

# A CRISE HÍDRICA E A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA AS NECESSIDADES HUMANAS

A água é um recurso natural, dotado de valor econômico e de vital importância para os seres vivos, mas cuja disponibilidade é limitada. As temperaturas do planeta permitem a ocorrência da água em seus três estados físicos principais. A água dos oceanos, rios e lagoas cobre quase três quartos da superfície da Terra. Nas regiões polares, concentra-se nas massas de gelo e o vapor constitui parte da atmosfera. Embora os oceanos contenham 97% da água terrestre, esta é inadequada para o consumo humano e para a maioria dos usos agrícolas por conta de sua salinidade.

Três quartos da água não salina estão presentes em geleiras e calotas polares. Menos de 0,01% está disponível para consumo direto sobre a superfície dos continentes por conter poucos sais dissolvidos, a água doce. As atividades humanas, principalmente a agricultura, possuem grandes necessidades de água, o que tem afetado negativamente sua distribuição sobre os continentes, bem como da água subterrânea. Como a quantidade de água na Terra é praticamente constante, a disponibilidade específica tende a diminuir com o passar do tempo, devido ao aumento da população, provocando conflitos pelo uso da água. A poluição dos recursos hídricos pelo lançamento dos esgotos domésticos e efluentes industriais também ajuda a acentuar os problemas de escassez da água. A utilização dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, vem sendo utilizado sem mecanismos adequados de controle, tanto para o atendimento da demanda como para a disposição final de efluentes. Face à aparente abundância, poucas indústrias implantam práticas de setorização do consumo de água com o objetivo de identificar excessos de demandas localizadas, ou programas de redução de perdas em unidades produtivas e em sistemas auxiliares.

Entre 2025 e 2050, a ONU prevê que o número de países escassos em água aumentará para cerca de 50, existindo diversos fatores reais que ratificam a preocupação com a possibilidade de falta de água potável em algumas regiões do planeta.

A produção de alimentos responde por aproximadamente 70% do consumo de água. Em seguida os maiores usos são a produção industrial (22%) e o abastecimento humano (8%). Nos países desenvolvidos, por exemplo, que tem 3/4 de todas as terras irrigadas, o consumo na agricultura chega a 90%. Se as projeções da ONU sobre o crescimento populacional estiverem corretas, em 2030, a Terra terá uma população de 8,1 bilhões de pessoas. Isso implica que a oferta de alimentos terá que aumentar em cerca de 55%, o que elevará o volume de água usada na irrigação a níveis insustentáveis.

Países com grande disponibilidade hídrica, como é o caso do Brasil, já apresentam problemas de escassez de recursos hídricos, seja por causas naturais ou pela demanda excessiva, principalmente em regiões altamente urbanizadas.

Discussões e leis à parte, o fato é que a demanda por água cresce a cada ano e as reservas disponíveis não são inesgotáveis; ações devem alertar a sociedade para a importância da economia da água (uso e reuso), até o estabelecimento de políticas públicas que garantam o gerenciamento democrático, sustentável e integrado dos recursos hídricos.



\*

\*

\*

Para esclarecer aos leitores vários dos aspectos envolvidos com a questão hídrica, a Revista de Química Industrial convidou alguns pesquisadores que atuam em diversas linhas de P & D relacionadas à água:

***Fernando Luiz Pellegrini Pessoa,***

Professor Titular-Livre da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dentre suas linhas atuais de pesquisa, ele atua em projetos de adequação e capacitação do Núcleo Integrado de Reuso de Águas e Efluentes do Estado do Rio de Janeiro (NIRAE - RJ) para avaliação de ecotoxicidade, melhoramento da ferramenta diagrama de fontes de água, e prospecção mercadológica para aproveitamento do rejeito salino gerado no reuso da água.

***Lidia Yokoyama,***

Professora Associado da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. É titular de pesquisas de monitoramento e manutenção da qualidade da água de corpos hídricos, e tratamento de água propriamente dito, visando a melhoria da qualidade tanto para consumo humano como industrial. É membro do NIRAE - RJ, núcleo este voltado para as práticas de reuso de água de qualquer natureza.

***Reinaldo Coelho Mirre,***

Pesquisador no Grupo de Integração de Processos RQI - 1º trimestre 2015

Químicos (UFRJ), nas áreas de Engenharia de Processos e Gerenciamento de Recursos Hídricos. Seu doutoramento envolveu o gerenciamento sustentável do reuso de águas e efluentes industriais por meio da integração de processos.

Cabe destacar ainda que estes entrevistados são autores da obra "REUSO DA AGUA EM PROCESSOS QUIMICOS: MODELO INTEGRADO PARA GERENCIAMENTO SUSTENTAVEL" (ISBN: 978-85-8192-535-6. Editora Annis (Curitiba), 2015, 249 pp.).

Complementando esta entrevista,

***Silvana Carvalho de Souza Calado,***

Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, nos falará um pouco do consumo da água e da importância da Química na análise e na qualidade desse insumo em suas aplicações. Ela atua nas áreas de monitoramento de águas e efluentes, dimensionamento de estações de tratamento de águas e de efluentes, estudo de macroalgas e oceanografia química. É coordenadora do Projeto Institucional de Qualidade de Águas do Campus da UFPE.

É também de sua autoria o texto introdutório desta matéria.

\*

\*

\*



**FERNANDO LUIZ  
PELLEGRINI PESSOA,**  
Professor Titular-Livre da  
Escola de Química da UFRJ

**RQI: Como se pode avaliar a importância da água na sociedade moderna?**

**Fernando Pessoa:** *Além de ser essencial à vida, a água está presente em grande parte das atividades econômicas da sociedade moderna. Os usos múltiplos da água referem-se não somente ao consumo humano, mas ainda à agricultura, irrigação e produção de alimentos, geração de energia, transporte e navegação, produção industrial, recreação, turismo e paisagismo, consumo animal e da flora, e outros. O desenvolvimento econômico e social de um país ou mesmo de uma região depende intimamente da disponibilidade de recursos naturais e da capacidade de distribuição das reservas hídricas para atender às suas necessidades. Atualmente, a gestão de recursos hídricos tem um papel estratégico na garantia do suprimento e na manutenção dos ecossistemas terrestres e aquáticos, e deve ser tratada com a devida atenção para que a escassez da água não se torne um risco de saúde pública e conflito social.*

**RQI: Na visão de vocês, como se explica a crise hídrica no país, particularmente na região sudeste?**

**Lídia Yokoyama:** *O desenvolvimento econômico da região Sudeste contribui para o crescimento populacional nos grandes centros, de modo que o aumento da demanda pelo processo de urbanização*

*evidentemente tende a sobrecarregar as reservas de recursos hídricos. O prolongado período de estiagem dos últimos dois anos tem sido apontado como a principal causa da crise hídrica que se observa no Sudeste, reduzindo o nível de água dos reservatórios e restringindo sua captação destinada ao abastecimento público e industrial.*

*No entanto, atribuir o problema exclusivamente ao contexto desfavorável e irregular do regime de chuvas na região revela uma dificuldade de planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos, uma vez que a preocupação com a escassez da água e as medidas para seu uso eficiente já vêm sendo apontadas por especialistas há alguns anos. Outros fatores como a crescente urbanização, a disponibilidade hídrica não uniforme no país, a degradação de mananciais pelo lançamento de poluentes domésticos e industriais, além do desmatamento, o saneamento básico deficiente, e uma rede de tratamento de esgoto pouco estruturada e operada, enfim, toda uma cultura de descuido e desperdício que se teve com o uso da água, até então, devem ser observados neste contexto. Este processo requer investimento de longo prazo visando a melhorias de infraestrutura, com a recuperação de bacias hidrográficas e um sistema de distribuição eficiente e que reduza as perdas ao longo do trajeto até o consumidor final, que chega a 40%. Medidas que evitem o desperdício e o mau uso da água também devem ser aplicadas como parte desta iniciativa integrada.*

**RQI: Além de medidas como combate ao desperdício e racionalização de seu uso, como o reúso da água pode colaborar para aliviar a pressão sobre as fontes naturais?**

**Reinaldo Mirre:** *O reúso de água, se praticado de*

*modo consciente, atendendo aos padrões de qualidade para os diferentes usos, torna-se uma estratégia imprescindível para a segurança hídrica do abastecimento, principalmente para os grandes centros consumidores. Tanto no meio urbano como no ambiente agrícola e industrial, o incentivo desta prática atenua a sobrecarga de captação à medida que mantém um volume seguro de água nos reservatórios, os quais são destinados prioritariamente para consumo humano, e que indiretamente auxilia o ciclo hidrológico pelo equilíbrio da recarga de aquíferos e a renovação de mananciais. Na indústria, por exemplo, a aplicação de métodos sistemáticos de Engenharia de Processos (por exemplo, o Diagrama de Fontes de Água, desenvolvido na Escola de Química/UFRJ), em conjunto com as tecnologias de tratamento de efluentes, podem viabilizar a redução da captação de água por meio do aproveitamento de correntes hídricas em diferentes operações, que podem trazer menores impactos econômico, ambiental e social.*

**RQI: Quais são as tecnologias aplicáveis para permitir o reuso da água em níveis industrial e na agricultura?**

**Reinaldo Mirre:** *Procedimentos para otimização do uso da água, como o já citado Diagrama de Fontes de Água, em conjunto com técnicas físico-químicas convencionais associadas aos tratamentos avançados, como as tecnologias com membranas.*

**RQI: Acreditam que a dessalinização da água do mar pode ser competitiva para suprir a humanidade com água potável?**

**Lídia Yokoyama:** *Certamente será uma das*

*oportunidades promissoras que teremos no futuro para resolver o problema de disponibilidade de água para abastecimento humano. Existem plantas de grande porte para dessalinização operando no mundo, especialmente em países do Oriente Médio, como Israel, Emirados Árabes Unidos e Arábia Saudita, e outros, como Austrália, Estados Unidos, Espanha e Japão. Segundo a Associação Internacional de Dessalinização, há mais de 14.000 plantas de dessalinização no mundo, produzindo mais de 60 bilhões de litros de água por dia. Há uma tendência de que o aumento da demanda e da necessidade por alternativas eficazes diante da escassez da água favoreça o desenvolvimento desta tecnologia, não somente visando à diminuição dos custos de instalação, operacionais e de manutenção, mas também para resolver o problema dos impactos sobre o ecossistema.*

**RQI: Qual é o papel dos profissionais na área química quanto ao controle da qualidade da água para seus diversos usos?**

**Fernando Pessoa:** *Os profissionais desta área têm papel fundamental na sustentabilidade dos recursos hídricos, pois atuam diretamente no controle de qualidade e no desenvolvimento de tecnologias que*



**LÍDIA YOKOYAMA,**  
Professora Associada  
da Escola de Química da UFRJ

permitam o uso racional da água, promovendo ação integrada para a conservação e a recuperação da qualidade dos corpos hídricos. Dentre outras, pode-se sintetizar e otimizar sistemas de tratamento de esgotos domésticos e efluentes industriais, visando ao reuso, e trabalhar na viabilidade de reuso por fontes alternativas, como dessalinização de água do mar, e o aproveitamento de água de chuva, por exemplo.

**RQI: Que mensagem deve ser dirigida aos leitores da RQI frente à provável escassez de água potável num futuro não muito distante?**

**Fernando, Lídia e Reinaldo:** *A questão da água tem sido bastante discutida ultimamente em função do cenário de escassez que atinge o Sudeste, mas a dimensão do problema não é apenas regional. A possibilidade de uso restrito das fontes de água torna necessária a consciência coletiva para a implantação de medidas efetivas voltadas para o controle das reservas disponíveis e o uso racional da água, apoiando estudos e ações que se integrem ao planejamento sustentável dos recursos hídricos.*

**REINALDO MIRRE, Pesquisador na UFRJ**



## **Água: a Química para assegurar a sua qualidade** *(por Silvana Calado)*

A água nunca é encontrada na natureza na sua fórmula pura de átomos de hidrogênio e oxigênio, devido ao seu alto poder de dissolução (ou dispersão) de gases, corantes, coloides, sais, material particulado, micro-organismos etc, os quais têm que ser quantificados para a sua devida utilização, sendo ainda a base da classificação das águas de acordo com a legislação vigente. A água deve ser bem investigada quanto aos parâmetros que definem a sua qualidade. Somente com a Química podemos analisar a qualidade das águas naturais ou minerais para poder definir a sua utilização, ou seja, fabricação de produtos, consumo humano, recreação, agricultura e pecuária, indústria, e área medicinal. Dependendo de cada uma dessas finalidades, estabelecem-se os seus parâmetros de controle.

Os principais parâmetros físicos que avaliam a qualidade da água são a temperatura, cor, odor e sabor e turbidez; os parâmetros químicos relevantes são sólidos totais (dissolvidos e suspensos), pH, alcalinidade, acidez, dureza total, cloretos, sulfatos, nitrogênio, fósforo, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, carbono orgânico total, fenóis, micropoluentes orgânicos e inorgânicos e elementos (como As, Cd, Cr, Pb, Hg, Cu, Ni e Zn). Além disso, análises microbiológicas podem identificar micro-organismos presentes e indesejáveis para a sua finalidade.

Para a classificação das águas existem legislações específicas de acordo com a finalidade de uso.

Na esfera federal, as diversas normas que tratam dos recursos hídricos são amparadas pela Constituição Federal de 1988 ou pela constituição vigente da época. As duas normas de destaque são o CONAMA 357/05 e a Portaria do Ministério da

Saúde 2.914/11, que sancionam os parâmetros para a classificação e da potabilidade das águas de acordo com os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos, respectivamente.

Exemplos de consumo de água para a fabricação de alguns produtos industriais são referenciados na tabela abaixo.

Muitos dos valores apresentados são impressionantes e mostram como somos dependentes da água para muito mais do que para o simples ato de matar a nossa sede.

Atualmente a maioria da população brasileira consome água mineral por falta de abastecimento contínuo (déficit de fornecimento) de água por parte das empresas distribuidoras. O consumo desta água também se deve à qualidade muitas vezes duvidosa da água fornecida por essas empresas. Salienta-se que a água mineral (águas subterrâneas) é classificada como água medicamentosa e terapêutica e regulamentada pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), não sendo classificada como água potável para consumo humano segundo o



**SILVANA CARVALHO DE SOUZA CALADO,**  
**Profa. da Adjunta do Departamento de**  
**Engenharia Química da UFPE**

<b>Consumo de água em algumas atividades industriais no mundo</b>	
<b>Produto</b>	<b>Consumo de água (litros por tonelada de produto)</b>
pães e massas	600 a 4.200
peixe fresco e congelado	30.000 a 300.000
peixe enlatado e em conserva	400 a 1.500
frutas e vegetais	2.000 a 80.000
matadouros	4.000 a 10.000
aves	6.000 a 43.000
manteiga	20.000
queijo	2.000 a 27.500
leite em pó	45.000 a 200.000
açúcar (cana de açúcar)	15.000
cerveja (1.000 litros)	6.000 a 30.000
chocolates e confeitos	15.000 a 17.000
papel jornal	165.000 a 200.000
gasolina (1000 litros)	7.000 a 10.000
têxtil (algodão)	10.000 a 250.000
vidro	68.000
lavanderias	20.000 a 50.000

**(Fonte: Van Der Leeden, Troise e Todd, 1990, adaptado)**

Ministério da Saúde do Brasil. Logo, águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa. Estas águas têm a vantagem de poderem ser utilizadas sem tratamento, em opção ao uso de água natural. Porém, as primeiras contêm baixas concentrações de sais inorgânicos e orgânicos, e o seu consumo elevado não leva em consideração que a água natural contém mais quantidade de sais nutricionais.

**Nota do editor:** Os entrevistados podem ser contatados por meio dos seguintes endereços eletrônicos:

**Fernando Pessoa:** [pessoa@eq.ufrj.br](mailto:pessoa@eq.ufrj.br)  
 (Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6669992155373315>)

**Lidia Yokoyama:** [lidia@eq.ufrj.br](mailto:lidia@eq.ufrj.br)  
 (Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2256328830667523>)

**Reinaldo Coelho:** [reinaldomirre@hotmail.com](mailto:reinaldomirre@hotmail.com)  
 (Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0998625888288089>)

**Silvana Calado:** [silcalado@yahoo.com.br](mailto:silcalado@yahoo.com.br)  
 (Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0713978341740541>)