

Impacto das alterações climáticas na saúde ambiental: possíveis efeitos em *One Health* *Impact of climate change on environmental health: possible effects on One Health*

Elisabete Valério, João Brandão, Helena Rebelo

elisabete.valerio@insa.min-saude.pt

Departamento de Saúde Ambiental, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

_Resumo

O conceito *One Health* reconhece a interconexão entre pessoas, animais, plantas e ambiente, indicando que a saúde humana está ligada a todos os seres vivos e ao ambiente em geral. Neste contexto, é fácil perceber que são muitos os fatores que podem afetar a saúde humana.

Este artigo tem como objetivo apontar alguns fatores com capacidade de causar problemas de saúde ambiental, assim como despertar a consciência e sensibilizar a população, de que todos temos um papel ativo no impacto que as nossas ações têm na saúde global.

A sobreexploração dos recursos naturais, as diversas e contínuas fontes de poluição e as alterações climáticas são alguns exemplos de pressões ambientais com reflexos na saúde pública. Em consequência, desenvolvem-se atualmente esforços para contornar e mitigar alguns destes danos, como sejam o recurso à reutilização de águas residuais tratadas para usos não potáveis, o controlo de compostos químicos usados por exemplo na agricultura (ex. os azóis), a aplicação de métodos de análise capazes de identificar a origem das contaminações, entre outros.

É crucial sensibilizar a população sobre o impacto dos comportamentos individuais e coletivos na qualidade do ambiente e na saúde humana.

_Abstract

The "One Health" concept recognizes the interconnection between people, animals, plants and the environment, indicating that human health is linked to all living beings and the environment in general. In this context, it is easy to see there are many factors that can affect human health.

This article aims to point out some factors capable of causing Environmental Health problems, as well as raising awareness and sensitizing the population that we all have an active role in the impact that our actions have on global health.

The overexploitation of natural resources, the diverse and continuous sources of pollution and climate change are some examples of environmental pressures with consequences for public health. As a result, efforts are currently being made to overcome and mitigate some of these damages, such as the reuse of treated wastewater for non-potable uses, the control of chemical compounds used, for example, in agriculture (e.g. azoles), the application of analysis methods capable of identifying the origin of contamination, among others.

It is crucial to raise awareness among the population about the impact of individual and collective behaviors on the quality of the environment and human health.

_Introdução

O conceito *One Health* – Uma só Saúde, é uma abordagem que reconhece a interligação entre pessoas, animais, plantas e o ambiente que as acolhe, com o objetivo de alcançar mais e melhores resultados na área da saúde.

Este conceito indica que a saúde humana não depende apenas de cada indivíduo, está profundamente ligada a todos os seres vivos que nos rodeiam, desde os microrganismos aos grandes animais e ao ambiente. É também que a utilização não sustentável dos recursos naturais, em conjunto com a globalização, provoca desequilíbrios ambientais que afetam a saúde de todos os seres vivos e o aparecimento de doenças.

_Objetivo

Este artigo tem como objetivo apontar alguns fatores com capacidade de causar problemas de saúde ambiental, assim como despertar a consciência e sensibilizar a população, de que todos temos um papel ativo no impacto que as nossas ações têm na saúde global.

_Breve destaque para alguns fatores que podem afetar o ambiente e a saúde pública

Também as alterações climáticas, caracterizadas por um aquecimento global associado a episódios de seca e inundações e eventos climatéricos extremos, induzem modificações regionais, que se refletem na qualidade química e microbiológica da água, do ar, dos solos, das areias, dos alimentos, etc.

Hoje em dia, a disponibilidade de água, quer em quantidade quer em qualidade, encontra-se ameaçada, em parte devido à sua utilização desregrada, mas também devido às alterações climáticas que se fazem sentir de forma cada vez mais pronunciada, pelo que existe uma preocupação crescente

Figura 1: ⬇️ Alguns fatores que contribuem para o conceito *One Health*.



com a necessidade de reutilizar águas residuais tratadas para usos não potáveis como parte da solução para a crise global de escassez de água.

Uma gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos exige que seja utilizada Água para Reutilização (ApR) para usos não potáveis, tais como usos urbanos (lavagem de ruas ou contentores do lixo, rega de espaços verdes, entre outros), agrícolas, florestais, industriais, paisagísticos, entre outros, incluindo o suporte de ecossistemas (1).

Contudo, é necessário assegurar que ApR tenha qualidade de forma a garantir a sua reutilização segura. O Regulamento UE 2020/741 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de maio de 2020, aplicável a águas residuais urbanas tratadas utilizadas para a rega agrícola, estabelece os requisitos mínimos de qualidade da água e respetiva monitorização, bem como as disposições gerais sobre a gestão dos riscos para uma reutilização segura. Este normativo proporciona, assim, um elevado nível de proteção do ambiente e da saúde humana e animal ao mesmo tempo que contribui para promover a economia circular e apoiar a adaptação às alterações climáticas, claramente plasmando o conceito de *One Health* (1). Em Portugal, o Decreto-Lei n.º 119/2019, de 21 de agosto já contempla a maioria das disposições do Regulamento acima referido.

Tendo em conta que quanto mais poluídas estiverem as águas residuais urbanas, mais difícil será o seu tratamento,

será sempre necessária uma atenção especial a este aspeto de modo a não comprometer o ambiente e consequentemente a saúde humana e animal, tendo em conta a circularidade da exposição, tal como descrito no conceito *One Health*.

Por exemplo uma preocupação são os antibióticos presentes em águas residuais são um problema potencial porque: os contaminantes químicos podem ser ingeridos e causar problemas de saúde e, além disso, no meio aquático, as bactérias mais resistentes podem alterar a biodiversidade natural dos ecossistemas.

Os agentes patogénicos ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterobacter* spp.) são conhecidos pela sua elevada resistência a múltiplas classes de antibióticos de primeira linha e também de último recurso. Estas bactérias são normalmente isoladas de ambientes clínicos e estão associados a infeções graves adquiridas em hospitais (nosocomiais). Os ESKAPE resistentes a antibióticos são também frequentemente isolados de fontes ambientais como águas superficiais, águas residuais, alimentos e solo (2).

Outro tipo de preocupação ambiental e de saúde pública diz respeito à utilização de diversos compostos químicos na agricultura. Um bom exemplo são os azóis, uma classe de antifúngicos amplamente utilizada. São usados para controlar o míldio e a ferrugem em cerca de metade das culturas de cereais e vinhas da União Europeia (UE). São moléculas estáveis que

atuam inibindo a enzima esteroide 14 α -desmetilase o que compromete a biossíntese do ergosterol e a estrutura celular dos fungos, impedindo o seu crescimento. A estabilidade molecular dos azóis permite que permaneçam ativos na água, no solo e em frutas e vegetais por vários meses o que pode resultar em efeitos ecológicos adversos. Além disso, o aumento do tempo de exposição dos fungos aos azóis aumenta a pressão de seleção de estirpes resistentes. O surgimento de fungos resistentes é também uma grande preocupação para a comunidade médica e científica e deve-se à utilização dos azóis como terapia de primeira linha para um grande número de infeções fúngicas em humanos. Os azóis mais comuns utilizados na agricultura são epoxiconazol, difenoconazol, propiconazol, bromuconazol e tebuconazol. Os azóis mais comuns utilizados na clínica são itraconazol, voriconazol, fluconazol e posaconazol. Todos esses azóis possuem estruturas moleculares, modos de ligação e altos níveis de resistência cruzada semelhantes, levando ao surgimento de estirpes resistentes e consequente exclusão destes compostos como primeira linha de tratamento de infeções fúngicas em animais, incluindo seres humanos (3).

Os episódios de cheias ou secas afetam a distribuição ambiental de poluentes químicos e microbiológicos. Por outro lado, o aumento da temperatura média gera alterações na flora microbiana criando, por exemplo, condições propícias ao desenvolvimento de florescências de cianobactérias nas massas de água, por vezes produtoras de cianotoxinas. Tudo isto representa potenciais riscos para a saúde pública.

Focando-nos agora nos contaminantes microbiológicos, embora os microrganismos patogénicos possam ter diversas origens, muitos tendem a surgir principalmente através de fontes de contaminação fecal, ou descamação da pele de animais. Os fungos esporulantes, por exemplo, espera-se, maioritariamente, que sejam residentes de um determinado solo, mas podem também surgir em resultado de propagação pelo ar de esporos com origem em fontes próximas.

As fontes de contaminação podem ser pontuais: quando o local de emissão dos poluentes está bem identificado, ou difusas: quando a emissão dos poluentes está dispersa e não tem um único ponto de descarga (4).

Relativamente às fontes possíveis de contaminação fecal de águas fluviais, os cursos de água podem ser contaminados pela agricultura, pecuária, áreas rurais ou urbanas e estações de tratamento de águas residuais (5).

No caso das águas balneares costeiras, é importante destacar que a principal fonte de contaminação dos ambientes aquáticos naturais está associada às águas de esgotos domésticos e industriais não-tratadas ou tratados inadequadamente (5).

No que toca à contaminação de origem fecal, é de referir ainda a intervenção animal resultando num aumento das bactérias indicadoras de contaminação fecal, ou FIBs. Para o controlo deste tipo de contaminação, importa averiguar a

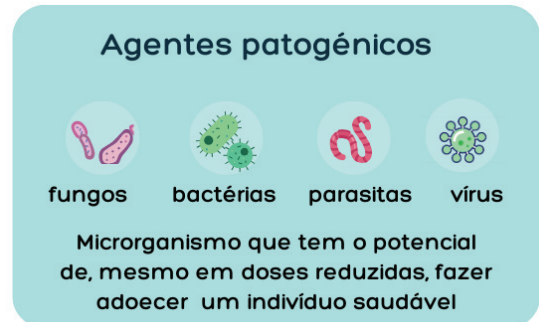
Figura 2: ↓ Resumo das principais fontes e rotas de entrada de contaminação fecal num ambiente (esquerda) e as origens da mesma (direita). (adaptado de (4))



origem destas bactérias, ou seja, perceber se têm origem humana, pecuária, em animais domésticos ou em aves marinhas selvagens, por exemplo. A ferramenta *Microbial Source Tracking* (MST) permite identificar de forma inequívoca as origens da contaminação fecal, tendo por base as seguintes premissas: 1) existe uma associação entre determinados microrganismos fecais e o respetivo hospedeiro; 2) as bactérias entéricas passam para o ambiente através das fezes. A metodologia MST surgiu no final do século XX e tem sido amplamente desenvolvida de modo a permitir identificar, de forma inequívoca, as possíveis origens da poluição fecal, incluindo as fontes difusas de contaminação (5).

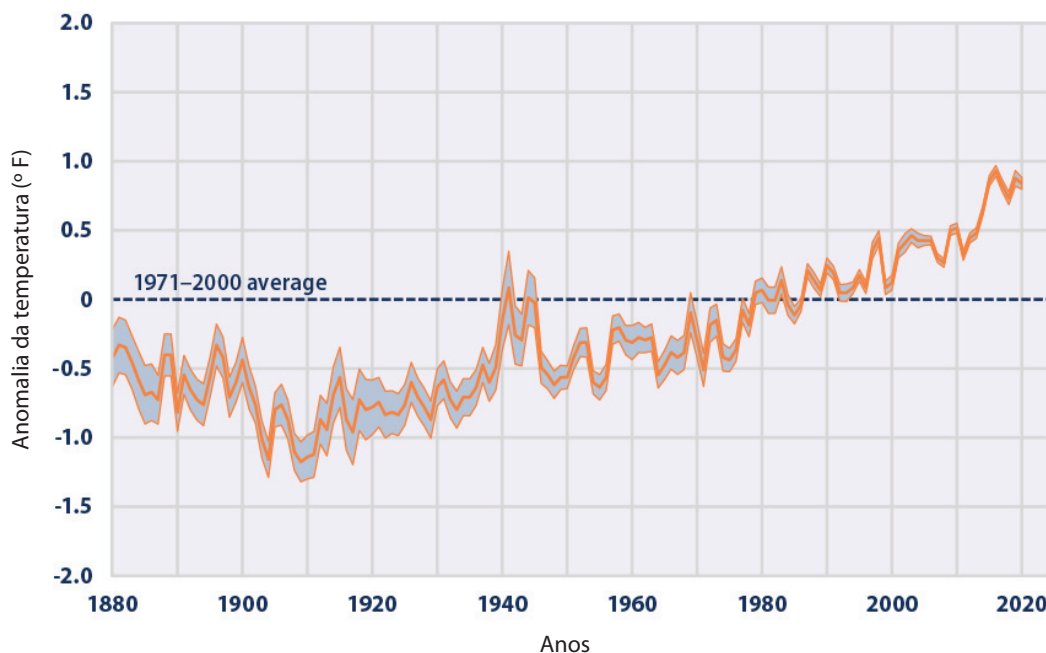
Recentemente foi aplicada também a areias balneares, tendo permitido identificar com sucesso as várias origens de contaminação das praias (6). Os espaços balneares, dada a sua natureza constituem um habitat favorável para o abrigo, a multiplicação e a disseminação de uma variedade de microrganismos, podendo assim expor os utilizadores a diversos riscos por inalação, aspiração de aerossóis e por contacto direto e indireto com areia ou água.

Figura 3: Agentes patogénicos.



As alterações climáticas podem também levar à seleção de agentes patogénicos mais termorresistentes, como se pensa ser eventualmente o caso do surgimento de *Candida auris* como agente patogénico (7) entre outros (8). Neste último artigo, Casadeval teoriza que o aquecimento global pode estar na origem do surgimento de *C. auris* como agente infeccioso, pelo seu ganho (por seleção natural) de termo-tolerância. Este organismo, possivelmente de origem aquática, foi encontrado num único local no ambiente até hoje, nas ilhas Andaman, na Índia. O aquecimento da superfície da água está registado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) de acordo com a figura 4.

Figura 4: Aumento da temperatura da superfície da água do mar até 2021 (NOAA, 2021).



Fonte: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2021. Extended reconstructed sea surface temperature (ERSST.v5). National Centers for Environmental Information. Accessed February 2021. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-surface-temperature>


_Conclusões

É importante sensibilizar a população geral para as consequências dos comportamentos individuais em todos os aspetos de uma economia circular, por exemplo no seu papel na disseminação de contaminações de origem fecal, ou por exemplo na propagação de genes de resistência a antimicrobianos.

Por outro lado, também é importante gerar conhecimento que permita identificar formas de propagação e surgimento de riscos.






Figura 5: Exemplicação de uma forma de comunicação possíveis de se utilizar para divulgar e informar, através de um folheto, com o intuito de sensibilizar a população em geral ⁽⁴⁾.

O MAR E A AREIA PODEM ESCONDER SEGREDOS





ENTRE CADA ONDA E GRÃO DE
AREIA HÁ ALGO QUE TU NÃO VÊS,
MAS QUE TEM UMA ENORME
REPERCUSSÃO EM TI

**PROTEGE A PRAIA AO ADOTAR OS
SEGUINTE COMPORTAMENTOS:**

-  Cumpre as restrições relativas ao acesso das praias
-  Utiliza toalhas limpas e mantém uma boa higiene pessoal
-  Não deixes a praia suja e ajuda a eliminar o lixo visível
-  Utiliza as instalações adequadas ao seu fim
-  Apanha e descarta corretamente os dejetos dos animais, nunca descurando as áreas em redor da praia


NÃO PROCURES SÓ TER BOAS MEMÓRIAS DO TEMPO QUE
PASSASTE NA PRAIA, PROCURA TAMBÉM GARANTIR A
QUALIDADE E A SEGURANÇA DA MESMA, PARA QUE
CONTINUES A CONSTRUIR NOVAS MEMÓRIAS

Procura obter mais informações

http://www.insa.min-saude.pt/
Grafismo: M. Santos

MICROBIAL SOURCE TRACKING (MST)



UM CONJUNTO DE FERRAMENTAS
QUE IDENTIFICAM AS FONTES DE
CONTAMINAÇÃO FECAL

ÁGUAS & AREIAS

Agradecimento:

Os autores agradecem à Maria Leonor Santos a conceção das figuras 2, 3 e 5.

Referências bibliográficas:

- (1) Agência Portuguesa do Ambiente. Água para Reutilização (ApR) (online). (consult. 12.12.2023). <https://apambiente.pt/agua/agua-para-reutilizacao-apr>
- (2) Denissen J, Reyneke B, Waso-Reyneke M, et al. Prevalence of ESKAPE pathogens in the environment: Antibiotic resistance status, community-acquired infection and risk to human health. *Int J Hyg Environ Health*. 2022 Jul;244:114006. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114006>.
- (3) Simões D, de Andrade E, Sabino R. Fungi in a One Health Perspective. *Encyclopedia*. 2023; 3(3):900-918. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3030064>
- (4) Santos, ML. Uso de marcadores moleculares na identificação das fontes de contaminação fecal em amostras de água e de areia. (Dissertação de mestrado em Biologia Humana e Ambiente, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2022). <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/53616>
- (5) Santos, ML, Brandão J, Valério E. O paradigma da contaminação fecal de águas balneares, nem sempre o humano é culpado. *Boletim Epidemiológico Observações*. 2020 setembro-dezembro;9(28):19-23. <https://repositorio.insa.pt/handle/10400.18/7285>
- (6) Valério E, Santos ML, Teixeira P, et al. Microbial Source Tracking as a Method of Determination of Beach Sand Contamination. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jun 28;19(13):7934. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137934>
- (7) Ellwanger JH, Chies JAB. Candida auris emergence as a consequence of climate change: Impacts on Americas and the need to contain greenhouse gas emissions. *Lancet Reg Health Am*. 2022 Apr 1;11:100250. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100250>
- (8) Casadevall A. Don't Forget the Fungi When Considering Global Catastrophic Biorisks. *Health Secur*. 2017 Jul/Aug;15(4):341-342. <https://doi.org/10.1089/hs.2017.0048>