comprovada no combate ao vírus da COVID-19. Não só isso, como também beber desinfetantes é extremamente prejudicial ao corpo humano e pode levar à morte devido à corrosão tecidual, a lesões internas e outros problemas. Conforme abordado neste artigo e nos experimentos aqui expostos e analisados, o perigo da água sanitária à saúde humana pode ser explicado pela composição química do produto – constituído por hipoclorito de sódio (NaClO) –, a qual é obtida a partir do gás cloro, altamente tóxico. Conseqüentemente, conclui-se que as falas do ex-presidente do Estados Unidos, Donald Trump, as quais eram a favor do uso desses produtos no contexto de pandemia do Sars-Cov-2, configuram uma tremenda mentira – em termos mais atuais, *fake news*.

É essencial, dessa maneira, que haja um estímulo por parte de toda a coletividade ao desenvolvimento da ciência, em especial da química, e da educação científica. Só assim será possível ultrapassar a ignorância e garantir um futuro adequado às novas gerações. É a partir da ciência que as *fake news* são desmentidas. É a partir da química que se percebe o mundo tal como ele é, sem nenhuma lente impregnada de mentiras. Afinal, em um mundo de *fake news*, Trump e as demais autoridades têm de perceber que “com grandes poderes vêm grandes responsabilidades”.

## Referências Bibliográficas:

- [1] Site: <<https://www.forbes.com/sites/>> acessado em 11/02/2024
- [2] Site: <<https://www.ype.ind.br/>> acessado em 11/02/2024
- [3] Site: <<https://avanziquimica.com.br/>> acessado em 11/02/2024
- [4] Site: <<https://www.cleanipedia.com/>> acessado em 11/02/2024
- [5] Site: <<https://g1.globo.com/>> acessado em 11/02/2024
- [6] Site: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>> acessado em 11/02/2024
- [7] EMMERICH G., Francisco; CUNHA G., Alfredo; MORIGAKI K., Milton. Produção eletroquímica de gás cloro em escala de laboratório para o tratamento de amostras. **Química Nova (SBQ)**, 1992. Acessado em 11/02/2024
- [8] Imagem: <<https://byjus.com/chemistry/chlorine-gas/>> acessado em 11/02/2024
- [9] Vídeo: <[https://youtu.be/LqZqTHm9hPk?si=OUYSkEa\\_JqpsqCWv](https://youtu.be/LqZqTHm9hPk?si=OUYSkEa_JqpsqCWv)> acessado em 11/02/2024
- [10] Site: <<https://chemequations.com/en/>> acessado em 16/02/2024
- [11] B. MAINIER, Fernando; C. MONTEIRO, Luciane P.; MAINIER JOGAI, Renata. Bleach (sodium hypochlorite): a laboratory experiment relating to the daily teaching of chemistry. **IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)**, 2014. Acessado em 16/02/2024
- [12] Vídeo: <<https://youtu.be/OGfmhwHr8lq?si=inVoT80FiG7scdq>> acessado em 16/02/2024
- [13] Site: <<https://eaulas.usp.br/>> acessado em 16/02/2024
- [14] Imagem: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/>> acessado em 16/02/2024
- [15] Site: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>> acessado em 16/02/2024
- [16] Site: <<https://www.greelane.com/>> acessado em 16/02/2024
- [17] Site: <<https://foodsafetybrazil.org/>> acessado em 22/02/2024
- [18] Site: <<https://www.scielo.br/>> acessado em 22/02/2024
- [19] Site: <<https://www.medicalnewstoday.com/>> acessado em 22/02/2024
- [20] Site: <<https://blog.positiva.eco.br/>> acessado em 22/02/2024
- [21] Vídeo: <<https://youtube.com/shorts/REqFtAL>> acessado em 22/02/2024
- [22] Site: <<https://www.healthline.com/>> acessado em 22/02/2024
- [23] Site: <<https://www.paho.org/>> acessado em 22/02/2024
- [24] Site: <<https://www.who.int/>> acessado em 22/02/2024
- [25] Site: <<https://drauziovarella.uol.com.br/coronavirus/>> acessado em 22/02/2024