

Aqui tem Química Parte XII. A Água nas Instalações Sanitárias: Uso Eficiente e Sustentável

Here is Chemistry Part XII. Water in Sanitary Facilities: Efficient and Sustainable Use

Patricia Garcia Ferreira,^{a,*} Alcione Silva de Carvalho,^a Cristina Moll Hüther,^b Wilson C. Santos,^c Luana da Silva Magalhães Forezi,^d Fernando de Carvalho da Silva,^d Vitor Francisco Ferreira^{a,e,*}

^a Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Programa de Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, R. Dr. Mario Vianna 523, CEP 24241-000, Niterói-RJ, Brasil

^b Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, R. Passo da Pátria 156, São Domingos, CEP 24210-240, Niterói-RJ, Brasil

^c Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Programa de Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, R. Dr. Mario Vianna 523, CEP 24241-000, Niterói-RJ, Brasil

^d Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Departamento de Química Orgânica, CEP 24020-141, Niterói-RJ, Brasil

^e Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Departamento de Tecnologia Farmacêutica, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, R. Dr. Mario Vianna 523, CEP 24241-000, Niterói-RJ, Brasil

E-mail: vitorferreira@id.uff.br

Recebido: 24 de Outubro de 2023

Aceito: 10 de Maio de 2024

Publicado online: 16 de Maio de 2024

In residential bathrooms, a variety of materials and personal-use products produced by the chemical industry for various purposes can be found. There are no two bathrooms exactly alike with the same personal care products. In reality, these spaces are filled with chemicals and/or their mixtures e.g., water, alcohol, and disinfectants, medications, and polymeric materials e.g., toothbrushes, dental floss, paper, towels, curtains, not to mention the appliances e.g., hair dryer and shaver. Thus, this article follows the series of articles titled “Chemistry is Here,” where the aim is to demonstrate that chemistry is present in everything and, more specifically, presents itself positively in ways that enhance our quality of life. Aspects related to water, the common treasure of nature most abundant in these settings, will be addressed. However, this resource has been increasingly threatened by various human activities, often predatory. Many other products are commonplace in bathrooms, such as soaps, moisturizers, shampoos, conditioners, toothpaste, mouthwash, disinfectants, cleaning products, and plumbing materials, among others. However, it is important to emphasize that the use of soap is intricately linked to water, and this article has extensively analysed its various nuances and issues.

Keywords: Residential bathrooms; soaps; shampoo; toothpaste; mouthwash.

1. Introdução

“Bate na areia planeta mar,
104 graus de puro encanto
Elétrons espalhados
cada H₂O, união sem fim
hidrogênios e suas ligações pontes da história
dipolos hidratam paixões”
Segunda estrofe de “Água” por Jerson L. Silva¹

O banheiro é o recinto das residências, hotéis, escritórios, prédios e áreas públicas,² dentre outros estabelecimentos que é usado para atividades de higiene pessoal, como banho, necessidades fisiológicas, maquiagem e de forma geral para se arrumar, ou seja, é um espaço privado onde as pessoas podem realizar tarefas relacionadas à sua limpeza e cuidados pessoais. A maioria das residências modernas contam com mais de um banheiro. A sua história e seu desenvolvimento retratam uma sequência de eventos fascinantes e projetos que têm sido relatados em diversas publicações.³⁻⁵ Esses espaços variaram de uma época para outra, de uma cultura para outra, até mesmo atitudes religiosas em relação ao corpo humano, contudo avançaram bastante com os conhecimentos científicos sobre materiais e infecções causadas por micro-organismos. Há relatos no Egito, na Mesopotâmia e Babilônia que por volta de 3.000 a.C. os banheiros começaram a ser usados para recolher dejetos humanos, mas a ideia de um mecanismo de descarga hidráulica inovador só foi inventada mil anos depois, no Golfo Pérsico.^{6,7} O Império Romano tinha uma higiene pessoal relativamente avançada para a época, mas declinou ao longo dos séculos. O ato de banhar-se até o século XVIII era considerada uma atividade pública ou comunitária e ainda continua em alguns países, onde as famílias continuam tomando banho juntas.⁸ As instalações sanitárias antigas que são necessárias para o nosso conforto e bem-estar físico eram muito toscas em comparação com as de hoje. O banho de sábado era um evento muito temido e confuso, mas foi sendo vencido com as melhorias dos banheiros e o banho diário se tornou prazeroso e um valioso complemento para a boa saúde,

pois o corpo humano precisa de banhos para equilibrar as bactérias presentes no organismo e se livrar das impurezas (inclusive as causadas pela poluição), abrindo os poros e possibilitando que a pele respire, sem falar que o banho também é importante para remover resíduos como o suor, além da sensação de bem-estar que o banho provoca.^{9,10}

Quando começou o hábito de higiene pessoal, geralmente se usava a mesma tina que era usada para armazenar água e tomar banho, e somente um outro recipiente era para armazenar resíduos corporais, que eram descartados no solo ou nos rios.¹¹ Com o desenvolvimento da civilização esses procedimentos foram confinados para manter a privacidade. Se no passado o banheiro era “no final do corredor” e servia a várias famílias, os banheiros modernos são partes essenciais das residências que evoluíram significativamente ao longo dos anos nas construções em termos de tamanho, localização e privacidade.¹² Possuem infraestrutura complexa incluindo vaso sanitário, ducha higiênica, pia ou lavatório, banheira e/ou chuveiro, rede de canos, bombas, rede elétrica, rede de gás, bidê (eventualmente), etc. É importante destacar que os bidês foram caindo em desuso nos banheiros mais contemporâneo, sem essa estrutura, com o uso de duchas higiênicas. Também têm recursos adicionais, como secador de cabelo e barbeador, balança, termômetros, espelho de maquiagem, escovas elétricas, etc. Em termos de produtos podem ser encontrados xampu, condicionador, lavagem corporal ou sabonete, loções antibacterianas, hidratantes corporais, creme ou gel de barbear, desodorante, perfume ou colônia, gel de cabelo, mousse, spray de cabelo, sabonete, cremes, medicamentos prescritos e de venda livre, etc. Mais detalhes encontram-se resumidamente na Figura 1.

Os banheiros em sua configuração atual levaram cerca de cinco séculos para se popularizarem, tornando-se usuais e acessíveis apenas no século XX.¹³ As instalações sanitárias

evoluíram ao longo dos séculos, mas a adoção generalizada de banheiros internos com várias comodidades aconteceu muito mais tarde com sistema de esgotamento sanitário com descarga de água,¹⁴ que ocorreu principalmente no século XX, como no Brasil. São Paulo foi o estado que marcou a política sanitária do regime republicano com criação em 1893 da Repartição de Água e Esgotos da Capital, ou seja, o início do serviço estatal de distribuição de água e esgotos.¹⁵

As instalações sanitárias são espaços funcionais pessoais para as necessidades fisiológicas e as tarefas essenciais do estilo de vida. Eles foram e continuam sendo modificados ao longo do desenvolvimento da humanidade, com o conhecimento da importância da higienização corporal e são projetados para fornecer um ambiente confortável e conveniente para manter e realizar as suas funções necessárias sem compartilhamento com estranhos. Ele se tornou um símbolo internacional de qualidade de vida e dos avanços modernos de limpeza, ordem e progresso, além de responsável por uma imensa cadeia de produtos. Em seu livro “The Dirt on Clean”,^{16,17} Katherine Ashenburg argumenta que a limpeza sempre foi uma questão de virtude em nossa psique e nesse aspecto, também se encontra a complexa tarefa do tratamento do esgoto sanitário.

A política de estado para o estabelecimento de condições sanitárias saudáveis tem papel de destaque na saúde pública, qualidade de vida, preservação do meio ambiente, desenvolvimento sustentável e diminuição da pobreza com geração de empregos. O esgoto humano, e os da criação de animais, degradam a qualidade da água e contaminam rios, lagos e oceanos, com produtos químicos, além de vermes, bactérias, vírus, dentre outros. A água impurificada com esses agentes biológicos e/ou dejetos é mais dispendiosa para a sua purificação e transmite diversas doenças graves e que podem ser evitáveis como, cólera, hepatite A, disenteria,

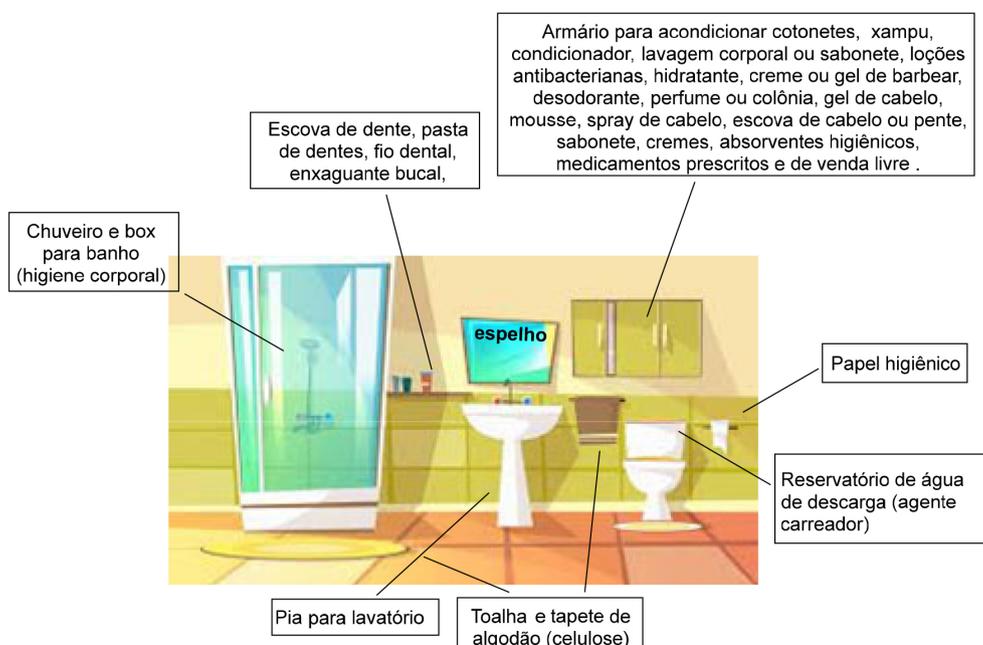


Figura 1. Esquema de um banheiro simples e produtos que podem ser encontrados

febre tifoide e infecções gastrointestinais, que são doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

Loretta Feris relata que em 2015 havia aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas sem acesso ao saneamento básico e o reconhecimento do direito humano internacional ao saneamento.^{18,19} O acesso a serviços de saneamento de dejetos carreados das instalações sanitárias é um direito humano e um indicador importante do nível de desenvolvimento de uma cidade e de um país. A falta de serviços de saneamento limita o crescimento econômico. De fato, o meio ambiente natural tem proteção constitucional, como determinado no Art. 225 da Carta Magna da República que assegura a tutela jurídica de recursos naturais tal qual a água.²⁰ Recentemente, o Instituto Trata Brasil divulgou os dados distribuição de água potável e saneamento básico no Brasil. Os dados apontaram que mais de 33 milhões de brasileiros vivem sem acesso à água potável e quase 100 milhões com a ausência de coleta e tratamento de esgoto.²¹ Trata-se de uma discrepância que fere o conceito de Meio Ambiente Social, uma vez que afronta as relações ente seres humanos e recursos naturais.²²

Contudo com o novo Marco Legal do Saneamento Básico²³ estão previstos investimentos até dezembro de 2033, que poderão mudar o curso da infraestrutura do saneamento no Brasil. O tratamento de esgoto pode ser lucrativo, se por exemplo, forem utilizados biodigestores, que produzem biogás^{24,25} e fertilizantes, que são usados para gerar energia limpa e renovável e melhorar a produtividade agrícola de forma sustentável.

2. Água: a Substância Mais Importante para a Higiene Pessoal

Os recursos naturais, como por exemplo, o ar, a água e o solo, são mal explorados pelos homens e mulheres, pois a humanidade caminha para o desenvolvimento indiscriminado pela superexploração dos recursos naturais. Se o crescimento continuar da mesma forma, muito em breve o desenvolvimento ficará insustentável, o que levará ao colapso dos sistemas inter-relacionados deste planeta.²⁶

A água é um dos bens naturais mais importantes do planeta. Na sua forma pura é a substância mais abundante no planeta na forma líquida, sólida e gasosa, ocupando cerca de 71% da sua superfície nos oceanos, mares, rios, rios voadores na atmosfera, pântanos, lagos, lençóis subterrâneos, calotas polares e nos organismos vivos (plantas, animais e humanos). O Brasil detém entre 8% e 19,4% da água doce do mundo, com a maioria das estimativas concentrando-se em torno de 12% a 15%.^{27,28} Ela é um bem comum essencial para a vida e para muitas aplicações, como geração de energia elétrica e as suas aplicações como solvente e reagente em muitas reações química e bioquímicas.

A água é um bem comum vital para toda a vida no planeta. Ela é essencial para a sobrevivência e bem-estar

não apenas dos seres humanos, mas também de todas as formas de vida que habitam a Terra. David Sedlak escreveu um livro sobre o passado, presente e futuro do recurso mais vital do mundo²⁹ e Philip Ball escreveu uma biografia sobre a substância água que, mesmo sendo bastante abrangente, não cobriu tudo de importante sobre a água. No entanto, há um trecho do seu livro que resume bem o espírito da água: “*Mesmo quando a despojamos dos seus ornamentos simbólicos, da associação com a pureza, com a alma, com a maternidade e com a vida e a juventude, quando a reduzimos a um reagente químico de laboratório ou a um fenômeno geológico, a água continua a fascinar. Parecendo uma molécula simples, a água proporciona também desafios profundo à ciência*”.³⁰

A água é um bem comum da humanidade e, portanto, é um capital natural e deveria ser cuidado por todos e distribuído para todos. Porém, mesmo não sendo igualmente distribuída no planeta, a água é um bem fundamental para a vida. Dentre os bens comuns da humanidade, além da água, estão incluídos o ar, solo, floresta, rios, oceanos, lagoas, ventos, geleiras e a luz do sol. No entanto, os indivíduos agem de maneira autônoma e irracional, buscando seus próprios interesses e acabam prejudicando a humanidade ao esgotar esses recursos naturais compartilhados. Esta é a tragédia dos bens comuns que foi relatada no artigo clássico de Garrett Hardin,³¹ que abordou um problema econômico no qual cada indivíduo possui incentivo para consumir um recurso, porém às custas de todos os outros indivíduos, sem qualquer possibilidade de exclusão do consumo. A exploração dos recursos dos bens comuns do planeta é evidente em práticas como a pesca intensiva em rios, lagos e oceanos, desmatamento e a extração de diversos minerais, como fosfatos, minerais de ferro, lítio, alumínio, entre outros. Diversas ações que prejudicam os bens comuns, como a contaminação da água (rios, lagos, oceanos e aquíferos), do ar e do solo, envolvem a liberação de esgoto *in natura*, resíduos químicos, agrotóxicos, elementos radioativos, metais pesados, como o mercúrio, vapores orgânicos nocivos, dióxido de carbono, metano e outros gases perigosos para o ar.

Nas residências, a água tem uso intensivo nos banheiros e na lavagem de roupas e louças. No entanto, seu uso pode ser reduzido com medidas relativamente simples, como: a) substituir gramados por cascalho decorativo e plantas nativas resistente à seca com irrigação por gotejamento; b) chuveiros de baixo fluxo que ainda fornecem água suficiente; c) controle da descarga; desligar a água quando não houver uso ao escovar os dentes e lavar a louça) controle de vazamentos; e) reduzir lavagens de calçadas; f) uso de água de reuso (chuveiros, banheiras, pias e máquinas de lavar) para regar a plantas; etc. Cabe destacar que as residências e nas cidades utilizam cerca de 30% da água potável. 70% dela é utilizada na agricultura/agronegócio³² sendo o maior problema do desperdício de água na irrigação como um todo.

Da mesma forma que a água é importante para vida, ela também é a substância mais abundante nas instalações

sanitárias para manter a limpeza abrangendo um vasto número de aplicações essenciais para a higiene e a limpeza no nosso dia a dia. É o principal ingrediente de todas as formulações e que quando associada aos sabonetes cria um agente de limpeza para lavar as mãos ou tomar banho, removendo sujeira, bactérias e vírus dos corpos e evitando a propagação de doenças. O ato de tomar banho não é novo, mas ele evoluiu com desenvolvimento da humanidade e contribuiu para a melhoria da qualidade de vida e a longevidade das pessoas, sendo que a água indubitavelmente a substância mais importante e abundante nos banheiros, permeando todos os aspectos para sua finalidade.

O papel da água vai além dos cuidados pessoais. Ela é usada nos vasos sanitários como agente carreador, chamado de descarga, uma solução higiênica para o descarte de resíduos, que depende da água para remover e transportar com eficiência os dejetos humanos, garantindo o saneamento adequado. Esse fluxo de água nos sanitários foi uma inovação que também levou muito século para chegar ao estágio atual com abastecimento de água canalizada através de canos para os bidês e vasos, assim como para o chuveiro e as pias, tornando-se a substância indispensáveis dos banheiros modernos. Devido ao custo e a escassez da água, os banheiros necessitam de práticas sustentáveis, como por exemplo, equipamento com tecnologias para economia de água nas torneiras e vasos sanitários de baixo fluxo, que minimizam o desperdício de água sem comprometer a funcionalidade.³³

O uso de água como solvente em reações químicas é impulsionado pela necessidade de condições mais sustentáveis na síntese de compostos químicos.³⁴ É uma opção para substituir solventes tradicionais que não são adequados para o meio ambiente e à saúde humana, ou seja, trata-se da Química Verde que incentiva uma produção mais limpa e com menos poluentes industriais, garantindo que os fabricantes assumam uma maior responsabilidade para os produtos que eles colocam no mercado.³⁵

Todos os processos biológicos ocorrem em meio aquoso e a água é considerada um solvente polar, com alta constante dielétrica e com poder de solvatação. Ela também é um solvente muito versátil para muitas reações orgânicas e inorgânicas que além disso, se encaixam dentro dos conceitos da Química Verde e das dimensões da sustentabilidade. A água é um solvente universal abundante, ~70% da superfície terrestre, não inflamável e que não contribui para a poluição do ar ou contaminação ambiental. Por centenas de anos foi o único solvente disponível para os químicos realizarem suas reações, porém sua alta polaridade limita a solubilidade de compostos apolares.

É um solvente relativamente seguro e ambientalmente benigno em comparação com muitos outros solventes orgânicos que são prejudiciais para o meio ambiente. O resíduo de água pode ser descartado no meio ambiente, desde que esteja isento de outras substâncias perigosas. A água é um solvente barato que tem a capacidade de dissolver muitos solutos sólidos e líquidos iônicos polares e, alguns

apolares, possuem a capacidade de atuar tanto como solvente quanto como reagente em várias reações químicas. A água pode ser nanoconfinada, a qual oferece uma alternativa para compressão e armazenamento de gases como metano e hidrogênio.³⁶

3. Água e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A água faz parte dos diversos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que estabeleceu as metas para a Agenda 2030 propostos pelas Nações Unidas em 2015. Esses ODS são a continuidade ampliada do Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM) que vigoraram entre 2000-2015 e representam um conjunto de metas quantitativas e indicadores para a serem alcançadas até 2030.³⁷

Apesar da atenção considerável recebida em todo o mundo em todos os setores das sociedades, os ODS foram criticados por sua capacidade limitada de apoiar a medição do progresso genuíno em direção aos objetivos, particularmente em níveis subnacionais ou estaduais e municipais. O Brasil nacionalizou as metas em 2018 pela Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (CNODS).³⁸ A Figura 2 destaca os ODS que estão ligados relacionado diretamente ou indiretamente com a água.



Figura 2. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados com a água

Os ODS são fundamentais para abordar e estimular questões cruciais em diversas áreas. Para o ODS 2 a água é essencial para a agricultura e a produção de alimentos, o que, por sua vez, é fundamental para combater a fome e a pobreza. O ODS 3 está relacionado ao acesso à água potável e ao saneamento, desempenhando um papel crucial na promoção da saúde pública. O ODS 6 se concentra especificamente em garantir o acesso universal à água potável e ao saneamento adequado, principalmente o

esgoto humano e animais, reconhecendo a importância da água para a sobrevivência e o bem-estar humano. O ODS 7 reconhece a água como componente fundamental para a geração de energia limpa e renovável. Para o ODS 12 a água é de grande importância, pois seu consumo excessivo, e de outros bens comuns, está promovendo a falência da sustentabilidade do planeta. Enquanto isso, o ODS 13 enfoca o papel da água nas mudanças climáticas, destacando a necessidade de preservar e gerenciar esse recurso diante dos desafios climáticos globais. No mesmo contexto, o ODS 14 é responsável por tratar dos ecossistemas aquáticos saudáveis, que são essenciais para a biodiversidade e a saúde geral do planeta. Por sua vez, o ODS 15 destaca a estreita relação entre a água e os ecossistemas terrestres. Esses ODS, destacados na Figura 2, resumem a importância vital da água para alcançar metas interconectadas, que abrangem desde a saúde pública e a agricultura até a promoção de energia renovável e ação climática. É imperativo que a humanidade reconheça imediatamente o papel crítico da água para a sustentabilidade da vida no planeta.

4. A Água como Solvente em Reações Químicas

Não é nosso objetivo fazer uma digressão sobre as reações em água. No entanto, buscamos demonstrar que existem diversos métodos sintéticos que utilizam água ou água superaquecida como solvente, com o intuito de minimizar o impacto ecológico desses processos. Muitos dos solventes usados nas reações são cancerígenos, mutagênicos, ecotóxicos, inflamáveis, com potencial de formação de peróxidos, fotorreativos, e que promovem a contaminação

das águas subterrâneas. Alguns são compostos orgânicos voláteis que contribuem para a poluição atmosférica, destruição da camada de ozônio e odor desagradável.³⁹

Há muitas publicações que relatam o uso da água como solvente, empregando diferentes tipos de transferência de calor, como a irradiação de micro-ondas, que se destaca como um método eficiente de aquecimento. A Figura 3 ilustra alguns exemplos selecionados de reações que se utilizaram da água como solvente, até mesmo em reações bastante sensíveis. A reação de Suzuki é um acoplamento cruzado de formação de ligação C-C entre haletos de arila com ácidos borônicos catalisado por paládio. Leadbeater e Marko mostraram que essa reação pode ser realizada em água como solvente.⁴⁰ Reações multicomponentes são aceleradas por água,⁴¹ como por exemplo, a síntese de furanonaftoquinonas totalmente funcionalizados via reação três componentes.⁴² A reação de condensação de três componentes de quatro centros (4C-3CR) Ugi-Smiles em um pote em água produz em bons rendimentos derivados de benzo[b]furano.⁴³

Uma das reações mais influenciadas pela água são as reações de Diels-Alder,^{44,45} e suas variações como aza-Diels-Alder, onde velocidade das reações são aceleradas grande valor negativo do volume de ativação das reações de Diels-Alder *versus* solventes orgânicos. Essas reações em água são mais quimio e estereosseletivas.⁴⁶ Esse efeito é conhecido como efeito hidrofóbico que é a tendência de espécies apolares se agregarem em solução aquosa de modo a diminuir a área interfacial hidrocarboneto-água.⁴⁷ A reação para converter aldeídos em ácidos carboxílicos e H₂ (Aldehyde-Water Shift Reaction) usando H₂O como oxidante. Esse processo, além de produzir ácidos carboxílicos, valiosos reagentes utilizados na produção

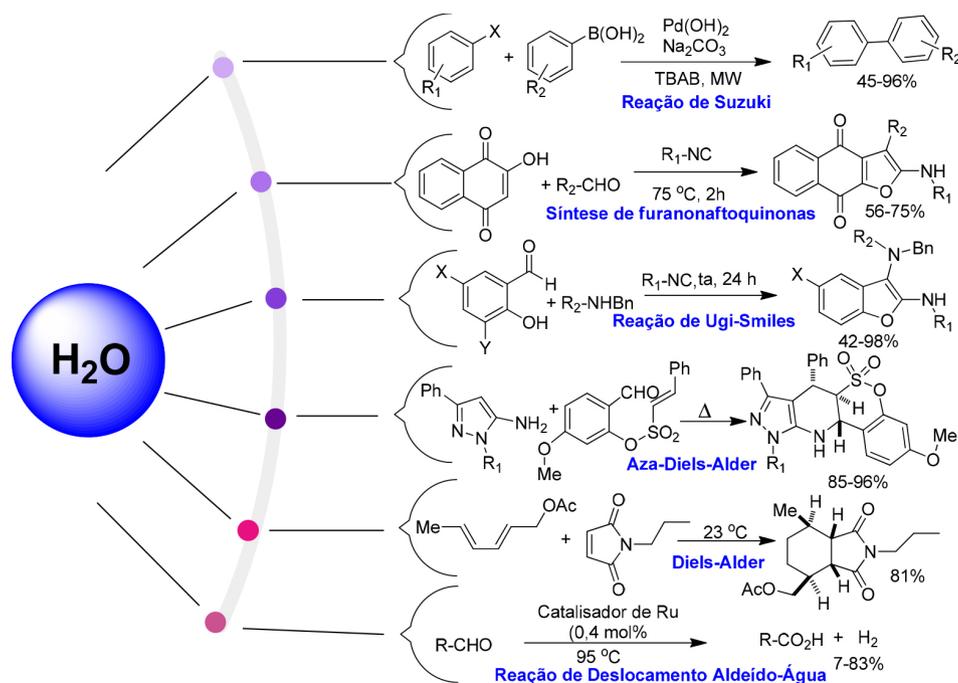


Figura 3. Exemplos de reações utilizando água como solvente

de produtos, incluindo polímeros, ésteres e amidas e o combustível) e o importante gás hidrogênio. Os complexos de (hexametilbenzeno)RuII demonstraram ter alta atividade e seletividade, até 95%, para essa oxidação a ácido e H_2 .⁴⁸

5. Contaminantes da Água

No planeta, todos os elementos estão interligados e interdependentes, formando a base do conceito de multidimensionalidade na sustentabilidade. Para alcançar a verdadeira sustentabilidade, é essencial que as políticas públicas englobem a participação conjunta do cidadão, governo e setor privado. Esses agentes têm a responsabilidade de preservar o equilíbrio dos recursos naturais, como águas dos oceanos, rios, lagos, ar, solo de montanhas e desertos, florestas, mangues e pântanos. Não basta focar em apenas um desses bens naturais, pois é fundamental considerar todos eles em uma cadeia de sistemas sustentáveis e interdependentes. Ações pensadas e implementadas em todas as dimensões são essenciais para garantir uma sustentabilidade autêntica, que vá além de uma mera fachada verde.

A água é um recurso natural de extrema importância, sendo também um dos mais impactados pelas atividades humanas.⁴⁹ Ela é essencial para a vida de todas as formas e crucial para a agricultura, indústria, usos domésticos e instalações sanitárias. No entanto, a crescente demanda por água, juntamente com a poluição e a degradação ambiental, têm colocado uma enorme pressão sobre esse recurso precioso. Portanto, é importante ter uma “abordagem de capital natural” para a tomada de decisões nos processos de política governamental e no setor privado.⁵⁰

A água potável dos rios, lagos e aquíferos é bombardeada diariamente com o despejo de dejetos humanos e animais, resíduos orgânicos de instalações industriais para produção de proteínas, resíduos sólidos poliméricos, chorumes dos lixões, agrotóxicos usados na agricultura, mineração com mercúrio, dentre outros, que tem contribuído para a degradação das fontes de água doce em todo o mundo.⁵¹ O uso indiscriminado e o desperdício desenfreado é um dos principais desafios enfrentados pela humanidade em relação à gestão sustentável da água. A Figura 4 detalha os ataques de diversos contaminantes nos corpos hídricos. A sua preservação é responsabilidade de todos para garantir a sobrevivência das gerações futuras e a saúde do planeta como um todo.

A preservação da água é responsabilidade de todos, pois há limites para o consumo do “capital natural água” que é um bem público e que pertence a todos, essencial para a vida e de uso comum de todos os seres vivos, não somente dos humanos. Como relatou Garrett Hardin em seu artigo “*The Tragedy of the Commons*”: “*Os indivíduos agem de maneira autônoma e racional, buscando seus próprios interesses, mas acabam prejudicando a humanidade ao esgotar esses recursos naturais compartilhados*”.⁵² O conceito de “capital

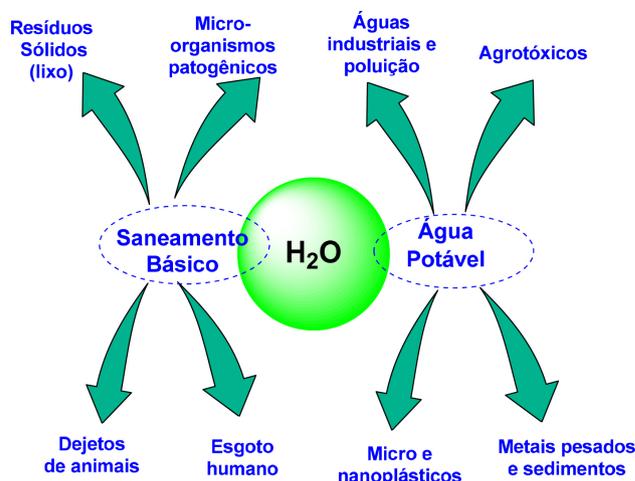


Figura 4. Ataques de diversos contaminantes nos corpos hídricos

natural” ganhou força internacional à medida que cresce o reconhecimento do papel central destes bens no ambiente natural e na manutenção do bem-estar econômico e social.⁵³ Os oceanos detêm 97% da água da Terra e a água doce corresponde apenas 3%. Considerando estes aspectos, não faz sentido, em termos de sustentabilidade, poluir os nossos 3% de água, pois poluímos as águas do rio e pagamos mais caro por ela “purificada”, ou seja, os pobres e os ricos pagam o mesmo valor. Algumas perguntas incômodas: faz algum sentido poluímos a água e depois pagar para purificá-la? Faz sentido beber água contaminada por produtos químicos incluindo metais pesados, agrotóxicos e micro ou nanoplasticos? Faz sentido bebermos água contaminada com materiais radioativos? A água deveria dar lucros para empresários se é um bem comum natural como é o ar? O ar poderá ser cobrado no futuro?

Algumas respostas às ações humanas nos parecem ser óbvias, mas em realidade fazemos tudo isso e muito mais como, o despejo inadequado de resíduos, o uso indiscriminado de agrotóxicos, mineração usando mercúrio nos rios, consumo e desperdício desenfreado, degradação das fontes de água doce, contaminação dos rios e seus peixes, lagos e aquíferos, dentre outras. Um dos piores comportamento dos humanos é o de poluir as praias e então construir piscinas nos condomínios e coberturas para os mais favorecidos, e para os pobres se construir piscinões.

6. Contaminação da Água por Plásticos

A água proveniente das instalações sanitárias contém principalmente materiais orgânicos (esgoto) e, adicionalmente, alguns produtos inorgânicos e poliméricos. Desde a invenção do primeiro polímero totalmente sintético, a baquelite, por Leo Hendrik Baekeland em 1907, os materiais poliméricos, também conhecidos como plásticos, têm diversificado e se espalhado rapidamente pelo mundo, resultando em uma alarmante poluição dos corpos hídricos. A poluição plástica é uma ameaça planetária, e os detritos

plásticos representam até 87% do lixo marinho, devido à falta de recolhimento ou gestão adequada, com 79% dos produtos plásticos em todo o mundo não sendo coletados ou gerenciados corretamente. A produção global de plástico aumentou de 1,5 milhão de toneladas na década de 1950 para 335 milhões de toneladas em 2016.⁵⁴ Estimamos que entre 1,15 e 2,41 milhões de toneladas de plástico fluem atualmente do sistema fluvial global para os oceanos todos os anos.⁵⁵ Existem ilhas de plásticos flutuando nos oceanos. A Figura 5 exemplifica o problema ao mostrar alguns exemplos de microplásticos, dentre milhões, recolhidas numa praia.



Figura 5. Diversidade de microplásticos recolhidos na Praia do Francês em Itaipuaçu, Maricá (22°58'26.1"S e 42°54'47.0"W)⁵⁶

Como a maioria dos resíduos plásticos não são recolhidos ou reciclados, esses materiais poliméricos que flutuam nos corpos hídricos, como rios, lagos e oceanos⁵⁷ são submetidos ao intemperismo e a degradação pela luz solar criando uma família de partículas de tamanhos diferentes chamadas microplásticos e nanoplásticos. Aproximadamente 269 mil toneladas de plástico boiam nos oceanos de todo o mundo em diferentes concentrações dependendo do lugar de medição, mas há plásticos flutuando nos mares.⁵² As fortes chuvas pioram a situação com transporte dos plásticos e outros resíduos que estão inadequadamente no solo das cidades para os sistemas de água, exacerbando a poluição. É preciso entender que essa poluição da água com plásticos se tornou um grande problema mundial, já contando com estudos extensivos em métodos analíticos, fonte, transporte, destino, degradação de plásticos no meio ambiente e ameaças ao ambiente natural, à vida selvagem ou mesmo à saúde humana.^{58,59}

Esses materiais fragmentados têm levantado preocupação crescente, devido aos seus potenciais impactos ambientais, ecológicos e para a saúde humana. Os organismos marinhos confundem essas partículas com alimentos e os ingerem colocando-os dentro da cadeia alimentar que resultam em bioacumulação, sendo que essa ingestão pode causar danos físicos, bloqueios nos sistemas digestivos e levar à redução

da eficiência alimentares muitas vezes levar à morte. Outro problema considerado grave causados pelos plásticos de todos os tamanhos é o transporte de espécies invasoras que se grudam nesses materiais alterando os ecossistemas e as populações de espécies nativas.^{60,61} É um problema muito grave que vai desde a introdução de espécies invasoras, até os manguezais e regiões polares.

Alguns microplásticos primários estão presentes em produtos de higiene pessoal, como esfoliantes e pastas de dente. Os microplásticos secundários são oriundos de materiais maiores, como garrafas, sacolas, utensílios descartáveis, equipamentos de pesca, embalagens, e que se degradam ao longo do tempo em partículas menores por interação com radiação UV e fragmentação por forças mecânicas das ondas. Os microplásticos secundários produzem os nanoplásticos pela continuidade dos mesmos processos físicos e químicos.

Os plásticos de qualquer tamanho nos sistemas hídricos são perigosos. Porém, não menos preocupante são as substâncias tóxicas presentes na composição dos plásticos. São diversas substâncias usadas como aditivos, metais pesados, estabilizantes e plastificantes a base que durante a decomposição/fragmentação e o calor são lixiviados em pequenas quantidades para a água prejudicando ainda mais a qualidade do ambiente aquático. O processo de purificação da água e a filtração não removem essas substâncias, assim como não removem os fragmentos de nanoplásticos. A Figura 6 destaca algumas dessas substâncias perigosas presentes nos plásticos. O bisfenol A é usado na produção de certos plásticos, como policarbonato, como polímero versátil com alta transparência, resistência ao impacto e calor, e resinas epóxi. Os ftalatos são adicionados aos plásticos para aumentar sua flexibilidade e durabilidade. As bifenilas policlorados (PCBs) eram usadas como plastificantes, mas estão proibidos em muitos países, pois são bioacumulados nos organismos. No entanto, ainda há detrito carreando esses plásticos flutuando na água.

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) são muito diversificados e bastante tóxicos para os humanos e organismos aquáticos. São encontrados nos plásticos fabricados com matérias-primas derivadas do petróleo. Os metais, como chumbo, cádmio e mercúrio, são usados como aditivos, principalmente em tintas usadas nos brinquedos. Os pesticidas e retardadores de chama apesar de não entrar na composição dos plásticos, aderem nas embalagens de plástico vazias e retêm pequena quantidade desses produtos. As embalagens se forem descartadas irregularmente carregam esses poluentes altamente resistentes para os corpos d'água.

Mitigar a poluição com microplásticos e nanoplásticos nos corpos hídricos vai requerer esforços imensos que levará muitos anos para algum tipo de reversão que melhorem a qualidade dos ambientes aquáticos. As ações começam com a redução dos materiais poliméricos persistentes, conscientizar sobre o descarte inadequado, melhorar os materiais poliméricos, diminuir a oferta de utensílios descartáveis, evitar plásticos de uso único, melhorar a gestão de resíduos

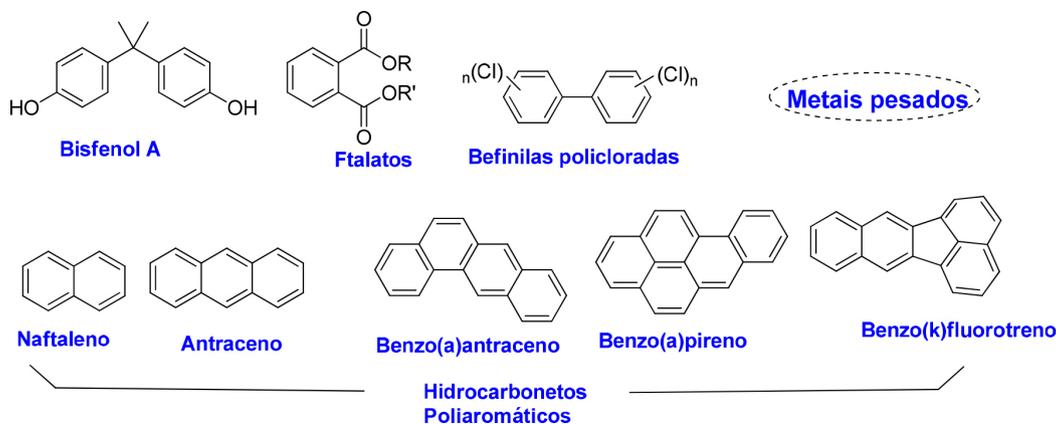


Figura 6. Substâncias usadas para a fabricação de plásticos e liberadas na água

e desenvolver produtos poliméricos biodegradáveis como alternativas aos sustentáveis aos plásticos. É importante ressaltar que é preciso controlar as embalagens vazias que podem liberar substâncias tóxicas na água.

Ainda não está claro quais estratégias serão mais eficazes para mitigar os danos ao problema global da poluição plástica que continua crescendo.⁶² Certamente, para se lidar com esse imenso problema nos corpos hídricos, são necessárias abordagens holística integradas, que envolvam tanto a redução da produção e consumo de plásticos descartáveis quanto o aprimoramento dos sistemas de coleta e reciclagem.⁶³ Além disso, a conscientização da população sobre os impactos ambientais do uso inadequado do plástico é essencial para mudar comportamentos e promover a proteção dos corpos hídricos e dos ecossistemas aquáticos. Medidas regulatórias também podem ser implementadas para controlar a poluição por plásticos, pois é preciso promover a transição para alternativas mais sustentáveis, projetar intervenções eficazes para motivar ações de mitigação com base em evidências das ciências comportamentais e não apenas valores econômicos.⁶⁴

7. Água Gratuita para Todos

A questão de fornecer água gratuita para todos é de grande importância e justiça social, pois o acesso a água limpa e segura é um direito humano fundamental e essencial para a vida. Ela deve ser considerada um bem de acesso universal, não devendo ser comercializada, visto que é captada do meio ambiente sem nenhum custo inicial. Muitas pessoas ainda não têm acesso a fontes de água adequadas e, em algumas regiões, a escassez de água está se tornando uma preocupação cada vez mais premente.

Um bilhão de pessoas vivem em extrema pobreza sem água potável, ou seja, não podem pagar pela água. Garantir o acesso gratuito à água para todos tem custos que podem ser divididos por todos, mas é preciso ter uma política pública governamental para diminuir a desigualdade hídrica e ao mesmo tempo implementando práticas sustentáveis de gestão da água.

A água é essencial para a sobrevivência, redução da pobreza, melhoria da saúde pública e bem-estar das comunidades em todo o mundo. Os empresários que lucram com o comércio da água argumentam que haverá restrições financeiras, mas em realidade são obstáculos políticos que buscam um futuro mais equitativo e sustentável para todos. Neste sentido, em 2022, no Chile, foi iniciado o processo de desprivatização das empresas responsáveis pela purificação e comercialização da água, um passo importante rumo à garantia do direito básico de todos os cidadãos ao acesso a esse recurso vital.⁶⁵ Somente através dos esforços coletivos para aumentar a conscientização sobre a conservação e uso responsável da água potável, proteção dos mananciais, políticas públicas e investimentos em infraestrutura será possível assegurar um futuro sustentável, onde a água continue a ser uma fonte disponível para todos.

8. Contaminação por Agrotóxicos

Outro tipo de contaminação muito grave das águas são agrotóxicos, que podem se tornar bioacumulativos na cadeia alimentar, utilizados pelo setor do agronegócio. Essas atividades usam muitos pesticidas para proteger as plantações de pragas, doenças e ervas daninhas. Eles são aplicados nos campos de diversas formas como, pulverização aérea ou pulverização no solo, contudo, a pulverização por drones vem crescendo nas plantações brasileiras.⁶⁶

As aplicações de pesticidas, podem atingir o solo diretamente ou por transferência de resíduos provenientes das plantas,⁶⁷ que podem ser arrastados pelas chuvas para os corpos hídricos e por percolação no solo até os aquíferos, escoamento ou lixiviação, sendo que a distribuição/degradação de agrotóxicos no solo está relacionada às propriedades físico-químicas dessas substâncias – principalmente em relação à solubilidade, pressão de vaporização e estabilidade química.⁶⁴

As formas de contaminação do meio ambiente ocorrem predominantemente através do uso indevido, derramamentos acidentais, aplicação inadequada e uso excessivo ou pulverização carreada pelo vento para os rios, ou seja, áreas

não pretendidas, incluindo corpos d'água. No entanto, o mais grave são os pesticidas tóxicos e persistentes que deveriam ser banidos e trocados por biopesticidas. Para lidar com a contaminação por pesticidas, é essencial promover práticas agrícolas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas (MIP), que enfatiza o uso reduzido de pesticidas e aplicações mais direcionadas.

O manuseio, armazenamento e descarte adequados de pesticidas também são cruciais para evitar a contaminação acidental. Além disso, educação, conscientização e regulamentos rígidos sobre o uso de pesticidas são essenciais para proteger o meio ambiente e a saúde pública dos efeitos adversos da contaminação por pesticidas. Muitas cidades brasileiras apresentam alto índice de agrotóxico na água da torneira.⁶⁸ Para exemplificar, a análise de amostras da água que é consumida em 100 cidades catarinenses, feita a pedido do Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) que são usados nas lavouras (22 de março de 2019) indicou que 22 municípios do Estado SC recebem nas torneiras água com resquícios de agrotóxicos. Foram encontrados 204 ingredientes ativos de agrotóxicos.⁶⁹

9. Contaminação das Águas por Mercúrio e Sedimentos nos Rios⁷⁰

A contaminação do meio ambiente por metais pesados tóxicos tem afetado diversos bens comuns como o solo, água, ar, peixes, crustáceos, manguezais, florestas, etc. Esses elementos ocorrem naturalmente, mas as atividades industriais, mineração, agricultura, incineração e disposição inadequada de resíduos, tanto na zona urbana quanto rural, aumentaram suas concentrações no meio ambiente. Os principais metais pesados que causam preocupações para os humanos são chumbo, cádmio, arsênico, cromo, níquel e mercúrio. Nesse momento a contaminação com o metal mercúrio ou mercúrio inorgânico ou metilmercúrio⁷¹ são os que têm causado enormes preocupações devido a mineração de prata e ouro e por terem capacidade de bioacumulação e biomagnificação através da cadeia alimentar.⁷²

A contaminação por mercúrio gera grave problema para o meio ambiente e para a saúde humana e com vários efeitos prejudiciais para os ecossistemas, como a redução da biodiversidade e à interrupção dos processos naturais. O mercúrio é um elemento líquido volátil com maior densidade do que a água, bioacumulativos e altamente tóxico. Era usado em interruptores, termostatos, termômetros e outros instrumentos, etc. Sua capacidade de formar amalgama com diversos metais, como ouro e prata, o faz útil na mineração. Suas características tóxicas foram exploradas em alguns medicamentos antissépticos e pesticidas.

A ciência tem alertado há mais de 50 anos que o mercúrio é perigoso e o seu uso no garimpo contamina tudo, inclusive as águas dos rios. Em artigo “Os variados riscos da contaminação por mercúrio” na Folha de São Paulo em 1988, o Prof. Romeu C. Rocha Filho descreve e

conclui: “Finalmente, por tudo que foi aqui exposto, cabe aos órgãos governamentais tomar urgentemente medidas que minimizem os riscos de contaminação por mercúrio de muitos dos nossos rios, que vem se constituindo numa grave ameaça ao meio ambiente.”⁷³ Interessante que o mesmo jornal em 2023 relata: “Substância é altamente poluente, pode percorrer grandes distâncias na atmosfera e assume uma das suas formas mais tóxicas na água”.⁷⁴

Dentre os metais, o mercúrio é um elemento que não tem nenhuma função biológica endógena, mas a exposição, mesmo a pequenas quantidades, pode levar a graves problemas de saúde, afetando principalmente o sistema nervoso, os rins e o sistema respiratório. Mulheres grávidas e crianças pequenas são particularmente vulneráveis aos efeitos nocivos do mercúrio, pois pode causar transtornos do autismo fetal.⁷⁵ O mercúrio e seu mineral HgS deveriam ser tratados como substâncias a serem reguladas pela Polícia Federal ou pelo Exército, como é feito com as drogas ilícitas e armas, sendo proibidas de compra, venda e usos não autorizados. No Brasil o seu uso está descontrolado no garimpo na Amazônia. Há muito relatos sobre os efeitos adversos nos peixes, pássaros e outros animais selvagens que podem prejudicar a reprodução, o crescimento e o declínio populacional.

No processo de mineração se aquece minério de cinábrio de cor vermelha ou vermelho-alaranjado que é uma fonte natural de mercúrio. Durante o aquecimento é passada uma corrente de ar que arrasta um pouco vapor de mercúrio. Se o vapor for inalado, pode causar tonturas, tremores e danos aos pulmões e cérebro. No ambiente, o mercúrio se transforma em organometálico metilmercúrio que causa transtornos mentais e até a morte, porém ainda existem lacunas no conhecimento sobre exposições e efeitos na saúde e a tradução em ações preventivas está atrasada.⁷⁶

Já houve eventos trágicos associados à contaminação por mercúrio ou metil mercúrio. Aparentemente não aprendemos nada no Brasil com os desastres ambientais em outros países como a doença na Baía de Minamata no Japão, envenenamento por mercúrio orgânico no Iraque, contaminação mercúrio no rio English-Wabigoon da comunidade indígena GrassyNarrows por uma fábrica de celulose e papel próxima em Dryden (Ontário, Canada) Ontário, derramamento de mercúrio elementar em Cajamarca (Peru) e um prédio contaminado por mercúrio em Hoboken (NJ, EUA), derramamento de mercúrio no meio ambiente pela fábrica da Eldorado Chemical Company (Salt Lake City, Utah), dentre muitas outras.⁷⁷

A Doença de Minamata, ou envenenamento por mercúrio, causa a Síndrome de Minamata, que se caracteriza por graves e irreversíveis sintomas neurológicos e físicos, além de defeitos congênitos em mulheres grávidas.⁷⁸ A contaminação das águas foi causada por uma empresa química que liberou continuamente mercúrio e metilmercúrio na baía⁷⁹ Esse derivado do mercúrio acabou bioacumulando nos peixes e mariscos. Como a alimentação do habitante locais era baseadas em frutos do mar, também foram contaminados.

A falta de um órgão fiscalizador e regulador tem causado tragédias nos bens comuns, como rios, lagos, florestas, etc. Nesse cenário, os criminosos lucram, enquanto os prejuízos recaem sobre todos, inclusive com danos à saúde da população. A sociedade acaba tendo que arcar com o passivo, os prejuízos e os danos socioambientais já causados. Um exemplo dessa tragédia é a cidade de Santarém, no Pará, onde o garimpo ilegal contaminou 75% da população com altos índices de mercúrio. Pesquisas conduzidas por Meneses *et al.*⁸⁰ revelaram que os moradores dessa cidade portuária já apresentam alterações nos rins e fígado, devido à contaminação. Além disso, na população ribeirinha, a contaminação chega a mais de 90%, e 57,1% dos participantes moradores da área urbana de Santarém apresentam taxas de mercúrio no sangue acima do nível considerado seguro pela OMS.

Existem várias fontes de contaminação com mercúrio, a saber: processos industriais, usinas termoelétricas a carvão, mineração e incineração de resíduos. Porém, a maior fonte de contaminação dos rios é a mineração fluvial, que vem aumentando e hoje afeta 173 grandes rios em 49 países. Os níveis de sedimentos suspensos dobraram, em comparação com os níveis anteriores à mineração, em cerca de 80% dos rios e quase 7% de todos os grandes trechos de rios tropicais estão agora nublados com detritos de mineração.⁸¹

Na Amazônia a maior parte da contaminação da fauna e da flora vem da mineração artesanal do ouro.⁸² A floresta captura o mercúrio ou íon mercúrio através das folhas que é repassado para o solo quando as folhas caem ou são lavada pela chuva colocando em risco esse ecossistema tropical. A contaminação das águas dos lagos por mercúrio devido a mineração de ouro artesanal é muito mais perigosa nos lagos do que nos rios, pois os lagos convertem mercúrio em metilmercúrio a taxas de cinco a sete vezes maiores que nos rios.⁸³ É importante ressaltar que as emissões de mercúrio podem percorrer longas distâncias pela atmosfera e contaminar áreas distantes da fonte original.⁸⁴

Academia Brasileira de Ciências (ABC) preocupada com as repercussões na saúde humana e ambiental devido as emissões de mercúrio distribuídas pela atmosfera divulgou recentemente (02/2023) para toda sociedade um pequeno livro bem completo sobre o processo de contaminação por mercúrio (Figura 7).⁸⁵ A ABC alerta que esse processo de contaminação impacta diretamente na saúde pública, principalmente das populações indígenas, tradicionais e ribeirinhas, alterando também seus territórios e impossibilitando-lhes a continuidade de seus modos de vida e culturas.

10. Água e Sabonetes como Conjunto de Higiene Pessoal

O sabão, o detergente e o sabonete são formulações básicas contendo diversas substâncias que só funcionam na presença de água. São produtos usados nos processos

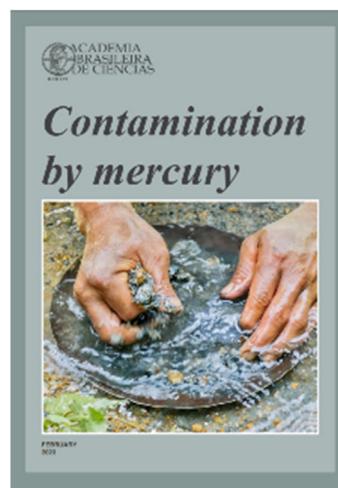


Figura 7. Livro da Academia Brasileira de Ciências (ABC) “Contamination by Mercury”

de higienização de diversos materiais de usos diários. Eles têm uma fatia considerável do mercado dos produtos de limpeza. Suas formulações possuem muitas substâncias como espessantes, perfumes e corantes. No entanto, do ponto de vista da funcionalidade, os surfactantes são os mais importantes, pois eles é que formam as espumas na presença de água e ar. Os surfactantes reduzem a tensão superficial da água, permitindo que ela se espalhe e forme bolhas de ar. O sabão funciona exatamente como todos os outros surfactantes, ou seja, possui uma estrutura química com uma parte hidrofílica que se liga à água e uma parte hidrofóbica que se liga às gorduras. A espuma é o conjunto de bolhas formadas quando o sabão e a água são agitados para quebrar a tensão superficial da água, permitindo que o ar se introduza e se acumule na forma de bolhas, revestidas por uma fina camada de sabão. A espuma é fundamental para o processo de limpeza, pois permite a remoção de sujeiras e gorduras da superfície, sendo levadas pela água durante o enxague.⁸⁶⁻⁸⁸

O sabão foi fundamental na história da civilização e no desenvolvimento da Química e Farmácia, pois foram as primeiras transformações química com aplicações medicinais. A sua descoberta foi acidental, mas sua utilidade foi sendo lentamente entendida pela humanidade, principalmente no que diz respeito as aplicações para a saúde. A sua história tem muitas incertezas e teorias sobre a origem do sabão. Uma dessas teorias diz que foram os antigos sumérios por volta de 2000 a.C.⁸⁹ que descobriram que o óleo de oliva misturado com cinzas produzia uma substância útil para limpeza e denominaram ele como “sapo” que deu origem a “soap” e também deu origem à palavra “sabão”. Mas há outras teorias para explicar a origem desse nome.⁹⁰ A primeira referência literária conhecida ao sabão usado para fins de limpeza vem de Plínio o velho que descreveu as diversas propriedades do sabão em sua obra “História Natural”. Ele destacou o papel terapêutico do sabão em diferentes contextos e aplicações medicinais na época. Ao abordar a natureza multifacetada do sabão,

Plínio enriqueceu o conhecimento da humanidade sobre esse produto, deixando um legado valioso que perdura até os dias atuais. Posteriormente, Galeno, um famoso médico grego, no século II d.C. também enfatizou as propriedades medicinais do sabão.⁸⁷ No entanto, a higienização das pessoas através do banho diminuiu em toda a Europa quando Roma caiu em 467 d.C.

No início dos anos 1500, as pessoas normalmente tomavam banho com sabão, uma vez por ano e com mais frequência no final de maio. Isso permitiu que as noivas estivessem frescas para suas próximas núpcias.⁹¹ As impurezas corporais e as condições de vida abaixo do padrão contribuíram para diversas pestes na idade média. Os químicos árabes criaram no início do século VII o primeiro sabão usando apenas óleo vegetal, mesmo sem saberem que gorduras e óleos vegetais são essencialmente triglicérides.

A preparação do sabão se espalhou pela Europa por vários séculos e teve muitas modificações, mas basicamente usando a mesma reação de saponificação de óleos vegetais e gorduras. Nessa linha evolutiva foram criados os sabonetes mais finos à base principalmente de azeite. A eliminação de cinzas na produção do sabão ocorreu em 1791 quando Nicolas LeBlanc (1742-1806) desenvolveu o “Processo Leblanc”,⁹² que revolucionou a produção de soda cáustica (hidróxido de sódio) e bicarbonato de sódio a partir do sal comum. Com esse processo os fabricantes puderam preparar o sabão de forma muito barata. Antes disso, o sabão era caro e tinha uma demanda muito alta. Em 1811, outro francês chamado Michel Eugene Chevreul identificou a relação entre glicerina e ácidos graxos. Essas duas descobertas marcaram o início da fabricação moderna de sabonetes.

Antes da descoberta das estruturas químicas exatas das gorduras dos animais e os óleos vegetais não se sabia que as pertenciam à mesma classe dos lipídios.⁹³ Eles se diferenciam quantidades e tamanho das cadeias dos ácidos graxos que modificam o estado físico do material bruto. Óleos e gorduras podem ser extraídos das sementes das plantas, algas, animais superiores e peixes. Os óleos são normalmente produtos de origem vegetal e são líquidos à temperatura ambiente (óleo de soja), enquanto as gorduras (sebo) são sólidas, ou de consistência pastosa à temperatura ambiente, e em geral, de origem animal. Os sebos, assim como as gorduras são em sua maioria de origem animal e sólidos à temperatura ambiente.^{90,94} Os lipídios reagem

com hidróxidos de sódio ou potássio através de uma reação chamada de saponificação (formação de sabões ou sabonetes) que está descrita na Figura 8. É uma reação muito fácil de fazer tanto em pequenas empresas até indústrias de abrangência nacional. Nesta reação, cada molécula de triglicéride se quebra em uma molécula de glicerina e em três sais de ácidos graxos orgânicos. Para separar a glicerina dos sais de ácidos graxos adiciona-se à mistura cloreto de sódio e os sais sobem para a parte de cima do frasco, ou reator, e a glicerina se deposita no fundo e pode ser removida pelo fundo do frasco. A glicerina bruta obtida do processo de produção do biodiesel é usada em muitos produtos, como alimentos, têxtil, cosmético, de higiene pessoal, limpeza, lubrificantes, tintas e vernizes, explosivos, tabaco, papéis, plásticos e produtos farmacêuticos.

Os óleos vegetais, como óleo de palma, óleo de canola, óleo de coco e óleo de soja, são produtos naturais muito importantes para a economia de qualquer país. Eles são utilizados como alternativa às gorduras de origem animal e produtos petroquímicos em aplicações alimentícias e não alimentícias, como produção de bactericidas, cosméticos e produtos farmacêuticos. O tamanho do mercado global de óleo vegetal atingiu US\$ 255,2 bilhões em 2022 e espera-se que o alcance US\$ 343,9 bilhões até 2028, com uma taxa de crescimento (CAGR) de 5% durante o período entre 2023-2028.^{95,96} Uma fração desses óleos são transformadas em sabonete. O tamanho do seu mercado global foi de US\$ 34,09 bilhões em 2019 e deve chegar a US\$ 55,29 bilhões até 2027, exibindo um CAGR de 5,0%.

O sabão é um produto diferenciado do sabonete em termos de funcionalidades em para higiene pessoal, apesar de alguns terem funções similares, como é o caso do sabão de coco. Os sabões sólidos, líquidos e em pó são comercializados para funcionar nos processos de limpeza da casa, incluído os banheiros, louças, roupas, sapatos e objetos em geral. Já os sabonetes são usados nas formas líquida, cremosa, espuma, gel ou em barras para banhos e lavagem das mãos.

As pessoas dependem dos sabonetes diariamente para as suas higiens pessoais criando uma sensação de satisfação mental e corporal. A fabricação dos sabonetes é mais recente, mas ainda é um ofício muito antigo, cuja produção vai desde artesanal até industrial, suas composições e preços variam de acordo com a formulação e a empresa fabricante.

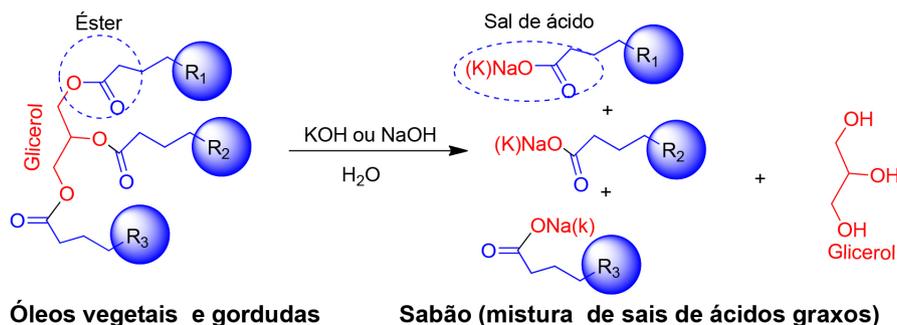


Figura 8. Estrutura química geral dos lipídios e dos sabões

Que mostram como se fabricar sabonetes artesanais. Há muitas vantagens em se fazer o seu próprio sabonete, pois as diversidades de formulações são infinitas, como cor, textura, forma, cheiro e design. Os sabonetes artesanais normalmente usam essências naturais e criam produtos personalizados muito mais saudáveis e adequados para o meio ambiente. Basicamente o processo de produção dos sabonetes é bem simples e não exige muito conhecimento técnico. Há muitas literaturas que ensinam o passo-a-passo de como fazer sua própria produção.

Atualmente na maioria das formulações dos sabonetes há ingredientes comuns a todos e alguns ingredientes variáveis de acordo com a proposta dos fabricantes. Por exemplo, existem sabonetes que ardem nos olhos porque contém soda cáustica que reage com as moléculas de gordura no globo ocular, mas também existem sabonetes que são inertes para os olhos. Tudo depende da formulação usada em sua preparação. Há também uma classe muito comum nos dias atuais que são os sabonetes esfoliantes que contêm partículas abrasivas ou substâncias destinadas a remover as células mortas da pele deixando-a mais lisa e outras as impurezas da superfície da pele.

O ato de remover as células mortas da pele promove a renovação das células da pele e estimula o crescimento de novas células saudáveis. Os esfoliantes são substâncias insolúveis naturais de grãos moídos ou sementes, como aveia, sementes trituradas de azeitona,^{97,98} gergelim, maracujá, café,⁹⁹ damasco e linhaça, aveia, arroz, cascas de nozes, açúcar e sal, ou sintéticas, como argila¹⁰⁰ microesferas de quartzo, microplásticos, carboximetilcelulose. É importante ressaltar que o uso dos esfoliantes inorgânicos ou micro poliméricos têm impactos ambientais. Os microplásticos causam problemas já bem conhecidos. Eles são partículas muito pequenas para serem filtrados pelos sistemas de tratamento de água e, portanto, são despejados nos sistemas hídricos ambientais. Eles podem ser ingeridos por peixes,

aves e outros animais marinhos e, eventualmente, entram na cadeia alimentar, incluindo os humanos.

Os tensoativos ou surfactantes são os componentes da formulação responsáveis pela formação da espuma e pela remoção da sujeira e das impurezas da pele. Sem eles a formulação não se forma ou não é estável por muito tempo. A quantidade de tensoativos no mercado chega a milhares de substâncias que podem ser de origem natural ou sintética.¹⁰¹No caso dos sabões e sabonetes são os sais de ácido graxos. Os sabonetes modernos têm outros tensoativos como o lauril sulfato de sódio, cocamido propil betaína lauroil isetionato de sódio, laurato de sódio, palmitato de sódio, oleato de sódio, estearato de sódio, dentre muitos outros (Figura 9). Há muitos componentes aditivos como glicerina (Figura 3) que retém água (agentes hidratantes), fragrâncias para proporcionar um aroma agradável; corante estético cuja finalidade é somente dar um visual mais atrativos ao produto comercializado, mas muitos sabonetes são incolores e não colocam corantes no meio ambiente; vitaminas com propriedades benéficas para a pele e extratos de plantas ricos em óleos naturais que também possam ter propriedades efeitos antioxidantes, antissépticos, antimicrobianos e anti-inflamatórios; dióxido de titânio (TiO₂) como aditivo clareador e opacificante; etidronato de tetrassódio como agente quelante amaciador de água duras; salicilato de metila ou benzila devido às suas propriedades aromáticas e terapêuticas, dentre outros. Com essa variedade enorme de componentes, é possível se produzir centenas de diferentes sabonetes artesanais e industriais, como pode ser observado nas drogarias e supermercados.

11. Considerações Finais

As instalações sanitárias, presentes em residências, estabelecimentos comerciais e espaços públicos,

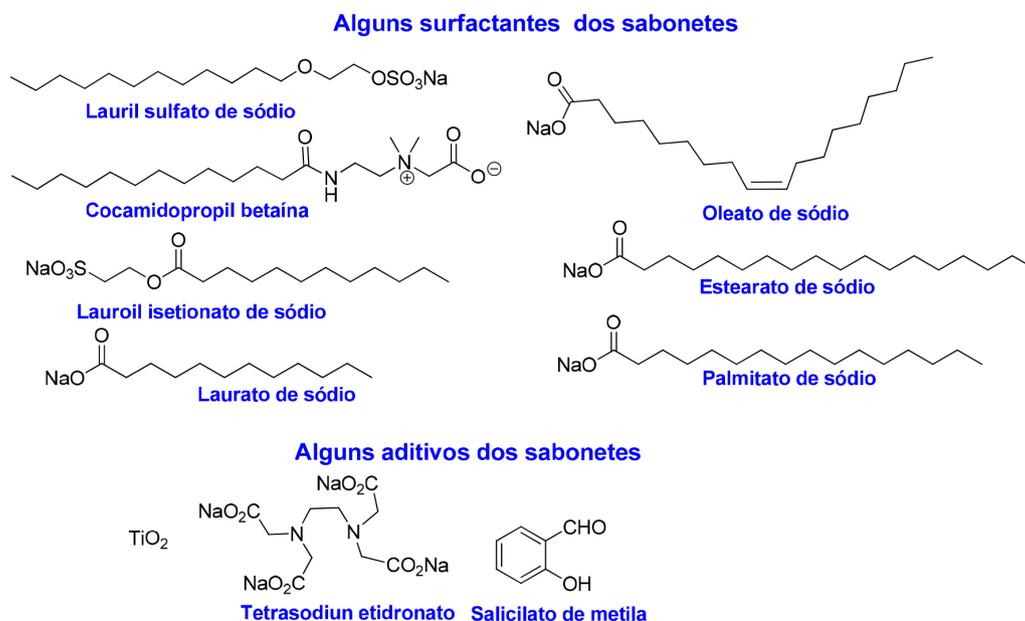


Figura 9. Alguns surfactantes e aditivos usado na fabricação dos sabonetes

desempenham um papel fundamental no uso diário de água para fins higiênicos e domésticos. A água é utilizada de forma extensiva nos sanitários, pias e chuveiros, permitindo a limpeza pessoal, higienização de objetos e descarte de resíduos. No entanto, após ser utilizada e tornar-se contaminada com esgoto e produtos químicos, essa água muitas vezes é despejada diretamente nos corpos hídricos através de sistemas de dutos e tubulações. A contaminação resultante desse descarte inadequado de águas sanitárias tem implicações significativas para a saúde humana e para os ecossistemas aquáticos. Além da matéria orgânica, os esgotos dos sanitários contêm bactérias, fungos e vírus. Os materiais inorgânicos, como os abrasivos presentes nas pastas de dente, e os materiais poliméricos, como os esfoliantes dos sabonetes, também contribuem para o processo de eutrofização nos sistemas hídricos.

É fundamental acabar com a contaminação das águas sanitárias nos corpos hídricos, através do tratamento adequado dos esgotos antes de serem despejados no corpo receptor, no meio ambiente. Atualmente, o mundo ainda está distante de alcançar o pleno recolhimento e tratamento adequado dos esgotos. No entanto, essas medidas são essenciais para proteger e preservar a saúde dos ecossistemas aquáticos, melhorar a qualidade de vida das populações, reduzir a disseminação de doenças e garantir a disponibilidade de água limpa, gratuita e segura para as futuras gerações. Para alcançar esse objetivo (que precisa ser um objetivo em comum), são necessários inúmeros esforços em conjuntos entre governos, comunidades e setor privado para implementar sistemas de tratamento de esgotos eficientes, promover o uso responsável da água e adotar práticas sustentáveis em relação aos recursos hídricos e aos resíduos sólidos. Investir em infraestrutura sanitária adequada é uma das chaves para enfrentar esse desafio global e garantir a saúde dos ecossistemas aquáticos e das populações humanas que dependem da água para sua sobrevivência e bem-estar.

Referências

1. Silva, J. L.; *Cinzas de Luz*, Editora Batel: Rio de Janeiro, 2023, p.27.
2. Molotch, H.; Em *Introduction: Learning from the Loo. Em Toilet: Public Restrooms and the Politics of Sharing*; Molotch, H.; Norén, L., eds.; NYU Press, 2010. [Link]
3. Ellis, A. R.; Em *Book of Distinctive Interiors*; Vollmer, W. A., ed.; McBride, Nast & Company: New York, 1912.
4. Greed, C.; *Inclusive Urban Design: Public Toilets*, Architectural Press/Elsevier: Oxford, 2003.
5. Blumenthal, D.; *Little Vast Rooms of Undoing: Exploring Identity and Embodiment through Public Toilet Spaces*, Rowman & Littlefield International, Ltd: New York, 2014.
6. Sítio Brakley, equipamentos de higiene. Disponível em: < <https://www.secadoresdemaos.com.br/historia-dos-banheiros-pelo-mundo/#:~:text=Foi%20no%20Egito%2C%20por%20volta,de%20Bahrein%2C%20no%20Golfo%20P%C3%A9rsico>> . Acesso em: 20 outubro 2023.
7. Martino, G. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/975151/de-um-mal-necessario-ao-luxo-a-historia-dos-banheiros-na-sociedade-moderna> . Acesso em: 20 outubro 2023.
8. Kira, A.; *The Bathroom: Historical Aspects of Personal Hygiene Facilities*, Penguin Books: Harmondsworth, Middlese, 1976.
9. Por que é importante tomar banho? Disponível em: <https://www.prosaude.org.br/vida-saudavel/por-que-e-importante-tomar-banho/> . Acesso em: 20 outubro 2023.
10. Vida e saúde. Água: 22 benefícios incríveis para pele, cabelo e saúde. Disponível em: <https://www.revistavidaesaude.com.br/agua-22-beneficios-incriveis-para-pele-cabelo-e-saude/> . Acesso em: 20 outubro 2023.
11. Black, M.; Fawcett, B.; *The Last Taboo: Opening the Door on the Global Sanitation Crisis*, Ed. Earthscan Ltd: London, 2008.
12. Genç, M.; *The Evolution of Toilets and Its Current State*. Dissertação de Mestrado em Ciências, Middle East Technical University, 2009. Disponível em: <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/18437> . Acesso em: 20 outubro 2023.
13. Nott, J.; A Global History of Human Waste and Infectious Intestinal Disease. *The Journal of Interdisciplinary History* **2021**, 52, 263. [CrossRef]
14. Benidickson, J.; *The Culture of Flushing: A Social and Legal History of Sewage*, UBC Press: Vancouver and Toronto, 2007.
15. Paulillo, C. A.; Padrões e apropriações da higiene na consolidação do banheiro nas moradias paulistanas (1890-1930). *Anais do Museu Paulista São Paulo* **2022**, 30, 1. [CrossRef]
16. Ashenburg, K.; *The Dirt on Clean: An Unsanitized History*, North Point Press: New York, 2007.
17. Sara Ivry. That Fresh Feeling. NYT, 2007. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2007/12/16/books/review/Ivry-t.html> . Acesso em 20 outubro 2023.
18. Feris, L.; The Human Right to Sanitation: A Critique on the Absence of Environmental Considerations. *Review of European Comparative International Environmental Law* **2015**, 24, 16. [CrossRef]
19. Humphreys, G.; Reinventing the toilet for 2.5 billion in need. *Bulletin of the World Health Organization* **2014**, 92, 470. [CrossRef]
20. Fiorillo, C. A. P.; *Princípios do Processo Ambiental*, Editora Saraiva: São Paulo, 2004.
21. Brasil precisará mais do que dobrar investimentos para universalização do saneamento básico. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/brasil-precisara-mais-do-que-dobrar-investimentos-para-universizacao-do-saneamento-basico-aponta-estudo-do-itb/> . Acesso em 23 outubro 2023.
22. Santos, R. C. C. L.; *O Meio Ambiente em Facetas*, Editora Baraúna: São Paulo, 2011
23. Sítio Trata Brasil. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/avancos-do-novo-marco-legal-do-saneamento-basico-no-brasil-2023-snis-2021/> . Acesso em 23 outubro 2023.
24. Coelho, S. T.; Velazquez, S. M. S. G.; Silva, O. C.; Pecora, V.; de Abreu, F. C.; *6º Encontro de Energia no Meio Rural*, São Paulo, Brasil, 2006. [Link]

25. Gomes, G. V.; Suda, S. J.; Pereira Rosa, A.; Rodrigues, F. A.; Estudo da produção de energia elétrica a partir de biogás com e sem purificação de estação de tratamento de esgoto. *The Journal of Engineering and Exact Sciences* **2017**, *3*, 0899. [CrossRef]
26. Verma, A. K.; Sustainable Development and Environmental Ethics. *International Journal on Environmental Sciences* **2019**, *10*, 1. [Link]
27. Braga, B.; Flecha, R., Thomas, P., Cardoso, W., & Coelho, A. (2009). Integrated Water Resources Management in a Federative Country: The Case of Brazil. *International Journal of Water Resources Development* **2009**, *25*, 611. [CrossRef]
28. Benjamin, A., Marques, C., Tinker, C. The water giant awakes: an overview of water law in Brazil. *Texas Law Review* **2006**, *83*, 2185. [Link]
29. Sedlak, D.; Water 4.0: The Past, Present, and Future of the World's Most Vital Resource, Yale University Press: New Haven, 2014.
30. Ball, P.; *H₂O. Uma Biografia da Água. Temas e Debates*, Atividades Editoriais Ltda, 2022.
31. Hardin, G.; The Tragedy of the Commons. *Science* **1968**, *162*, 1243. [CrossRef]
32. Singh, A. Poor quality water utilization for agricultural production: An environmental perspective. *Land Use Policy* **2015**, *43*, 259. [CrossRef]
33. Botkin, D. B.; Keller, E. A.; *Environmental Science: Earth as a Living Planet*, 8th Ed., John Wiley & Sons Inc: New Jersey, 2011.
34. Lubineau, A.; Augé, J.; Em *Modern Solvents in Organic Synthesis. Topics in Current Chemistry*; Knochel, P., ed.; Springer: Berlin, Heidelberg, 1999. [CrossRef]
35. Ferreira, V. F.; da Rocha, D. R.; da Silva, F. C.; Química Verde, Economia Sustentável e Qualidade de Vida. *Revista Virtual de Química* **2014**, *6*, 85. [CrossRef]
36. Breynaert, E.; Houllberghs, M.; Radhakrishnan, S.; Grübel, G.; Taulelle, F.; Martens, J. A.; Water as a tuneable solvent: a perspective. *Chemical Society Reviews* **2020**, *49*, 2557. [CrossRef]
37. Roma, J. C.; Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e Cultura* **2019**, *71*, 33. [CrossRef]
38. ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Proposta de Adequação. Ipea, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8636/1/Agenda%202030%20ODS%20Metas%20Nac%20dos%20Obj%20de%20Desenv%20Susten%202018.pdf> . Acesso em: 23 outubro 2023.
39. Forezi, L. S. M.; Ferreira, P. G.; de Carvalho, A. S.; da Silva, F. C.; Ferreira, V. F.; Medicinal Chemistry for Sustainable Development. *Current Topics in Medicinal Chemistry* **2023**, *23*, 957. [CrossRef]
40. Leadbeater, N. E.; Marco, M.; Ligand-Free Palladium Catalysis of the Suzuki Reaction in Water Using Microwave Heating. *Organic Letters* **2002**, *17*, 2973. [CrossRef]
41. Nasiriani, T.; Javanbakht, S.; Nazeri, M. T.; Farhid, H.; Khodkari, V.; Shaabani, A.; Isocyanide-Based Multicomponent Reactions in Water: Advanced Green Tools for the Synthesis of Heterocyclic Compounds. *Topics in Current Chemistry* **2022**, *380*, 50. [CrossRef]
42. Teimouri, M.; Bazhrang, R. An efficient three-component reaction involving [3 + 1 + 1] furannulation leading to furanonaphthoquinones in water. *Monatshefte für Chemie* **2008**, *139*, 957. [CrossRef]
43. Adib, M.; Mahdavi, M.; Bagherzadeh, S.; Zhu, L.-G.; Rahimi-Nasrabadi, M. Reaction between anthranilic acids, salicylaldehydes and isocyanides in water: an efficient synthesis of 2-[[2-(alkylimino)-1-benzofuran-3-ylidene]amino]benzoic acids. *Tetrahedron Letters* **2010**, *51*, 27. [CrossRef]
44. Narayan, S.; Muldoon, J.; Finn, M. G.; Fokin, V. V.; Kolb, H. C.; Sharpless, K. B. On WaterTM: Unique Reactivity of Organic Compounds in Aqueous Suspension. *Angewandte Chemie International Edition* **2005**, *44*, 3275. [CrossRef]
45. Butler, R. N.; Coyne, A. G.; Water: Nature's Reaction Enforcers Comparative Effects for Organic Synthesis "In-Water" and "On-Water". *Chemical Reviews* **2010**, *110*, 6302. [CrossRef]
46. Nazeri, M. T.; Javanbakht, S.; Shaabani, A.; Khavasi, H. R. Chemo- and Diastereoselective Synthesis of Pyrazolo-tetrahydropyridines via Multicomponent Sequential Aza-Diels-Alder Reactions in Water. *ChemistrySelect* **2019**, *4*, 14271. [CrossRef]
47. Breslow, R.; Hydrophobic Effects on Simple Organic Reactions in Water. *Accounts of Chemical Research* **1991**, *24*, 160. [CrossRef]
48. Phearman, A. S.; Moore, J. M.; Bhagwandin, D. D.; Goldberg, J. M.; Heinekey, D. M.; Goldberg, K. I.; (Hexamethylbenzene)Ru catalysts for the Aldehyde-Water Shift reaction. *Green Chemistry* **2021**, *23*, 1609. [CrossRef]
49. Hooper, T.; Börger, T.; Langmead, O.; Marcone, O.; Rees, S. E.; Rendon, O.; Beaumont, N.; Attrill, M. J.; Austen, M.; Applying the natural capital approach to decision making for the marine environment. *Ecosystem Services* **2019**, *38*, 100947. [CrossRef]
50. Fenech, A.; Foster, J.; Hamilton, K.; Hansell, R.; Natural Capital in Ecology and Economics: An Overview. *Environmental Monitoring and Assessment* **2003**, *86*, 3. [CrossRef]
51. Kroehler, C. J.; Em *Potable Water. The Handbook of Environmental Chemistry*; Younos, T.; Grady, C., eds.; Springer, 2014, vol 30. [CrossRef]
52. Hardin, G.; The Tragedy of the Commons. *Science* **1968**, *162*, 1243. [CrossRef]
53. Bateman, I. J.; Mace, G. M. The natural capital framework for sustainably efficient and equitable decision making. *Nature Sustainability* **2020**, *3*, 776. [CrossRef]
54. Eriksen, M.; Lebreton, L. C. M.; Carson, H. S.; Thiel, M.; Moore C. J.; Borerro, J. C.; Galgani, F.; Ryan, P. G.; Reisser, J.; Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One* **2014**, *9*, e111913. [CrossRef]
55. Lebreton, L. C. M.; van der Zwet, J.; Damsteeg, J.-W.; Slat, B.; Andrady, A.; Reisser, J.; River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications* **2017**, *8*, 15611. [CrossRef]
56. Ferreira, P. G.; da Silva, F. C.; Ferreira, V. F.; A Importância da Química para a Economia Circular. *Revista Virtual de Química* **2017**, *9*, 452. [CrossRef]

57. Cózar, A.; Sanz-Martín, M.; Martí, E.; González-Gordillo, J. I.; Ubeda, B.; Gálvez, J. A.; Irigoien, X.; Duarte, C. M.; Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea. *PLoS One* **2015**, *10*, e0121762. [CrossRef]
58. Li, P.; Wang, X.; Su, M.; Zou, X.; Duan, L.; Zhang, H.; Characteristics of Plastic Pollution in the Environment: A Review. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **2021**, *107*, 577. [CrossRef]
59. Alava, J. J.; Ocean pollution and warming oceans: toward ocean solutions and natural marine bioremediation. *Predicting Future Oceans* **2019**, 495. [CrossRef]
60. García-Gómez, J. C.; Garrigós, M.; Garrigós, J.; Plastic as a Vector of Dispersion for Marine Species with Invasive Potential. A Review. *Frontiers in Ecology and Evolution* **2021**, *9*, 629756. [CrossRef]
61. Mghili, B.; De-la-Torre, G. E.; Aksissou, M.; Assessing the potential for the introduction and spread of alien species with marine litter. *Marine Pollution Bulletin* **2023**, *191*, 114913. [CrossRef]
62. Borrelle, S. B.; Ringma, J.; Law, K. L.; Monnahan, C. C.; Lebreton, L.; Mcgovern, A.; Murphy, E.; Jambeck, J.; Leonard, G. H.; Hilleary, M. A.; Eriksen, M.; Possingham, H. P.; de Frond, H.; Gerber, L. R.; Polidoro, B.; Tahir, A.; Bernard, M.; Mallos, N.; Barnes, M.; Rochman, C. M.; Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science* **2020**, *369*, 1515. [CrossRef]
63. Jia, L.; Evans, S.; van der Linden, S.; Motivating actions to mitigate plastic pollution. *Nature Communications* **2019**, *10*, 4582. [CrossRef]
64. Eriksen, M.; Borgogno, F.; Villarrubia-Gómez, P.; Anderson, E.; Box, C.; Trenholm, N.; Mitigation strategies to reverse the rising trend of plastics in Polar Regions. *Environment International* **2020**, *139*, 105704. [CrossRef]
65. Sítio Outras Palavras. Disponível em: <https://outraspalavras.net/movimentoserebeldias/o-chile-comeca-a-desprivatizar-da-agua>. Acesso em: 24 outubro 2023.
66. Jones, F. Pulverização por drones. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/pulverizacao-por-drones/>. Acesso em: 24 outubro 2023.
67. Alves, S. R.; Oliveira-Silva, J. J.; Avaliação de Ambientes Contaminados Por Agrotóxicos. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_07_veneno_ou_remedio.pdf. Acesso em: 24 outubro 2023.
68. Aristides, A.; Sítio Ecoa. Disponível em: <https://ecoa.org.br/cidades-brasileiras-apresentam-alto-indice-de-agrotoxico-na-agua-da-torneira/>. Acesso em: 24 outubro 2023.
69. Dagmara, S.; Sítio NSC Total. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/colonistas/dagmara-spautz/agua-que-chega-as-torneiras-tem-resquicios-de-agrotoxicos-em-22-cidades>. Acesso em: 24 outubro 2023.
70. Ali, H.; Khan, E.; Ilahi, I.; Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry* **2019**, ID 6730305. [CrossRef]
71. Woolf, A. D.; Em *History of Toxicology and Environmental Health*, Woolf, A. D., ed.; Academic Press, 2022, cap. 1.2. [CrossRef]
72. Lacerda, L. D.; Salomons, W.; *Mercury from Gold and Silver Mining. A Chemical Time Bomb?* Springer-Verlag: Berlin, 1998.
73. Rocha Filho, R. C.; Os variados riscos da contaminação por mercúrio. *Folha de São Paulo*, 6 de janeiro de 1988.
74. Maes, J.; Mercúrio utilizado no garimpo causa risco ambiental para solo, água e ar. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/02/mercurio-utilizado-no-garimpo-causa-risco-ambiental-para-solo-agua-e-ar.shtml>. Acesso em: 24 outubro 2023.
75. Sattar, T.; Brief Discussion on Mercury Poisoning, Its Sources and Remedies to Cure It. *Journal of Chemical Health Risks* **2022**, *12*, 131. [CrossRef]
76. Budnik, L. T.; Casteleyn, L.; Mercury pollution in modern times and its socio-medical consequences. *Science of The Total Environment* **2019**, *654*, 720. [CrossRef]
77. Gochfeld, M.; Cases of mercury exposure, bioavailability, and absorption. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **2003**, *56*, 174. [CrossRef]
78. Carocci, A.; Rovito, N.; Sinicropi, M. S.; Genchi, G.; Em *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*; Whitacre, D., ed.; vol. 229. Springer: Cham, 2014.
79. Bose-O'Reilly, S.; McCarty, K. M.; Steckling, N.; Lettmeier, B.; Mercury Exposure and Children's Health. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care* **2010**, *40*, 186. [CrossRef]
80. Meneses, H. N. M.; Oliveira-da-Costa, M.; Basta, P. C.; Morais, C. G.; Pereira, R. J. B.; Souza, S. M. S.; Hacon, S. S. Mercury Contamination: A Growing Threat to Riverine and Urban Communities in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2022**, *19*, 2816. [CrossRef]
81. Voose, P.; Illegal mining has muddied tropical rivers worldwide. *Science* **2023**, *379*, 6628. [CrossRef]
82. Gerson, J. R.; Szponar, N.; Zambrano, A. A.; Bergquist, B.; Broadbent, E.; Driscoll, C. T.; Erkenwick, G.; Evers, D. C.; Fernandez, L. E.; Hsu-Kim, H.; Inga, G.; Lansdale, K.N.; Marchese, M. J.; Martinez, A.; Moore, C.; Pan, W. K.; Purizaca, R. P.; Sánchez, V.; Silman, M.; Ury, E. A.; Vega, C.; Watsa, M.; Bernhardt, E. S.; Amazon forests capture high levels of atmospheric mercury pollution from artisanal gold mining. *Nature Communications* **2022**, *13*, 559. [CrossRef]
83. Gerson, J. R.; Topp, S. N.; Vega, C. M.; Gardner, J. R.; Yang, X.; Fernandez, L. E.; Bernhardt, E. S.; Pavelsky, T. M.; Artificial lake expansion amplifies mercury pollution from gold mining. *Science Advances* **2020**, *6*, eabd4953. [CrossRef]
84. Jackson, T. A.; Long-range atmospheric transport of mercury to ecosystems, and the importance of anthropogenic emissions - a critical review and evaluation of the published evidence. *Environmental Reviews* **1997**, *5*, 99. [CrossRef]
85. Sítio Academia Brasileira de Ciências. Disponível em: <http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2023/02/Revista-GT-Mercurio-pag-simples-site-da-ABC-vers%C3%A3o-EN-US.pdf>. Acesso em: 24 outubro 2023.
86. Ferreira, P. G.; Futuro, D. O.; Forezi, L. S. M.; da Silva, F. C.; Ferreira, V. F.; Aqui tem Química: Parte VII. Tensoativos em Produtos Comerciais There is Chemistry Here: Part VII.

- Surfactants in Commercial Products. *Revista Virtual de Química* **2023**, *15*, 423. [CrossRef]
87. Daltin, D.; *Tensoativos: química, propriedades e aplicações*, 1a. ed., São Paulo: Bucher, 2011.
88. Felipe, L. O.; Dias, S. C.; Surfactantes sintéticos e biossurfactantes: vantagens e desvantagens. *Química Nova na Escola* **2017**, *39*, 228. [CrossRef]
89. Sakkaravarthi, V.; History of Soap. *CosmoDerma* **2022**, *2*, 133. [CrossRef]
90. Gibbs, F. W.; The history of the manufacture of soap. *Annals of Science* **1939**, *4*, 169. [CrossRef]
91. Kohn, K.; *Make Your Own Soap the Easy Way*. Kohn Publisher, 2012.
92. Gillispie, C. C.; The Discovery of the Leblanc Process. *History of Science Society* **1957**, *48*, 152. [CrossRef]
93. Vianni, R.; Braz-Filho, R.; Ácidos Graxos Naturais: Importância e Ocorrência em Alimentos. *Química Nova* **1996**, *19*, 4. [Link]
94. Baumann, H.; Bühler, M.; Fochem, H.; Hirsinger, F.; Zoebelein, H. Natural fats and oils - renewable raw material for the chemical industry. *Angewandte Chemie International Edition* **1988**, *27*, 41. [CrossRef]
95. Sítio imarc. Vegetable Oil Market Report by Oil Type (Palm Oil, Soybean Oil, Sunflower Oil, Canola Oil, Coconut Oil, Palm Kernel Oil), Application (Food Industry, Biofuels, and Others), and Region 2023-2028. Disponível em: <https://www.imarcgroup.com/vegetable-oil-processing-plant#:~:text=The%20global%20vegetable%20oil%20market%20reached%20a%20value%20of%20US>. Acesso em: 24 outubro 2023.
96. Ferreira, P. G.; Forezi, L. S. M.; da Silva, F. C.; Ferreira, V. F.; Aqui tem Química: Supermercado Parte I. Óleos e Gorduras. *Revista Virtual de Química* **2022**, *14*, 185. [CrossRef]
97. Cordeiro, R. E. P.; Ribeiro, L. O.; Chimatti, W.; Mendes, M. F.; Pereira, C. S. S.; Reaproveitamento do caroço da azeitona para produção de sabonete esfoliante: Uma produção sustentável. *Revista Eletrônica TECCEN* **2013**, *6*, 5. [Link]
98. Rodríguez, G.; Lama, A.; Rodríguez, R.; Jiménez, A.; Guillén, R.; Fernández-Bolanos, J.; Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds. *Bioresource Technology* **2008**, *99*, 5261. [CrossRef]
99. Rocha, M. F. L.; Oliveira, N. P.; Tescarollo, I. L.; Esfoliante formulado com pó de café como alternativa ao uso de microesferas de plástico. *Revista de Saúde, Meio ambiente e Sustentabilidade* **2020**, *15*, 82. [Link]
100. Barros, R. M.; de Azevedo, M. G. B.; Maia, C. S.; Falcão, J. S. A.; Esfoliante facial à base de argila e avaliação da eficácia por métodos histológicos e bioquímicos. *Educação Ciência e Saúde* **2015**, *2*, 98. [CrossRef]
101. Ferreira, P. G.; Futuro, D. O.; Forezi, L. S. M.; da Silva, F. C.; Ferreira, V. F.; Aqui tem Química: Parte VII. Tensoativos em Produtos Comerciais. *Revista Virtual de Química* **2023**, *15*, 423. [CrossRef]