

R · E · V · I · S · T · A

indústria da água

PONTO DE VISTA

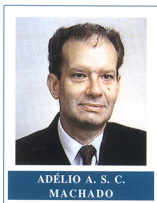
**OS DESAFIOS
DOS SISTEMAS
DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA
NA INDÚSTRIA
DA ÁGUA**

Eduardo Ribeiro de Sousa

CONTROLO DE QUALIDADE

**INFLUÊNCIA
DE PRODUTOS
QUÍMICOS
E DE MATERIAIS
NA QUALIDADE
DA ÁGUA
DE CONSUMO HUMANO**

Maria João G. Benoliel



Professor do Departamento de Química da Faculdade de Ciências do Porto
LAQUIPAI, Departamento de Química, Faculdade de Ciências do Porto, P4050 PORTO

A ÁGUA E A BIOSFERA: (V) A ÁGUA E O CORPO HUMANO

Neste artigo, em complemento dos anteriores sobre as relações da água com o reino vegetal, apresentam-se alguns dados numéricos sobre a abundância e funções da água no corpo humano, que ilustram bem o papel e importância da substância no funcionamento dos organismos vivos do reino animal. O Homem, sendo o exemplo supremo deste reino, é o animal que mais tem sido estudado sob este aspecto, e por isso, foi seleccionado para exemplificar as relações da água com os animais. No entanto, não se deve esquecer que a diversidade da vida animal arrasta como consequência uma marcada variabilidade nos requisitos e utilização da água pelas diversas espécies animais, mesmo pelos mamíferos, os animais que mais se aproximam do Homem quanto a estrutura e funcionamento.

A ABUNDÂNCIA DA ÁGUA NO CORPO HUMANO

O corpo humano de um adulto saudável contém globalmente 40 a 45 kg de água, o que corresponde a 65 a 70% da sua massa total (65 a 70 kg). No entanto, a água distribui-se muito desigualmente pelos diversos tecidos: o seu conteúdo em água varia entre 30% para o tecido adiposo e mais de 90% para os tecidos líquidos (ver a Tabela 1). Cerca de dois terços da água existente no corpo humano ocorre no interior das células que o constituem; a restante constitui o solvente de fluidos extracelulares (linfa, sangue e outros). Estes fluidos contêm concentrações elevadas de sais dissolvidos.

A extensão da hidratação do corpo humano, isto é, o respectivo conteúdo percentual em água, varia durante os diversos estádios do seu desenvolvimento (o mesmo sucede, aliás, para os outros seres vivos). O embrião humano, durante o seu primeiro mês de formação, contém cerca de 93% de água, percentagem esta que diminui progressivamente com o seu desenvolvimento. À medida que uma criança cresce ocorre aumento da quantidade de água no interior das células à custa da quantidade de água extracelular. Quando a criança se torna num adulto, estas quantidades estabilizam nos valores relativos acima referidos, dois terços no interior das células e a restante nos fluidos extracelulares, mantendo-se até que se inicia o envelhecimento. Nesta altura da vida, o processo inverte-se e a quantidade de água extracelular aumenta em relação à quantidade de água intracelular.

O BALANÇO MATERIAL DA ÁGUA NO CORPO HUMANO

Para manter estabilizado o seu conteúdo de água, o Homem, que perde água por transpiração, respiração e excreção, tem necessidade absoluta de ingerir água, o que faz alimentando-se e bebendo. Os alimentos que consome têm percentagens elevadas, embora variadas, de água (ver a Tabela 2) e, por isso, contribuem para o balanço diário de água do corpo humano com uma fracção apreciável da "água entrada", cerca de um terço (ver a Tabela 3 e a Fig. 1).

TABELA 1

Conteúdo de água de tecidos constituintes do corpo humano

Constituinte	Conteúdo de água / %
Músculos	77
Pele	71
Tecido nervoso	84
Tecido conjuntivo	60
Tecido adiposo	30
Fígado	73
Plasma sanguíneo, saliva, outros líquidos	90-99,5

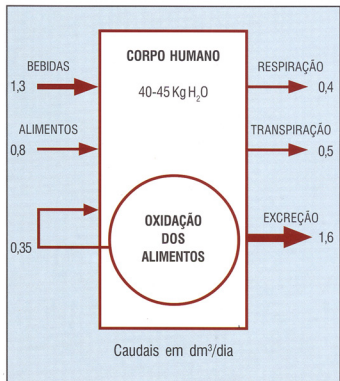


Figura 1: O balanço material diário da água para um humano adulto normal: para compensar as perdas diárias (2,5 dm³/dia), o Homem suplementa a água produzida na oxidação da glicose e a água ingerida nos alimentos bebendo água potável ou outras bebidas à base da água.

TABELA 2

Conteúdo de água de alimentos ingeridos pelo homem

Alimento	Conteúdo de água / %
Pão	33
Leite	88
Carne magra	76
Derivados de carne	10
Peixe	82
Batata	75
Vegetais	85
Fruta	80
Queijo	35
Gordura	0
Açúcar	0

A maior fracção da "água entrada", mais de metade, é ingerida como soluções aquosas. É interessante notar que, embora a sua necessidade vital predominante seja a da substância água, o Homem não gosta lá muito de ingerir água pura como bebida, já que ela é insípida (por exemplo, água destilada!). Para beber, o Homem prefere uma larga variedade de soluções aquosas. Entre estas contam-se as águas potáveis (águas doces bacteriologicamente puras), que são soluções aquosas muito diluídas de algumas espécies inorgânicas. No entanto, frequentemente, o homem ingere tais soluções só quando não dispõe de outras mais interessantes para beber. Como exemplos destas últimas podem referir-se soluções aquosas diluídas de misturas mais ou menos complexas de compostos orgânicos (sumos, chás, café, etc.); e, também, soluções de etanol em água (com outros solutos, nomeadamente compostos orgânicos mais complexos) em que aquele primeiro composto existe em concentrações muito variadas (e nem sempre muito baixas!), vulgarmente conhecidas pelos nomes de cervejas, vinhos, aguardentes, vodkas, etc.. Um vinho de mesa, por exemplo, é uma solução aquosa deste tipo com uma percentagem de etanol da ordem dos 10%, pelo que contém cerca de 90% de água, mas mesmo nas bebidas fortemente alcoólicas a substância água predomina: por exemplo, a vodka contém cer-

TABELA 3

Balanço diário da água num humano adulto (caudais em dm³/dia)

Água entrada		Água saída	
Bebidas	1,30	Respiração	0,40
Alimentos	0,80	Transpiração	0,50
Oxidação de alimentos	0,35	Excreção	1,60
TOTAL ENTRADO	2,50	TOTAL SAÍDO	2,50

ca de 50% de água. Como se vê, mesmo um alcoólico inveterado pode argumentar que bebe predominantemente água!

A análise do balanço diário da água num humano adulto normal, apresentado na Tabela 3, mostra que dos cerca de 40 ou 45 kg de água que existem no seu corpo, cada adulto perde, por dia, cerca de 2,5 dm³. O balanço é restabelecido não só por ingestão de bebidas (1,3 dm³) e alimentos (0,8 dm³), mas também por formação de cerca de 0,35 dm³/dia de água na oxidação dos alimentos, tipificada pela reacção de oxidação da glucose, referida no primeiro artigo desta série (ver a *Água e a Biosfera: (I) O Ciclo Biogeoquímico da Água*, RIA, número 20, 1996, pág. 7). Esta reacção é fortemente exotérmica e a energia produzida por dia, na formação dos referidos 0,35 dm³ de água, é de cerca de 9,5 MJ/dia.

A ÁGUA E O BALANÇO ENERGÉTICO DO CORPO HUMANO

Cerca de três quartos (7,2 MJ/dia) da energia produzida diariamente pela oxidação de alimentos são gastos com o chamado *metabolismo de base*: a realização de reacções bioquímicas que mantêm a vida no corpo humano em repouso e provocam as actividades musculares que mantêm os movimentos internos indispensáveis ao funcionamento do organismo, por exemplo, as expansões e contracções pulmonares da respiração, o bombeamento do sangue no sistema circula-

tório pelo coração, etc.. Em última análise, esta energia gasta no metabolismo de base acaba por ser dissipada para o exterior sob a forma de calor. A energia gasta em excesso sobre a referente ao metabolismo de base é usada na realização de algum trabalho mecânico (transporte e elevação de objectos, etc.). Quanto mais movimentos se fazem mais energia é necessária, em maior extensão ocorre a reacção de combustão de carboidratos (e outras semelhantes, nomeadamente a combustão de gorduras) e mais água se forma. Como a eficiência do corpo humano como produtor de energia mecânica é baixa (corredores ou ciclistas bem treinados conseguem aumentar esta eficiência por aumento do ritmo de absorção de oxigénio, mas apenas para cerca de 20%), a realização de exercício intenso provoca a produção de grande quantidade de calor.

O calor produzido pela actividade metabólica, quer de base quer excedentária, é dissipado para o exterior através da pele e pela respiração (o bafo expelido dos pulmões é mais quente e húmido que o ar inspirado!). Neste processo de dissipação de calor, a evaporação da água desempenha um papel preponderante, devido ao calor de vaporização da substância ser muito elevado (ver o artigo anterior desta série *A Água: uma substância com características raras*, RIA, número 13, 1994, p.45). Na vaporização dos 0,9 dm³ expelidos por dia do organismo humano (ver a Tabela 3), despende-se cerca de 2,2 MJ/dia, ou seja, cerca de 20% do calor total produzido no corpo. Normalmente, a maior parte desta vaporização é produzida pela respi-

TABELA 4

Movimento diário de água em secreções por glândulas do corpo humano (dm³/dia)

Órgão/glândula	Secreção	Movimento
Salivares	Saliva	1,0 – 1,5
Estômago	Sugo gástrico	1,0 – 2,0
Fígado	Bilis	0,5 – 1,0
Pâncreas	Suco pancreático	0,6 – 0,8
Intestino	Suco intestinal	0,2

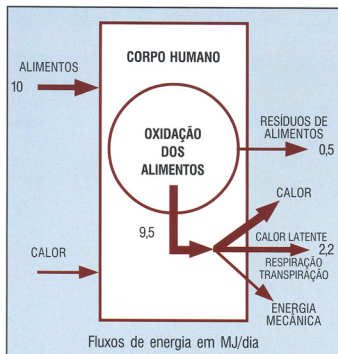


Figura 2: O balanço de energia diário para um humano adulto normal: a maior parte da energia é obtida por oxidação dos alimentos ingeridos; a maior parte da energia é perdida sob a forma de calor, uma parte significativa do qual como calor latente do vapor de água expelido na respiração e transpiração.

ração, mas em dias quentes, ou quando se faz muito exercício, a contribuição da transpiração aumenta. O caudal máximo de água evaporável por transpiração a partir de um adulto normal é de 2 dm³/hora, que corresponde a um fluxo de perda de calor de 90 kJ/min. Este é também o fluxo máximo de energia que um atleta bem treinado consegue produzir estavelmente por períodos da ordem de algumas horas, o que mostra que a natureza estabeleceu uma relação equilibrada entre os dois fenómenos – a capacidade do corpo humano para produzir energia e a sua capacidade para eliminar essa energia por evaporação de água!

Em conclusão, a água tem uma intervenção activa no balanço energético do corpo humano (ver a Fig.2), tal como sucede com o balanço energético da Terra (ver o artigo *A Água: na Terra (II)*, RIA, número 11, 1994, p.6). No caso do corpo humano, a evaporação de água proporciona transporte de calor para o exterior. Se a eliminação de água por evaporação fosse impedida, a energia que se ia acumulando provocaria um aumento apreciável da temperatura do corpo acima dos cerca de 37° C normais – e dos 40° C atingidos quando se está com febre elevada, situação em que ocorre um acréscimo substancial do ritmo de respiração e aumenta a transpiração; esta reacção provoca um aumento da velocidade de eliminação de calor e não deixa subir mais a temperatura. É claro que um tal aumento de temperatura subverteria completamente o sistema muito complexo que é o nosso corpo e provocaria a morte!

OUTRA CARACTERÍSTICA DA ÁGUA NO CORPO HUMANO: A MOVIMENTAÇÃO

Há um aspecto característico da existência da água no corpo humano de natureza completamente diferente dos anteriores: a ocorrência de movimentação contínua de água, mais precisamente, de fluidos extracelulares constituídos predominantemente por água. É sugestivo referir que cada pancada do coração bombeia cerca de 70 cm³ de água, ou seja, que só o coração movimenta cerca de 7.000 dm³ de água por dia através do nosso corpo. Os rins, por exemplo, na sua tarefa de produção diária de 1,5 dm³ de urina, manuseiam cerca de 180 dm³ de solução diluída, que vão concentrando, sendo a água purificada recirculada. Por outro lado, diversos órgãos e glândulas produzem volumes apreciáveis de secreções diversas; na Tabela 4 exemplificam-se valores da água movimentada nestas secreções.

Em resumo, no interior do corpo humano, a água, além de ser um constituinte importante, tem também um papel dinâmico fundamental para o funcionamento do sistema: por um lado, é produzida continuamente pelas reacções de oxidação dos alimentos, surgindo acoplada à produção de energia; por outro, o seu movimento proporciona um meio transportador de substâncias (dissolvidas ou em suspensão) entre as diversas partes do corpo. É interessante lembrar a este propósito que também ao nível global da Terra, a movimentação da água é uma característica da substância e que esse constante movimento é fundamental para o funcionamento do planeta e serve de meio de transporte de substâncias dos continentes para os oceanos (ver artigo *A Água na Terra (I)*, RIA, número 10, 1994, p.8).

CONCLUSÕES

A água é um componente abundante do corpo humano, onde, além de constituir o meio biológico das células, tem um papel activo em diversas funções. Nomeadamente, é um produto da reacção bioquímica fundamental de manutenção da vida animal, a oxidação dos alimentos, é um importante agente de remoção de calor e é um meio de transporte de substâncias no interior e para fora do corpo humano. Em suma, é uma substância essencial para manter o processo dinâmico que constitui a vida do corpo humano.

SUGESTÕES PARA LEITURA ADICIONAL

- F. Franks, "Water: The Unique Chemical", Chem.Brit, 12, 278 (1996)
- F. Franks, "Water": Royal Society of Chemistry, U.K., 1983.