

Da Poluição ao Tratamento: A Química como Instrumento de Saúde Pública

Helena Helzel Munerato - 3a série do Ensino Médio

Em 2024 foram registrados 344 mil internações, no Brasil, e, em 2023, mais de 11,5 mil mortes por doenças causadas pelo saneamento inadequado da água. Esta é uma grande ameaça para a saúde pública brasileira, principalmente em regiões mais vulneráveis do país, atingindo principalmente populações indígenas, pardas e amarelas, o que aponta para a desigualdade étnica e social da crise sanitária no país [1]. Eventualmente, um dos grandes responsabilizados por este cenário são os produtos químicos, já que seus maus usos ao longo da história criaram uma noção acerca destes que seria de conotação negativa. Contudo, este cenário não é tão simples assim, uma vez que um dos grandes aliados para a resolução de problemas como estes é a aplicação adequada da química. Assim, o uso da química pode prejudicar a saúde, da mesma maneira como é imprescindível para garantir esta no Brasil.

ODS, ou Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, são um conjunto de 169 metas divididas entre 17 objetivos, definidos em 2015 na Assembleia Geral das Nações Unidas, ou AGNU, e as quais constituem a Agenda de 2030 [4]. De acordo com a ONU [5], se estabelece acerca destes uma “visão extremamente ambiciosa e transformadora, prevendo um mundo livre da pobreza, fome, doença e penúria, (...) livre do medo e da violência, com acesso equitativo e universal à educação de qualidade, cuidados de saúde e proteção social (...), água potável e saneamento, além de alimentos seguros, acessíveis e nutritivos e energia confiável e sustentável”. Assim, podemos ver que são de extrema importância por direcionarem mudanças positivas na realidade dos países, com melhoras em âmbitos sociais, ambientais, econômicos e institucionais.



Figura 01 - 17 ODS [4]

O Conselho Regional de Química da 3ª Região do Brasil (CRQ-III) lançou uma cartilha ambiental, baseada nos ODS, em 2024, destacando a importância desta área do conhecimento para a “prestação de amparo à humanidade, tendo contribuído para grandes conquistas e grande compreensão do universo”, segundo o presidente do CRQ-III, Harley Martins [3]. Para além disso, houve um chamado à importância dos profissionais de química, responsáveis por garantir o cumprimento dos objetivos e criação de um futuro com “melhores perspectivas” em diversas fases da cadeia produtiva, partindo da educação, e englobando ciências, tecnologias e inovações, segundo a coordenadora da Câmara Técnica de Meio Ambiente, Aline Mesquita [3].

Com isso, pode-se ver que há um grande impacto das ações da química no cumprimento das ODS propostas em 2015. Segundo o levantamento bibliográfico feito por Laiany Brito [6], a American Chemical Society destacou 7 dos 17 ODS para os quais o uso da química e suas tecnologias é indispensável. Estes são: ODS 2 (Fome Zero), ODS 3 (Saúde e Bem-estar), ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima).

Com foco na ODS 6 e na realidade brasileira, podemos ver que a poluição das águas por fatores químicos é considerada a mais problemática forma de contaminação das águas, uma vez que os efeitos desta podem ser sutis e portanto demorarem muito a serem percebidos [7]. Pode ocorrer através de alguns caminhos, entre eles, compostos sintéticos provenientes dos esgotos domésticos, com produtos como plásticos, herbicidas, inseticidas, tintas, detergentes, solventes, remédios ou aditivos alimentares; derramamento de petróleo através de acidentes de navios transportadores, ou mesmo no momento da perfuração e extração do combustível, já que as jazidas normalmente se encontram no fundo do mar; descarte de compostos inorgânicos e minerais nas águas [7]; através da agricultura, com utilização de agrotóxicos e fertilizantes para buscar melhora nas produções agrícolas, transportados para corpos de água através da chuva ou infiltração no solo [8].

Água intoxicada por contaminantes químicos traz efeitos muito nocivos para a saúde humana, podendo ser ligada a anormalidades renais e problemas no sistema nervoso, no caso da presença de cádmio, ou o efeito tóxico e carcinogênico do arsênio.

Outro tipo de contaminação se deve a aspectos patogênicos biológicos, que também podem ser tratados pela química, podendo ser ligada a doenças como diarreias, hepatite A, amebíase e cólera (transmissão feco-oral), dengue, febre amarela e malária (transmitidas por insetos), leptospirose e esquistossomose (contato com água contaminada), conjuntivite, dermatites e doenças ligadas à higiene, verminoses e teníase (infecções parasitárias intestinais). Uma pesquisa feita pelo Instituto Trata Brasil, em parceria com a EX Ante Consultoria [1] mostra que 43,5% das internações decorrentes de doenças relacionadas à água mal tratada correspondem a crianças entre 0 e 4 anos e idosos. Além disso, mais mulheres são internadas, corroborando para o papel social que elas cumprem dentro de casa, além de haver taxas mais altas para populações indígenas, pardas e amarelas. Os locais do Brasil onde mais ocorrem internações e mortes são no Maranhão, principalmente, Amapá, Pará e Rondônia, que correspondem às localizações onde há menor cobertura de saneamento básico.

Parte dessas internações e óbitos se dão devido à falta de infraestrutura básica em locais mais vulneráveis, com milhares de óbitos registrados por este motivo. Desta forma, investir em infraestrutura e saneamento básico (incluindo cuidado com a água) é imprescindível para garantir bem estar e saúde da população. Dados apontam que a chegada do saneamento em regiões precárias do Brasil pode reduzir em 69,1% as internações por doenças relacionadas ao mal cuidado da água [1]. O SUS, além dos cuidados de atenção primária e especializada, também é responsável pelo monitoramento da qualidade da água, com o objetivo de garantir água segura, de qualidade e potável para todos através do Programa de Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano (Vigiagua), o que se relaciona com o artigo 6.1 da ODS 6, água potável e saneamento. Os resultados desse projeto abrangem a redução da mortalidade por doenças transmitidas pela água, melhoria das condições sanitárias, monitoramento da qualidade da água e educação da população a respeito da qualidade da água e seus riscos à saúde, corroborando para atingir os requisitos da ODS 3, saúde e bem estar [9].

A química é também fundamental no cumprimento das duas ODS mencionadas acima, uma vez que ajuda nos processos de saneamento da água, o que consequentemente auxilia na saúde e bem estar da população brasileira. A SBQ lançou o “Movimento Química Pós 2022: Sustentabilidade e Soberania”, com objetivo de promover atividades para que a química contribua com o desenvolvimento sustentável e soberania do Brasil nos próximos anos [6]. No processo de cuidado com a água, a química é fundamental para eliminação de

contaminantes, além de desinfecção, correção de pH e fluoretação, no processo habitual de tratamento de água, além de processos específicos para eliminação de contaminantes como os mencionados anteriormente, o cádmio e o arsênio.

O processo habitual de tratamento da água ocorre em várias etapas: coagulação e floculação, decantação, filtração, desinfecção e, por fim, correção de pH e fluoretação [10]. Esses processos removem impurezas e microrganismos, garantindo que a água seja segura para consumo. Agentes químicos como o cloro eliminam patógenos, enquanto a fluoretação ajuda a prevenir cáries e a correção de pH melhora a qualidade da água e protege a rede de distribuição, procedimentos esses que mostram como a química é essencial para a saúde pública [11].

No cuidado específico da água com contaminantes como o cádmio e o arsênio, os periódicos JBCS e RVQ publicaram artigos que discutiam a contaminação da água por poluentes orgânicos, pela presença de compostos metálicos em ambientes aquáticos. A meta 6.3 da ODS 6 destaca a importância da redução da poluição das águas superficiais, e foram propostos, então, experimentos que visavam técnicas de remoção do arsênio e cádmio das águas [6].

Um destes experimentos, feito por Martin et al. em 2022 [12], apresenta técnicas de adsorção do arsênio das águas, através de nanopartículas de hematita (Fe_2O_3), adicionados de 7% de bentonita, um tipo de argila. Com isso, houve a formação de pellets (pequenas esferas sólidas), que foram usados em sistema de leito fixo, para que a água com arsênio passasse pelo material e fosse adsorvido, ao se grudar na superfície do material. Isso é de alta importância já que pode ser aplicado no tratamento da água contaminada, diminuindo os riscos tóxicos e cancerígenos do arsênio. Este tipo de contaminação já afetou o Vale do Ribeira, associada principalmente à mineração e metalurgia de chumbo no século XX.

Outro experimento proposto por Carneiro et al. em 2022 [13] propõe a remoção de cádmio com UiO-66, um MOF (Metal-Organic Framework, em português, Estruturas Metalorgânicas), material muito poroso que captura metais. Este método é vantajoso por não utilizar solventes orgânicos tóxicos, ser mais barato e ter baixo limite de detecção, alta reutilização e não sofrer interferência da matriz da água. Quando utilizado junto com a técnica Ts-FF-AAS (espectrometria de absorção atômica) pode-se detectar e pré concentrar o cádmio com alta eficiência, o que auxilia na prevenção dos efeitos negativos causados pelo composto. Um exemplo desta contaminação é no Quadrilátero Ferrífero, região histórica de mineração de ouro e ferro, principalmente devido à presença natural do arsênio em rochas associadas ao ouro.

Há, também, outros experimentos que visam diminuir a contaminação das águas por elementos metálicos. O canal “Ciência na Caixa” apresentou um experimento que demonstra o processo de remoção de metais pesados da água utilizando uma técnica de troca iônica. Para isso, montaram uma coluna de filtração improvisada com uma resina catiônica ativada, como representado na foto ao lado, por onde passa uma solução de água contaminada com sulfato de cobre, que possui uma coloração azul característica devido aos íons de cobre. Ao atravessar a resina, os íons de metal pesado ficam retidos nela, fazendo com que a água que saia da filtração seja transparente. Para comprovar a



Foto do canal Ciência na Caixa mostrando a montagem experimental

descontaminação, pinga-se carbonato de amônio, que reage com o cobre residual: na solução controle de água, nada ocorre; na solução controle de sulfato de cobre, a coloração azul se intensifica; na solução filtrada, nada ocorre, comprovando o sucesso da descontaminação com cobre [14]. A UFLA, em parceria com a Universidade do Algarve, fez outro experimento que apresenta uma alternativa biotecnológica para a descontaminação das águas, utilizando o processo de bioissorção por meio de biomassa bacteriana, com foco em metais pesados como cobre, cádmio e zinco, que são descartados de forma irregular por indústrias. Este mecanismo baseia-se na afinidade química entre as cargas negativas presentes na parede celular das bactérias e a carga positiva dos metais pesados, resultando na absorção desses poluentes na superfície do micro-organismo. Assim, os metais são transferidos do meio líquido para a biomassa, que é então removida, resultando na descontaminação das águas [15].

Concluindo, pode-se ver que a química, ao mesmo tempo que pode ser mal utilizada em processos que culminam no prejuízo da saúde humana, é fundamental e necessária para garantir esta no Brasil. Vemos que através de técnicas no processo de tratamento da água, gerais ou específicas, a química possibilita a distribuição de água tratada para o Brasil, importante para prevenção de diversas doenças, assim como auxilia na saúde dentária de crianças em áreas mais vulneráveis do país, através da fluoretação. Desta forma, a química é indispensável na garantia dos ODS, com foco na saúde e bem estar, e na água potável e saneamento, mas com influência em muitos outros.

Referências:

- [1] - [Falta de saneamento ainda causa doenças e mortes no Brasil – Ae Blog](#)
- [2] - [Resumo: Uso Indevido de Reações Químicas e seus Impactos](#)
- [3] - [CRQ-III lança Cartilha Ambiental baseada nos ODS da ONU | CRQ3](#)
- [4] - [O que são ODS e o que eles têm a ver com impacto social | IDIS](#)
- [5] - [Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil](#)
- [6] - [A QUÍMICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: um levantamento bibliográfico em publicações da sociedade brasileira de química | Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa](#)
- [7] - [Tipos de poluição das águas](#)
- [8] - [Poluição das águas por rejeitos da agricultura](#)
- [9] - [Entenda a atuação do SUS na qualidade da água consumida pelos brasileiros — Ministério da Saúde](#)
- [10] - [Tratamento de água - CRQ](#)
- [11] - [Tratamento de água: o que é, formas, processo - Brasil Escola](#)
- [12] - [Óxido de Ferro Peletizado como Adsorvente para a Remoção de Arsênio Dissolvido em Água](#)
- [13] - [On-line Micro-Packed Column Solid-Phase Extraction of Cadmium Using MetalOrganic Framework \(MOF\) UiO-66 with Posterior Determination by TS-FF-AAS](#)
- [14] - [Como retirar metais pesados da água - Plano Expert](#)
- [15] - [Com o uso de bactérias, pesquisadores removem metais pesados da água](#)