



saúde

EM DEBATE

REVISTA DO CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DE SAÚDE
VOLUME 43, NÚMERO ESPECIAL 3
RIO DE JANEIRO, DEZ 2019
ISSN 0103-1104

Saneamento e saúde ambiental

CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DE SAÚDE (CEBES)

DIREÇÃO NACIONAL (GESTÃO 2017-2019)

NATIONAL BOARD OF DIRECTORS (YEARS 2017-2019)

Presidente:	Lucia Regina Florentino Souto
Vice-Presidente:	Heleno Rodrigues Corrêa Filho
Diretor Administrativo:	José Carvalho de Noronha
Diretora de Política Editorial:	Lenaura de Vasconcelos Costa Lobato
Diretores Executivos:	Alane Andreilino Ribeiro Ana Maria Costa Claudimar Amaro de Andrade Rodrigues Cristiane Lopes Simão Lemos Stephan Sperling

CONSELHO FISCAL | FISCAL COUNCIL

Ana Tereza da Silva Pereira Camargo
José Ruben de Alcântara Bonfim
Luísa Regina Pessôa
Suplentes | *Substitutes*
Alcides Silva de Miranda
Maria Edna Bezerra Silva
Simone Domingues Garcia

CONSELHO CONSULTIVO | ADVISORY COUNCIL

Agleildes Arichele Leal de Queirós
Carlos Leonardo Figueiredo Cunha
Cornelis Johannes van Stralen
Grazielle Custódio David
Isabela Soares Santos
Itamar Lages
João Henrique Araújo Virgens
Jullien Dábini Lacerda de Almeida
Lizaldo Andrade Maia
Maria Eneida de Almeida
Maria Lucia Frizon Rizzotto
Sergio Rossi Ribeiro

SECRETARIA EXECUTIVA | EXECUTIVE SECRETARY

Carlos dos Santos Silva

SECRETARIA ADMINISTRATIVA | ADMINISTRATIVE SECRETARY

Cristina Santos

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Avenida Brasil, 4036 - sala 802 - Manguinhos
21040-361 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
Tel.: (21) 3882-9140 | 3882-9141 Fax.: (21) 2260-3782

A revista Saúde em Debate é associada à Associação Brasileira de Editores Científicos



SAÚDE EM DEBATE

A revista Saúde em Debate é uma publicação do Centro Brasileiro de Estudos de Saúde

EDITORA-CHEFE | EDITOR-IN-CHIEF

Maria Lucia Frizon Rizzotto - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel (PR), Brasil

EDITORES CIENTÍFICOS | SCIENTIFIC EDITORS

Jaime Lopes da Mota Oliveira - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Simone Cynamon Cohen - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Débora Cynamon Kligerman - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Telma Abdalla de Oliveira Cardoso - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Paulo Rubens Guimarães Barrocas - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil

EDITORES ASSOCIADOS | ASSOCIATE EDITORS

Ana Maria Costa - Escola Superior de Ciências da Saúde, Brasília (DF), Brasil
Heleno Rodrigues Corrêa Filho - Universidade de Brasília, Brasília (DF), Brasil
Leda Aparecida Vanelli Nabuco de Gouvêa - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel (PR), Brasil
Lenaura de Vasconcelos Costa Lobato - Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), Brasil
Paulo Duarte de Carvalho Amarante - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil

CONSELHO EDITORIAL | PUBLISHING COUNCIL

Alicia Stolkner - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
Angel Martinez Hernaez - Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, Espanha
Breno Augusto Souto Maior Fonte - Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), Brasil
Carlos Botazzo - Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil
Cornelis Johannes van Stralen - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil
Debora Diniz - Universidade de Brasília, Brasília (DF), Brasil
Diana Mauri - Università degli Studi di Milano, Milão, Itália
Eduardo Luis Menéndez Spina - Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Mexico (DF), México
Elias Kondilis - Queen Mary University of London, Londres, Inglaterra
Eduardo Maia Freese de Carvalho - Fundação Oswaldo Cruz, Recife (PE), Brasil
Hugo Spinelli - Universidad Nacional de Lanús, Lanús, Argentina
Jairnilson Silva Paim - Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), Brasil
Jean Pierre Unger - Institut de Médecine Tropicale, Antuérpia, Bélgica
José Carlos Braga - Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), Brasil
José da Rocha Carvalheiro - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Kenneth Rochel de Camargo Jr - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Ligia Giovanella - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Luiz Augusto Facchini - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas (RS), Brasil
Luiz Odorico Monteiro de Andrade - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), Brasil
Maria Salete Bessa Jorge - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza (CE), Brasil
Mario Esteban Hernández Álvarez - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colômbia
Mario Roberto Rovere - Universidad Nacional de Rosario, Rosário - Argentina
Paulo Marchiori Buss - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Paulo de Tarso Ribeiro de Oliveira - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), Brasil
Rubens de Camargo Ferreira Adorno - Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil
Sonia Maria Fleury Teixeira - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Sulamis Dain - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
Walter Ferreira de Oliveira - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), Brasil

EDITORA EXECUTIVA | EXECUTIVE EDITOR

Mariana Chastinet

EDITORAS ASSISTENTES | ASSISTANT EDITORS

Carina Munhoz
Luíza Nunes

INDEXAÇÃO | INDEXATION

Directory of Open Access Journals (Doaj)
História da Saúde Pública na América Latina e Caribe (Hisa)
Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs)
Periódica - Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc)
Scientific Electronic Library Online (SciELO)
Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex)
Sumários de Revistas Brasileiras (Sumários)

saúde

EM DEBATE

REVISTA DO CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DE SAÚDE
VOLUME 43, NÚMERO ESPECIAL 3
RIO DE JANEIRO, DEZ 2019

APRESENTAÇÃO | PRESENTATION

- 4 **Os desafios do saneamento como promoção da saúde da população brasileira**
The challenges of sanitation as promotion of health for the Brazilian population
Jaime Lopes da Mota Oliveira, Simone Cynamon Cohen, Débora Cynamon Kligerman, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção, Paulo Rubens Guimarães Barrocas

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

- 8 **Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil**
Correlation between drinking water quality and occurrence of diarrhea and hepatitis A in the Federal District/Brazil
Rossana Santos de Castro, Vanessa Resende Nogueira Cruvinel, Jaime Lopes da Mota Oliveira
- 20 **A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso**
Water quality surveillance and the role of information to ensure access
Ana Carolina Chaves Fortes, Paulo Rubens Guimarães Barrocas, Débora Cynamon Kligerman
- 35 **Dos instrumentos de gestão de recursos hídricos – o Enquadramento – como ferramenta para reabilitação de rios**
On water resources management instruments – Framing – as a tool for river rehabilitation
David de Andrade Costa, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção, José Paulo Soares de Azevedo, Marco Aurélio dos Santos

- 51 **Vigilância da qualidade da água para consumo humano: potencialidades e limitações com relação à fluoretação segundo os trabalhadores**
Surveillance of water quality for human consumption: potentials and limitations regarding fluoridation according to the workers
Lorrayne Belotti, Soraya da Rocha Brandão, Karina Tonini dos Santos Pacheco, Paulo Frazão, Carolina Dutra Degli Esposti

- 63 **Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador**
Waste management in laboratories of a Brazilian public university: a challenge for environmental health and occupational health
Amanda Caroline Rodrigues de Oliveira, Ana Maria Cheble Bahia Braga, Juliana Rulli Wotzasek Villardi, Thomas Manfred Krauss

- 78 **Disposal of animal healthcare services waste in southern Brazil: One Health at risk**
Descarte de resíduos de serviços de saúde animal no sul do Brasil: Saúde Única em risco
Kelly Scherer de Oliveira, Larissa Morello, Simone Vassem de Oliveira, Lenita Agostinetto, Bruna Fernanda da Silva, Ana Emilia Siegloch

- 94 **A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza**
The historical evolution of urban drainage: from traditional drainage to harmony with nature
Demetrios Christofidis, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção, Débora Cynamon Kligerman

-
- 109** **Uso de sistemas modulares vegetados para promoção da saúde urbana e atenuação do estresse térmico**
Urban health promotion and thermal stress attenuation with the use of green roofs
Renato Castiglia Feitosa
- 121** **Acesso ao Saneamento básico e Incidência de Cólera: uma análise quantitativa entre 2010 e 2015**
Access to basic and analytical sanitation of cholera: a quantitative analysis between 2010 and 2015
Everaldo de Santana Silva, Deloar Duda de Oliveira, Amanda Pontes Lopes
- 137** **Escala de apego à moradia em área de risco: construção e evidências baseadas no conteúdo**
Hazardous housing attachment scale: construction and evidence based on content
Roberta Borghetti Alves, Ariane Kuhnlen, Roberto Moraes Cruz
- 152** **Terrorismo químico: proposta de modelagem de risco envolvendo ricina em eventos de grande visibilidade no Brasil**
Chemical terrorism: risk modeling proposal for attacks involving ricin in mass gatherings in Brazil
Carolina Gomes Raffagnato, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso, Fábio de Vasconcelos Fontes, Mariana Montez Carpes, Simone Cynamon Cohen, Luís Américo Calçada
- REVISÃO | REVIEW**
- 165** **Panorama da pesquisa sobre tratamento e reúso de efluentes da indústria de antibióticos**
Overview of research on the treatment and reuse of effluents from the antibiotics industry
Antônio Carlos de Lima Rocha, Débora Cynamon Kligerman, Jaime Lopes da Mota Oliveira
- 181** **Bioterrorismo: capacitar para responder**
Bioterrorism: empower to respond
Ana Paula Chein Bueno de Azevedo, Simone Cynamon Cohen, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso
- RELATO DE EXPERIÊNCIA | CASE STUDY**
- 190** **Desafios na gestão de resíduos de estabelecimentos de saúde públicos perante a RDC 222/18**
Waste management challenges of public health facilities subject to RDC 222/18
Dionatan dos Santos Delevati, Maria Manuela Ritondale Sodre de Castro, Edi Franciele Ries, Valéria Maria Limberger Bayer, Verginia Margareth Possatti Rocha
- 200** **Educação permanente sobre a atenção psicossocial em situação de desastres para Agentes Comunitários de Saúde: um relato de experiência**
Permanent education on psychosocial care in disaster situations for Community Health Agents: an experience report
Patricia Zogbi dos Santos, Jones Ivan Dias, Roberta Borghetti Alves

Os desafios do saneamento como promoção da saúde da população brasileira

Jaime Lopes da Mota Oliveira¹, Simone Cynamon Cohen¹, Débora Cynamon Kligerman¹, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso¹, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção¹, Paulo Rubens Guimarães Barrocas¹

DOI:10.1590/0103-110420195300

EM PLENO SÉCULO XXI, O BRASIL AINDA APRESENTA enormes desafios em relação à oferta dos serviços de saneamento. Os dados de 2017 do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS) mostram que 83,5% da população brasileira tem acesso à rede de abastecimento de água, 46,0% são atendidos por coleta e tratamento dos seus esgotos gerados¹ e 98,8% têm coleta regular de resíduos sólidos urbanos². Apesar desses números representarem um avanço em relação aos anos anteriores, ainda temos mais de 30 milhões de brasileiros que não possuem água em qualidade e quantidade adequadas para suas necessidades básicas, e mais de 100 milhões descartam seus esgotos *in natura* no ambiente. Este *deficit* está intimamente ligado à incidência de diferentes tipos de agravos à saúde, tais como dengue, diarreias e helmintoses, as quais fazem parte das Doenças Relativas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)³. Além disso, o lançamento inadequado de esgotos em corpos d'água e a gestão imprópria dos resíduos sólidos favorecem a poluição e a degradação ambiental, que, por sua vez, contribuem para as mudanças climáticas⁴. Portanto, a falta de saneamento impacta negativamente na saúde da população e do meio ambiente.

Diante desse cenário, foi elaborado este número temático especial, fruto do compromisso institucional do Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA), da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), em parceria com o Centro Brasileiro de Estudos de Saúde (Cebes), visando divulgar o conhecimento científico produzido por pesquisas desenvolvidas nos campos do saneamento e da saúde ambiental, suas interfaces e impactos na qualidade de vida e saúde da população brasileira.

Para a construção deste periódico especial, foi realizada uma chamada aberta, que possibilitou a participação de diversas instituições de ensino e pesquisa em saneamento e saúde coletiva do Brasil. Ao todo, foram submetidos 53 artigos para esta chamada. Primeiramente, foi realizada uma triagem desses artigos por uma equipe de editores associados convidados que avaliou a sua associação aos diferentes temas propostos no número especial. Os artigos selecionados foram então submetidos à avaliação por pares, pesquisadores especialistas de cada área temática (*peer review*). Essa avaliação foi realizada sob diferentes perspectivas teóricas e abordagens metodológicas, espelhando de forma exitosa a produção de conhecimento nessa área no âmbito nacional.

Este número temático especial conta com 15 artigos que abordam assuntos relativos à: água; esgotos; resíduos sólidos; drenagem e manejo de água pluviais; planejamento e políticas de desenvolvimento urbano sustentável; saúde urbana; biossegurança e bioterrorismo e; mudanças climáticas e desastres.

A expectativa dos organizadores é que os trabalhos aqui publicados, a partir dos estudos

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

realizados pelos diferentes grupos de pesquisa, sirvam para uma reflexão sobre a importância do saneamento e da saúde ambiental para uma vida plena e saudável da população brasileira. Espera-se ainda que tanto a academia quanto a sociedade se apropriem deste número temático como ferramenta de apoio na tomada de decisões e implementações de políticas públicas observando a interface entre o saneamento e a saúde pública. Tais ações são de extrema importância para a superação das adversidades de contexto socioambiental e político, tendo por base o conhecimento analítico-crítico-reflexivo e socialmente participativo e engajado.

Desfrutem da leitura e sejam bem-vindos aos campos do saneamento e da saúde ambiental.

Colaboradores

Oliveira JLM (0000-0002-0361-3457)*, Cohen SC (0000-0001-6228-6583)*, Kligerman DC (0000-0002-7455-7931)*, Cardoso TAO (0000-0002-5430-7273)*, Assumpção RSFV (0000-0001-8257-3950)*, Barrocas PRG (0000-0002-7513-9252)* contribuíram igualmente para a elaboração da apresentação.

Referências

1. Brasil. Ministério de Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2017 [internet]. Brasília, DF: MDR; 2019. [acesso em 2019 nov 14]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>.
2. Brasil. Ministério de Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2017 [internet]. Brasília, DF: MDR; 2019. [acesso em 2019 nov 14]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>.
3. Landau EC, Moura L, Ferreira AM. Doenças relacionadas ao saneamento inadequado no Brasil. In: Landau EC, Moura L, editoras. Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais. Brasília, DF: Embrapa; 2016. p. 189-212.
4. Lins GA. Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2010. 285 f.

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

The challenges of sanitation as promotion of health for the Brazilian population

Jaime Lopes da Mota Oliveira¹, Simone Cynamon Cohen¹, Débora Cynamon Kligerman¹, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso¹, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção¹, Paulo Rubens Guimarães Barrocas¹

DOI:10.1590/0103-110420195300

IN THE 21ST CENTURY, BRAZIL STILL PRESENTS ENORMOUS CHALLENGES regarding the supply of sanitation services. 2017 data from the National Sanitation Information System (SNIS) show that 83.5% of the Brazilian population has access to the water supply network, 46.0% are served by collection and treatment of their generated sewage¹, and 98, 8% have regular collection of municipal solid waste². Although these figures represent an advance over previous years, we still have more than 30 million Brazilians who do not have water of adequate quality and quantity for their basic needs, and more than 100 million dispose their *in natura* sewage in the environment. Such *deficit* is closely linked to the incidence of different types of health problems, such as *dengue*, diarrhea, and helminths, which are part of Diseases Related to Inadequate Environmental Sanitation (DRSAI)³. Moreover, improper disposal of sewage into water bodies and improper management of solid waste favor pollution and environmental degradation, which in turn contribute to climate change⁴. Therefore, the lack of sanitation negatively impacts the health of the population and the environment.

In face of such scenario, this special thematic issue was prepared, as a result of the institutional commitment of the Department of Sanitation and Environmental Health (DSSA), of the National School of Public Health Sergio Arouca (Ensp), of the Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), in partnership with Brazilian Center for Health Studies (Cebes), aiming to disseminate the scientific knowledge produced by research developed in the fields of sanitation and environmental health, their interfaces and impacts on the quality of life and health of the Brazilian population.

For the elaboration of this special journal, an open call was carried out, which enabled the participation of several teaching and research institutions in sanitation and public health in Brazil. In total, 53 articles were submitted. Firstly, those articles were screened by a team of invited associate editors who evaluated their association with the different themes proposed in this special issue. The selected articles were then submitted to peer review with expert researchers from each thematic field. This assessment was performed under different theoretical perspectives and methodological approaches, successfully mirroring the production of knowledge in the field at national level.

This special thematic issue brings 15 articles that address issues related to: water; sewage; solid waste; stormwater drainage and management; sustainable urban development planning and policies; urban health; biosecurity and bioterrorism; and climate change and disasters.

The expectation of the organizers is that the works published here, based on the studies carried out by the different research groups, will serve as a reflection on the importance of sanitation and environmental health for a full and healthy life of the Brazilian population. It is

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.



also hoped that both the academy and society will take ownership of this thematic issue as a support tool in decision-making and public policy implementation by observing the interface between sanitation and public health. Such actions are extremely important for overcoming the adversities of socio-environmental and political context, based on the analytical-critical-reflective and socially participative and engaged knowledge.

Enjoy reading and welcome to the fields of sanitation and environmental health.

Collaborators

Oliveira JLM (0000-0002-0361-3457)*, Cohen SC (0000-0001-6228-6583)*, Kligerman DC (0000-0002-7455-7931)*, Cardoso TAO (0000-0002-5430-7273)*, Assumpção RSFV (0000-0001-8257-3950)*, Barrocas PRG (0000-0002-7513-9252)* have equally contributed to the preparation of this presentation.

References

1. Brasil. Ministério de Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2017 [internet]. Brasília, DF: MDR; 2019. [acesso em 2019 nov 14]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>.
2. Brasil. Ministério de Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2017 [internet]. Brasília, DF: MDR; 2019. [acesso em 2019 nov 14]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>.
3. Landau EC, Moura L, Ferreira AM. Doenças relacionadas ao saneamento inadequado no Brasil. In: Landau EC, Moura L, editoras. Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais. Brasília, DF: Embrapa; 2016. p. 189-212.
4. Lins GA. Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2010. 285 f.

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil

Correlation between drinking water quality and occurrence of diarrhea and hepatitis A in the Federal District/Brazil

Rossana Santos de Castro¹, Vanessa Resende Nogueira Cruvinel², Jaime Lopes da Mota Oliveira³

DOI: 10.1590/0103-11042019S301

RESUMO O abastecimento público de água de maneira segura e eficiente ainda é um desafio no Brasil. Isso pode levar a um aumento na incidência de agravos como Doença Diarreica Aguda (DDA) e hepatite A. O objetivo deste trabalho foi associar a qualidade da água distribuída e a ocorrência de DDA e hepatite A no Distrito Federal (DF) (Brasil) entre 2012 e 2017. Os dados referentes aos índices de reclamação relativos à água e da não conformidade da sua qualidade foram cedidos pela Companhia de Abastecimento do DF. As taxas de ocorrência de DDA e hepatite A foram obtidos pela Secretaria de Saúde. Os índices de reclamação tiveram relação direta com os de não conformidades na concentração de cloro residual livre e de turbidez da água; no entanto, essa relação foi inversa aos agravos. Isso mostra que o monitoramento realizado pelo controle de qualidade da concessionária teve relevância na redução desses agravos, inclusive durante o período de intermitência no abastecimento (2017). O canal de comunicação entre os usuários e o prestador de serviços, portanto, foi fundamental para as ações corretivas da empresa, o que refletiu na redução de casos de DDA e de hepatite A.

PALAVRAS-CHAVE Saneamento básico. Racionamento de água. Diarreia. Hepatite A.

ABSTRACT *Safe and efficient public water supply is still a challenge in Brazil. This may lead to an increased incidence of diseases such as Acute Diarrheal Disease (ADD) and hepatitis A. The aim of this study was to associate the quality of water distributed and the occurrence of ADD and hepatitis A in the Federal District (FD) (Brazil) between 2012 and 2017. Data regarding the complaint rates related to water and the non-compliance of its quality were provided by the Supply Company of the FD. The occurrence rates of ADD and hepatitis A were obtained by the Department of Health. Complaint rates were directly related to the non-conformities in relation to free residual chlorine concentration and turbidity of water; however, that relation was inverse to the injuries. This shows that the monitoring carried out by the concessionaire's quality control was relevant in reducing these problems, even during the intermittent supply period (2017). Therefore, the communication channel between users and the service provider was fundamental for the company's corrective actions, which reflected in the reduction of ADD and hepatitis A cases.*

KEYWORDS *Basic sanitation. Water rationing. Diarrhea. Hepatitis A.*

¹Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa) – Brasília (DF), Brasil.

²Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Ceilândia (FCE) – Brasília (DF), Brasil.

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. jaimelmoliveira@gmail.com

Introdução

A preocupação de distribuir a água de maneira segura para evitar a ocorrência de doenças de veiculação hídrica já ocorre desde as civilizações antigas¹. No entanto, a correlação entre a ocorrência de agravos à saúde e o sistema de abastecimento público foi realizada somente em 1832 por John Snow na Inglaterra². A partir desse marco, regulamentações foram criadas para garantir que todas as formas de abastecimento de água passassem a ocorrer de maneira sanitariamente segura para evitar que as doenças de veiculação hídrica ocorressem.

A água pode conter constituintes impróprios, sendo necessário o seu tratamento prévio antes do consumo. Após esse procedimento, a água é normalmente distribuída por tubulações e reservatórios até os usuários. Assim, o sistema de abastecimento público é constituído pelo tratamento e pela distribuição da água. Vazamentos nas tubulações e intermitência do sistema podem comprometer a qualidade da água que chega à população e assim carrear agentes etiológicos causadores de doenças, sendo um dos sintomas mais comuns a diarreia aguda^{3,4}. A denominada Doença Diarreica Aguda (DDA) é de origem infecciosa e pode ser causada por diferentes agentes, sendo caracterizada pela evacuação constante, podendo chegar à desidratação⁵.

Somente de 2010 a 2014, foram notificados 21 milhões de DDA em menores de 5 anos no Distrito Federal (DF) provavelmente devido ao abastecimento inadequado de água; entretanto, tem sido observada uma redução deste quadro epidemiológico nos últimos anos⁶. Além da DDA, um indicador de saúde bem característico em relação ao abastecimento de água é a ocorrência de hepatite A.

A Portaria MS nº 2.914⁷ define parâmetros e critérios de aceitação da qualidade da água nos seus diversos níveis: após tratamento, reservatórios e rede de distribuição. A qualidade da água distribuída em uma cidade deve ser verificada tanto pela concessionária que administra esses serviços por meio de seu

controle de qualidade quanto pelo município ou pelo DF a partir da vigilância em saúde. Dentre os parâmetros prioritários utilizados no monitoramento da qualidade da água, destacam-se a turbidez, o cloro residual livre e a contaminação microbiológica (Coliformes Totais e *Escherichia Coli*). Esses parâmetros podem sinalizar irregularidades no sistema de abastecimento. A norma diz que a água da rede de distribuição deve ter entre 0,5 e 5,0 mg.L⁻¹ de cloro residual livre e uma turbidez abaixo de 5 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), além de estar livre de contaminação microbiológica.

O DF pertence ao Planalto Central, onde ficam as principais cabeceiras das três grandes regiões hidrográficas brasileiras: Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná. Desse modo, a disponibilidade hídrica da região depende diretamente da incidência de chuvas. No entanto, o ano de 2016 foi marcado por uma queda no índice pluviométrico, o que provocou uma redução significativa nesses principais reservatórios da cidade⁸. Medidas de contenção como fiscalização e redução na outorga para as atividades agropecuárias e de conscientização de uso racional da água não foram suficientes para se evitar um rodízio no abastecimento público de água em 2017. Esse revezamento funcionou com um dia de interrupção, dois para o retorno da água (período de regularização) e quatro com o abastecimento normalizado⁹.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma possível correlação entre as não conformidades referentes à qualidade da água que abastece o DF, os índices de reclamação dos usuários referente à água consumida e a ocorrência de DDA e hepatite A no período de 2012 a 2017.

Material e métodos

Foi realizado um estudo ecológico tendo como unidade de análise a população do DF, Brasil. Esta abordagem busca relacionar indicadores de exposição com os indicadores

epidemiológicos de determinados grupos populacionais. Os indicadores de exposição foram os diferentes parâmetros utilizados para definir a qualidade da água que abasteceu o DF, já os indicadores epidemiológicos foram a ocorrência de agravos reconhecidamente associados à qualidade da água. O período deste estudo foi entre 2012 e 2017, no qual foi incorporado o ano em que foi declarada escassez hídrica e rodízio no abastecimento público.

Os resultados sobre a qualidade da água distribuída foram cedidos pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF (Adasa). Esses dados estão abertos à população por determinação da lei de acesso à informação. Os parâmetros obtidos foram: Cloro Residual Livre (CRL), Turbidez (T), Coliformes Totais (CT) e *Escherichia Coli* (EC). Normalmente, a concessionária realiza a coleta de um número mínimo de amostras da rede de distribuição dependendo do parâmetro a ser analisado. As amostras que, porventura, tiverem o resultado fora dos padrões recomendados pela portaria (*tabela 1*), estão identificadas como Não Conformes (NC). Foram disponibilizados pela Adasa os dados mensais de amostras totais coletadas na rede, bem como a quantidade de amostras NC. Os Índices de Não Conformidade (INC) da água distribuída no DF para cada parâmetro foi calculado a partir da razão entre a quantidade de amostras NC e a quantidade total de amostras coletadas no período. Para que fosse possível realizar uma correlação com os índices de agravos (DDA e hepatite A), foi realizada a integração desses dados por ano.

Os dados de reclamações referentes à qualidade da água foram acessados diretamente do Relatório de Indicadores de Desempenho da Companhia, que também são dados abertos à população. Nesse relatório, constam todas as reclamações feitas à empresa relativas ou não à água. Desse modo, o Índice Relativo de Reclamações (IRR) foi calculado pela razão entre as reclamações sobre a qualidade da água e o total das reclamações que chegaram à companhia.

Os dados referentes à ocorrência de DDA e de hepatite A no DF foram cedidos pela Secretaria de Saúde. Foi possível obter todos esses dados para cada mês do período deste estudo. A taxa de DDA e de hepatite A para cada mil habitantes foi determinada a partir da razão entre a ocorrência de cada agravo com a população estimada no ano correspondente multiplicada por mil.

Todos os dados obtidos foram plotados por mês a fim de conhecer a tendência de cada indicador no período, exceto para os índices de reclamação, pois não estão disponíveis. Os INC para cada parâmetro de qualidade da água e IRR por ano (variáveis independentes) foram analisados por meio de sua correlação 'um a um' com a taxa de DDA e a taxa de hepatite A (variáveis dependentes). Além disso, foi realizada uma análise de provável correlação entre os INC (variáveis independentes) e o IRR (variável dependente).

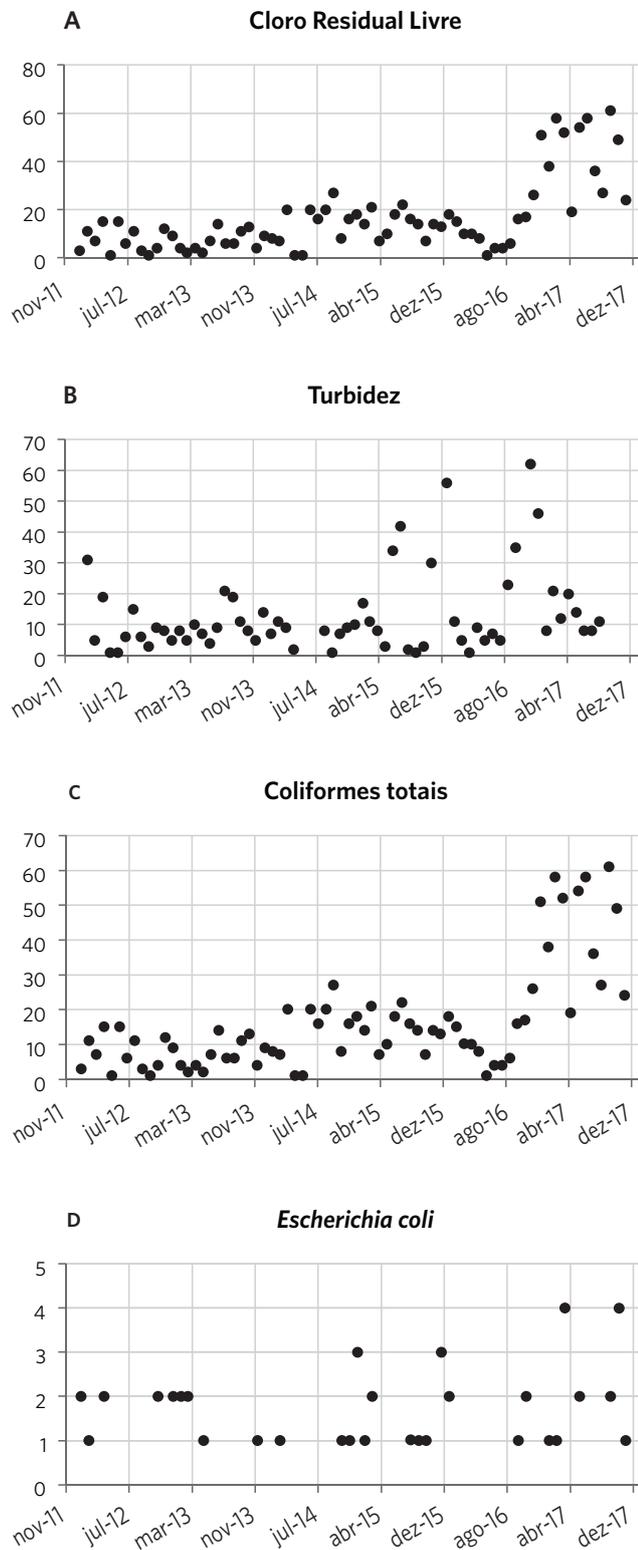
Inicialmente, foi realizada a análise de regressão linear simples entre cada grupo de variáveis (dependentes e independentes) para selecionar os indicadores que foram utilizados na análise de Stepwise. O nível de significância adotado nessas correlações foi de 20% ($p \leq 0,2$). Todos os testes estatísticos foram realizados no programa R-Studio.

Resultados e discussão

Qualidade da água distribuída no Distrito Federal

A *figura 1* mostra que, a partir de 2015, houve um aumento no número de amostras de água do DF com não conformidade em relação ao padrão de qualidade aceitável para CRL, T, CT e EC. Observa-se que as não conformidades dessas amostras foram mais expressivas no ano em que foi implantado o rodízio no abastecimento (*figura 1*). No entanto, nesse período, a quantidade de amostras retirada da rede foi maior do que nos anteriores (*tabela 1*).

Figura 1. Número de amostras mensais Não Conformes (fora do padrão de potabilidade) na água distribuída no DF entre 2012 e 2017 de acordo com os parâmetros prioritários de Cloro Residual Livre (A); Turbidez (B); Coliformes Totais (C) e *Escherichia Coli* (D). Dados cedidos pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF (Adasa)



A *tabela 1* mostra a quantidade de amostras coletadas pelo controle de qualidade da concessionária entre 2012 e 2017, bem como os INC da qualidade da água em relação aos parâmetros CRL, T, CT e EC, os índices anuais de agravos para DDA e hepatite A, a população estimada em cada ano e a taxa de crescimento populacional.

Os parâmetros que tiveram uma quantidade mais expressiva de amostras NC foram CRL, CT e T (*tabela 1*). Morais e colaboradores¹⁰ obtiveram valores de CRL abaixo do recomendado pela portaria quando realizaram o monitoramento da água distribuída em Goiás. A baixa concentração de cloro na rede de distribuição pode ocorrer devido a erros operacionais durante o processo de tratamento de água (dosagem inadequada de cloro) e/ou o seu consumo na própria rede (matéria orgânica presente na rede)¹¹. A intermitência no abastecimento de água pode causar ressecamento interno nas tubulações e isso pode

provocar o desprendimento de incrustações e do limo, os quais, com o retorno da água, podem ser carreados, ocasionando aumento da T e da concentração de matéria orgânica na água; e este aumento pode consumir o cloro da rede¹². A incrustação e o limo se formam com o tempo de uso e são comuns nas redes de distribuição¹³. O INC de CT e de T em 2017, ano em que foi operacionalizado o rodízio de água, foi menor do que em 2016 (*tabela 1*). Uma possível explicação para esse fato pode ser a manobra durante o período de racionamento, na qual a amostragem da água era realizada somente após a normalização do abastecimento, ou seja, 48 horas após o retorno da água. Com isso, a frequência de amostras NC para estes dois parâmetros tende a ficar menor, fato que não refletiu no CRL. Portanto, 48 horas pode não ter sido suficiente para a real normalização da rede de abastecimento.

Tabela 1. Variáveis coletadas pelos bancos de dados: quantidade de amostras coletadas na rede de distribuição de água pela concessionária, percentual relativo de amostras com não conformidade (INC), índice de reclamação relativa (IRR) à qualidade da água, população total estimada do DF e a taxa de crescimento populacional

Variáveis		Período de Coleta de Dados					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Quantidade de Amostras Coletadas	CRL ⁽¹⁾	9.174	9.243	8.474	10.546	8.552	19.517
	T ⁽²⁾	9.117	9.237	8.408	10.544	8.540	19.512
	CT ⁽³⁾	9.172	9.241	7.754	10.532	8.560	19.526
	EC ⁽⁴⁾	9.171	9.241	7.754	10.532	8.560	19.526
INC	CRL ⁽¹⁾	0,010	0,009	0,018	0,016	0,016	0,023
	T ⁽²⁾	0,021	0,012	0,007	0,013	0,030	0,019
	CT ⁽³⁾	0,018	0,011	0,017	0,028	0,031	0,022
	EC ⁽⁴⁾	0,0007	0,0009	0,0004	0,0011	0,0006	0,0008
Índice de Agravos ⁽⁵⁾	DDA ⁽⁶⁾	27,12	21,56	28,79	12,03	11,01	7,18
	HEP A ⁽⁷⁾	0,060	0,028	0,020	0,010	0,004	0,005
IRR ⁽⁸⁾		0,22	0,14	0,15	0,15	0,23	0,32
População Estimada ⁽⁹⁾		2.648.532	2.789.761	2.852.372	2.914.830	2.977.216	3.039.444
Taxa de Crescimento Populacional ⁽¹⁰⁾		1,015	1,053	1,022	1,022	1,021	1,021

Notas: (1) Cloro Residual Livre; (2) Turbidez; (3) Coliformes Totais; (4) *Escherichia coli*; (5) Índice de Agravos Relativos para cada 1.000 habitantes; (6) Doença Diarreica Aguda; (7) Hepatite A; (8) Índice Relativo de Reclamações; (9) Dados coletados do IBGE¹⁴; (10) Razão entre a população do ano vigente e a do ano anterior. Dados de qualidade da água foram cedidos pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF (ADASA). Dados de saúde foram cedidos pela Secretaria de Saúde do DF.

A quantidade mínima de amostras que devem ser coletadas para o monitoramento depende da população atendida pelo sistema de abastecimento⁷. O DF possui cerca 2,5 milhões de habitantes, logo, o monitoramento realizado pela concessionária deveria retirar aproximadamente 8.460 amostras por ano no sistema de distribuição de água⁷; entretanto, em 2017, a Companhia realizou mais de 19 mil amostras (*tabela 1*). Esse resultado pode denotar uma maior preocupação da companhia no monitoramento do sistema de abastecimento devido à intermitência. Essa medida corrobora as recomendações citadas por O'Connor¹⁵ no inquérito de Walkerton em Toronto que coloca o monitoramento como uma barreira efetiva no risco de contaminação na gestão dos sistemas de abastecimento de água.

O monitoramento da qualidade da água para consumo humano deve ser realizado por dois diferentes atores: a vigilância em saúde ambiental e a concessionária responsável pelo abastecimento. Enquanto a vigilância busca associar e/ou prevenir agravos que podem ser transmitidos pela água, a concessionária tem o objetivo de controlar a qualidade do seu produto ofertado. Para ela, uma não conformidade mostra a ocorrência de algum erro no sistema de distribuição de água, e a companhia deve seguir protocolos para as correções dessas falhas. Após as ações corretivas, uma nova amostragem nos pontos com não conformidade deve ser realizada para verificar a eficácia da ação e confirmar a melhora do sistema⁷. Logo, o resultado de não conformidade pode não corresponder a uma água de má qualidade que chega ao usuário final. A vigilância normalmente coleta uma quantidade de amostras menor do que a praticada pelo controle de qualidade da concessionária¹⁶. Conforme consta na Diretriz Nacional de Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano do Ministério da Saúde¹⁶, o número de amostra de água da cidade de Ubatuba, São Paulo, coletado pela vigilância foi bem inferior ao do controle da concessionária em 2003. Enquanto a vigilância coletou 463, 463 e 448 amostras para as análises de CRL, T e CT, respectivamente, o controle realizou uma amostragem de

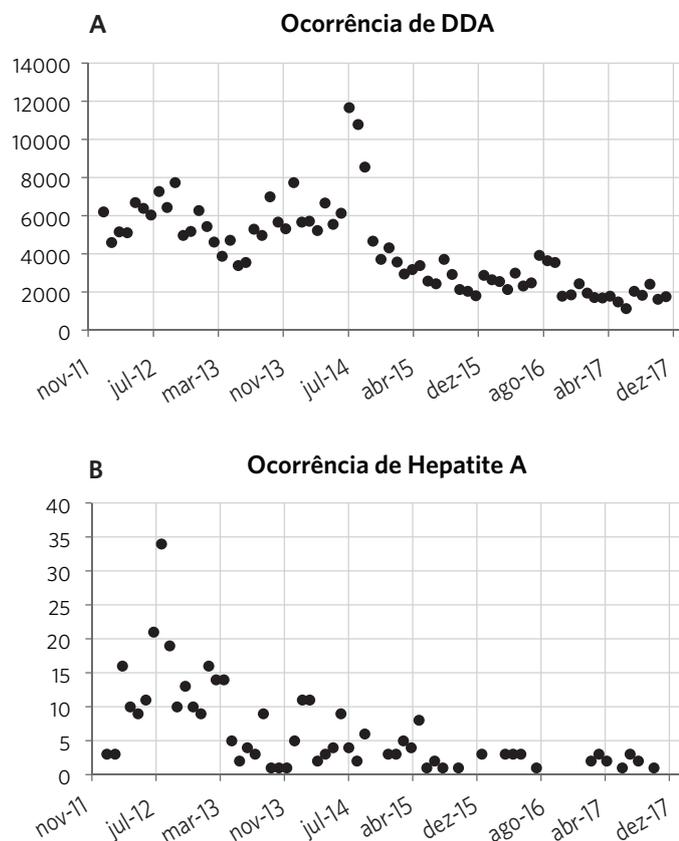
1.232, 1.275 e 1.257 para estes mesmos respectivos parâmetros. Isto resultou em um percentual maior de amostras fora do padrão de qualidade (não conformidade) na amostragem realizada pela vigilância. Essa diferença apresenta diferentes INC obtidos por esses dois atores. O fato do número de amostras realizado pela concessionária do DF ter sido maior principalmente no período de intermitência (2017) provoca uma queda no INC, o que provavelmente não seria observado pela vigilância (*tabela 1*). Logo, os valores absolutos de não conformidade das amostras refletem os impactos ao sistema de distribuição de água sofrido pelo rodízio no abastecimento em 2017.

O Relatório de Indicadores da concessionária mostra que o IRR da qualidade da água aumentou nos anos de 2016 e 2017 (*tabela 1*). Em valores absolutos, em 2015, foram contabilizadas 721 reclamações quanto à qualidade da água distribuída no DF contra 894 em 2016 e 1.382 em 2017. Esses valores representam um aumento de aproximadamente 24% em 2016 e 91% em 2017 em relação a 2015. A reclamação pelos usuários ocorre normalmente pela percepção das características organolépticas da água consumida. A presença de cor, sabor e odor, bem como de T, são fatores que levam o usuário a questionar a qualidade da água¹⁵. Esse resultado reforça a ideia de falhas na gestão das manobras no período de racionamento, em que, provavelmente, os usuários podem ter sido atendidos pela água antes do período de normalização, ou seja, no período intermediário entre o corte e o abastecimento normal e, com isso, terem armazenado e até consumido esta água que não estava própria para o seu consumo.

Taxas de Doença Diarreica Aguda (DDA) e hepatite A no Distrito Federal

A *figura 2* mostra os casos mensais de DDA e hepatite A registrados na secretaria de saúde do DF entre 2012 e 2017. Pode ser observado que nos três últimos anos (2015, 2016 e 2017) a quantidade de casos desses dois agravos reduziu. Além disso, a *tabela 1* mostra também uma redução nas taxas de incidência desses dois agravos ao longo desse período.

Figura 2. Quantidade de notificações de Doença Diarreica Aguda (DDA) (A) e de Hepatite A (B) no DF entre 2012 e 2017. Dados cedidos pela Secretaria de Saúde do DF



Esse resultado mostra que esses dois agravos vêm sendo reduzidos ao longo dos anos, o que corrobora os estudos realizados por Meneguessi e colaboradores¹⁷ entre 2003 e 2012. Esses autores encontraram em torno de 70 mil registros de DDA em 2012 – que foi próximo ao encontrado neste estudo –; e em 2017, esse valor chegou a menos de 22 mil casos. Apesar de um resultado positivo em relação à ocorrência desses agravos nessa população, essa tendência não pode ser comemorada. A DDA é um agravo que pode ser evitado com melhorias simples de saúde pública. Destaca-se que não só a água de abastecimento é a responsável pela sua transmissão, mas também o esgotamento sanitário e a drenagem também são formas de disseminação

dos agentes patogênicos responsáveis por esse agravo. Almeida¹⁸ associou a ocorrência de DDA provocada por agentes bacterianos em Anápolis (GO) às condições precárias de higienização e conservação dos seus reservatórios de água. Ela elucidou que o hábito de consumir água da torneira a partir de reservatórios malconservados teve correlação com DDA de origem bacteriana. Portanto, mesmo com a garantia de um sistema de distribuição de água satisfatório, os índices de DDA somente poderão ser reduzidos a um limiar satisfatório quando outros problemas intrínsecos a sua transmissão forem resolvidos.

Por outro lado, a ocorrência hepatite A está intrinsecamente associada à qualidade da água consumida. Braga e colaboradores¹⁹

identificaram o risco de hepatite A correlacionado às deficiências ou ausências de abastecimento de água em diferentes territórios no município de Duque de Caxias (Rio de Janeiro). A ocorrência de hepatite A no DF foi menor nos últimos anos deste estudo, chegando a 13 e 14 em 2016 e 2017, respectivamente, o que corresponde à metade dos casos notificados em relação a 2015. Além disso, as taxas de hepatite A para cada mil habitantes nos últimos anos foram reduzidas saindo de 0,060 em 2012 para 0,005 em 2017 (*tabela 1*). Essas observações mostram que pode estar havendo uma maior preocupação pela qualidade da água que abastece o DF, confirmando a importância tanto do controle realizado pela concessionária quanto pela participação ativa dos usuários. No entanto, o índice de hepatite em 2017 foi um pouco acima que 2016 provavelmente pela intermitência

no abastecimento. Portanto, é importante a realização de uma análise crítica na gestão da água para consumo humano quando em momentos que seja necessária a intermitência no abastecimento.

Correlação entre os dados

A *tabela 2* mostra os resultados de regressão linear simples aplicada nas variáveis taxa de DDA, taxa de hepatite A e IRR relativo à qualidade da água como variáveis dependentes com os INC para cada parâmetro de qualidade da água da rede de distribuição (CRL, T, CT e EC) e IRR relativo à qualidade da água como variáveis independentes. A partir desse resultado, as variáveis que obtiveram valores de $p \leq 0,2$ foram submetidas ao Stepwise para obter os índices de correlação de Pearson (*figura 3*) entre elas.

Tabela 2. Valores de p obtidos após a análise de regressão linear simples realizada entre as diferentes variáveis: taxa de Doença Diarreica Aguda (DDA) e Hepatite A, Índices de Não Conformidade (INC) e Índice de Reclamações Relativas (IRR)

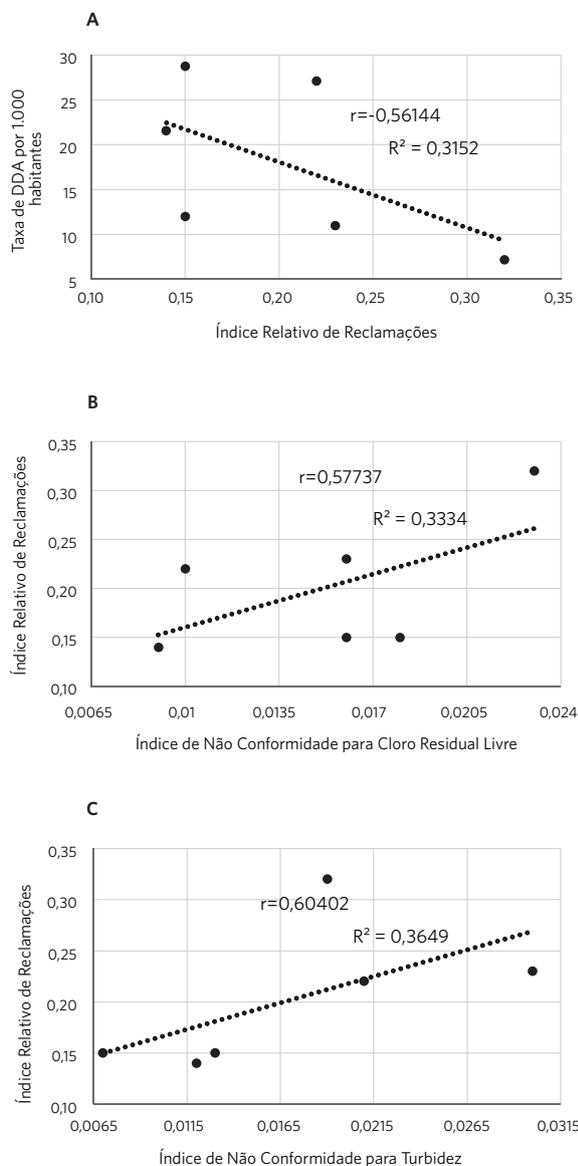
Variáveis Dependentes	Variáveis Independentes				IRR
	INC				
	CRL*	T**	CT***	EC****	
Taxa de DDA	0,52	0,70	0,68	0,23	0,19
Taxa de Hepatite A	0,58	0,90	0,77	0,85	0,70
IRR	0,20	0,20	0,30	0,55	-

*CRL - cloro residual livre. **T - turbidez. ***CT - coliformes totais; ****EC - *Escherichia coli*.

A *figura 3* mostra que os índices de regressão (R^2) foram baixos, mas são valores comuns para este tipo de estudo. Por outro lado, os

índices de correlação de Pearson (r) obtidos foram maiores que 0,50, mostrando que essas correlações são significativas.

Figura 3. Correlações (r) entre as diferentes variáveis que tiveram valores de regressão linear satisfatório ($p \leq 0,2$). Em (A) taxa de Doença Diarreica Aguda (DDA) por 1.000 habitantes e Índice Relativo de Reclamações ($r = -0,56144$), (B) Índice Relativo de Reclamações e Índice de Não Conformidade para Cloro Residual Livre ($r = 0,57737$), (C) Índice Relativo de Reclamações e Índice de Não Conformidade para Turbidez ($r = 0,60402$)



Os resultados estatísticos de regressão linear mostraram que, caso fosse utilizado um nível de significância mais rigoroso como 10 ou 5% ($p \leq 0,1$ ou $0,05$), por exemplo, o que é comum em estudos ecológicos, excluiria todas as variáveis para serem testadas. Desse modo, adotou-se um valor menos criterioso. Mesmo nessa condição, somente a taxa de

DDA (indicador de saúde) teve correlação com o IRR. Utilizando o IRR como variável dependente, somente os INC de CRL e de T tiveram correlação (*tabela 2*). Esse resultado mostra a dificuldade em associar variáveis ambientais e a incidência de doenças. Queiroz, Heller e Silva²⁰ não conseguiram obter uma boa correlação entre a qualidade da água e

incidência de DDA em Vitória (ES).

A taxa de DDA teve uma relação inversa com o IRR (*figura 3A*), sinalizando que quanto maior a quantidade de reclamações, menor a taxa de doenças. Uma provável explicação desse resultado seria a efetividade das reclamações promovendo melhorias no sistema de abastecimento e, com isso, promovendo uma melhor condição de saúde da população. Meisen e colaboradores²¹ também obtiveram correlação negativa entre a qualidade da água e DDA, mas pouco significativas. Além disso, eles não conseguiram apontar essas correlações com diversas características da água. Destaca-se ainda que uma não conformidade não significa que uma água com qualidade ruim chega às residências, mas, sim, a identificação de falhas no sistema que podem ter sido corrigidas. Provavelmente, o monitoramento realizado pela companhia está surtindo efeito, evitando a proliferação de DDA pela água consumida. Em relação à qualidade da água e hepatite A, embora existam relatos que indiquem que o suprimento de água segura diminui a prevalência dessa doença²², os estudos empreendidos não foram capazes de estabelecer correlações entre essas variáveis como também observado por da Silva e outros²³.

As variáveis INC de CRL e T mostraram correlação direta com o IRR (*figuras 3B e C*). A proliferação de micro-organismos na rede de distribuição, além de favorecer o consumo de cloro, pode promover a sua T e é capaz de gerar alterações de odor e sabor²⁴, o que poderia, além do aspecto visual, influenciar no aumento das reclamações sobre a qualidade da água.

Este estudo mostra o quanto é difícil obter relação segura entre as variáveis de saneamento e as condições de saúde da população. O fato de o monitoramento da rede de abastecimento encontrar uma não conformidade na qualidade da água pode refletir positivamente no estado de saúde da população se medidas corretivas forem tomadas. Um fato importante é a percepção da população como um fator de controle, pois ela pode rejeitar a água quando detecta alguma alteração. Nesse caso, a manutenção

das vias abertas de reclamação com a concessionária, principalmente nos momentos de escassez e restrição de abastecimento, é essencial ao bom gerenciamento do serviço de abastecimento de água.

Conclusões

A partir deste estudo, pode-se inferir que a quantidade de amostras com não conformidade identificadas pelo controle de qualidade da concessionária vem aumentando nos últimos anos, mas o INC para os parâmetros CRL, T, CT e EC vem sendo mantido, provavelmente pelo aumento na quantidade de amostras coletas. O número de reclamações realizados pela população em relação à qualidade da água distribuída (IRR) também aumentou. Isso mostra que a água que chega aos usuários apresentou característica organoléptica insatisfatória. Destaca-se que, no período de racionamento, tanto o INC quanto o IRR foram maiores. O número de agravos de DDA e hepatite A vem seguindo a tendência decrescente, e isso mostra que provavelmente esses agravos podem não corresponder à qualidade da água. As correlações mais significativas observadas ocorreram entre a taxa de DDA com o IRR de maneira inversa. Já o IRR teve correlação positiva com o INC de CRL e T, mostrando a dificuldade em obter uma correlação entre as condições de abastecimento de água e os agravos relativos ao saneamento inadequado mesmo nos momentos de racionamento.

Colaboradores

Castro RS (0000-0002-1974-9586)* contribuiu para coleta e estruturação dos dados, elaboração e revisão do artigo. Cruvinel VRN (0000-0003-1518-4167)* contribuiu para estruturação dos dados e revisão do artigo. Oliveira JLM (0000-0002-0361-3457)* contribuiu para estruturação dos dados, elaboração e revisão do artigo. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Davis ML, Masten SJ. Princípios de engenharia ambiental. 3. ed. Porto Alegre: AMGH; 2016.
2. Snow J. On the mode of communication of cholera. London: John Churchill; Prince Street; Soho; 1849.
3. Tucci CEM. Gerenciamento da drenagem urbana. Rev. Bras. Recur. Hídricos. 2002; 7(1):5-27.
4. Castro JE, Heller L. Water and sanitation services: public policy and management. London: Earthscan; 2009.
5. Façanha MC, Pinheiro AC. Comportamento das doenças diarreicas agudas em serviços de saúde de Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 1996 e 2001. Cad. Saúde Pública. 2005; 21(1):49-54.
6. Distrito Federal. Secretaria de Saúde. Subsecretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico: doenças imunopreveníveis e doenças de transmissão hídrica e alimentar. Distrito Federal: NCDIA; NATHA; 2015. [acesso 2018 ago 27]. Disponível em: <http://www.saude.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Doen%C3%A7as-Imunopreven%C3%ADveis-e-doen%C3%A7as-de-Transmiss%C3%A3o-Hidrica-e-Alimentar-n%C2%BA-01-swtembro2015.pdf>.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. 14 Dez 2011.
8. Capodeferro M, Smiderle JJ, Oliveira LAD. Mecanismos adotados pelo Distrito Federal no combate à crise hídrica. In: XXXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; 2018 Out 28-31; Guayaquil. Equador. Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2018.
9. Caesb. Relatório da Administração. Brasília, DF: Caesb; 2017. [acesso em 2018 set 2]. Disponível em: https://www.caesb.df.gov.br/images/arquivos_pdf/Relatorio_da_Administracao-2017.pdf.
10. Moraes WA, Saleh BB, Santos WS, et al. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. Cad. Saúde Colet. 2016; 24(3):361-367.
11. Moraes LRS, Borja PC, Tosta CS. Qualidade de água da rede de distribuição e de beber em assentamento periurbano: estudo de caso. In: Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia sanitária e Ambiental; 1999 Set 20-25; Recife. Pernambuco: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999. p. 1462-73.
12. Lazcano CA. Fallas y problemas de la desinfección urbana. In: Anais do Simposio Regional sobre Calidad del Agua: Desinfección Efectiva [internet]; 1998 out 27-29; Lima. Peru; 1998. p. 1-11. [acesso em 2018 out 5]. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen2.pdf>.
13. Heller L, Pádua VL. Abastecimento de água para consumo humano. Minas Gerais: UFMG; 2006.
14. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População residente enviada ao Tribunal de Contas da União. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação de 2001 a 2015 [internet]. [acesso 2018 dez 15]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>.
15. O'Connor DR. Report of the Walkerton Inquiry: Part two - A Strategy for Safe Water. 2002; Toronto, Canada [internet]. [acesso em 2018 out 20]. Disponível em: http://www.archives.gov.on.ca/en/e_records/walkerton/report2/index.html.
16. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo [internet]. Brasília, DF: MS; 2006. Série A: normas e manuais técnicos. [acesso 2018 dez 5]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_vigiagua.pdf.

17. Meneguessi GM, Mossri RM, Segatto TCV, et al. Morbimortalidade por doenças diarreicas agudas em crianças menores de 10 anos no Distrito Federal, Brasil, 2003 a 2012. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2015; 24(3):721-730.
18. Almeida FF. Influência dos fatores socioambientais, sanitários e enteropatógenos em crianças menores de 5 anos com diarreia atendidas em Unidades de Saúde do Município de Anápolis – GO. [dissertação]. Anápolis: Centro Universitário Unievangélica de Anápolis; 2016. 63 p.
19. Braga RCC, Valencia LIO, Medronho RA, et al. Estimativa de áreas de risco para hepatite A. *Cad. Saúde Pública*. 2008; 24(8):1743-1752.
20. Queiroz JTM, Heller L, Silva SR. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória – ES. *Saúde Soc*. 2009; 18(3):479-489.
21. Meisen MN, Bohn N, Tavares LBB, et al. Ocorrência de doenças diarreicas agudas (DDA) com a qualidade da água para consumo humano no município de Pouso Redondo – SC. *Rev. Estud. Ambient.* [internet]. 2011 [acesso em 2018 fev 2]; 13(2):57-67. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/2673/1803>.
22. Ferreira CT, Silveira TR. Hepatites virais: aspectos da epidemiologia e da prevenção. *Rev. Bras. Epidemiol.* 2004; 7(4):473-487.
23. Silva ALM. Direito do meio ambiente e dos recursos naturais. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. v. 2.
24. Filho SSF, Alves R. Técnicas de avaliação de gosto e odor em águas de abastecimento: método analítico, análise sensorial e percepção dos consumidores. *Eng. Sanit. Ambient.* 2006; 11(4):362-370.

Recebido em 02/04/2019

Aprovado em 14/09/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso

Water quality surveillance and the role of information to ensure access

Ana Carolina Chaves Fortes¹, Paulo Rubens Guimarães Barrocas², Débora Cynamon Kligerman²

DOI: 10.1590/0103-110420195302

RESUMO Este artigo teve como objetivo destacar a relevância da vigilância da qualidade da água para consumo humano no contexto do acesso à água potável, com destaque à perspectiva informacional e de comunicação como elemento fundamental para sua completude. Para tanto, aborda a questão do acesso em seu componente qualitativo, elemento fundamental à garantia de saúde, e o estabelecimento da regulação de vigilância da qualidade da água para consumo humano no mundo e no Brasil. As ações de vigilância de qualidade da água no Brasil, pautadas desde a década de 1980, são fundamentais para garantir o direito ao acesso à água. Todavia, embora ações de comunicação de resultados estejam previstas no escopo da vigilância, no sentido de dar poder aos usuários, existe uma fragilidade na produção e na comunicação que acaba por comprometer o acesso, até então, visto prioritariamente sobre a perspectiva mais dura de disponibilidade e qualidade.

PALAVRAS-CHAVE Qualidade da água. Água potável. Vigilância.

ABSTRACT *This article aimed to highlight the relevance of surveillance of water quality for human consumption in the context of access to safe drinking-water. To fulfill it plentifully, adequate information and communication to society is essential. Thus, public access to the qualitative component is a fundamental element to health assurance and so is the establishment of water quality surveillance regulation for human consumption in the world and in Brazil. Since the 1980's, water quality surveillance actions have been fundamental to guarantee the right to have access to water in Brazil. However, although communication actions of surveillance results are planned in the policy scope of surveillance, in order to empower users, there are some setbacks in information production and its communication that ends up compromising access, seen mainly in the perspective of availability and quality of drinking-water.*

KEYWORDS *Water quality. Drinking water. Surveillance.*

¹Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Teresina (PI), Brasil.
carolina.chaves@ifpi.edu.br

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.



Introdução

O acesso ao saneamento é tido como condição imperativa à dignidade e sobrevivência da pessoa humana, tal qual o provimento adequado de água em quantidade e qualidade. Afirma-se que o envolvimento dos indivíduos na atividade econômica e social depende, primeiramente, de qualidade de vida, por sua vez, viabilizada por acesso ao saneamento, à moradia, à saúde e à educação^{1,2}. Para além de facilitar o acesso, ou ampliar a cobertura dos sistemas de abastecimento, é fundamental garantir que a água fornecida atenda aos requisitos de qualidade para os usos a que se destinam.

No Brasil, a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde³, em seu Anexo XX, dispõe sobre o ‘controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade’, define, entre outros objetivos, garantir que procedimentos de tratamento executados nos chamados sistemas de abastecimento cumpram sua finalidade, ao estabelecer o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), âmbito no qual estão inseridas as ações de controle e vigilância da qualidade, colocadas aqui, como elemento fundamental para garantir acesso, especialmente qualitativo da água.

Como atribuições da vigilância, destaca-se a divulgação permanente e contínua das informações sobre a qualidade da água para consumo e os riscos à saúde associados, regulada pelo Decreto Federal de nº 5.440/2005 que ‘disciplina os instrumentos para divulgação da informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano’³⁻⁶. A sistematização e divulgação dos dados de qualidade da água à população consumidora é um dos níveis de ação de procedimentos de vigilância e, segundo a Organização Pan-americana da Saúde (Opas), tem um grau de complexidade maior e depende do sucesso das demais etapas, como a de monitoramento⁷. Portanto, no contexto da informação, as dificuldades vão desde a geração e conversão dos dados em

informações até a disponibilização destas para a sociedade^{4,8,9}. Neste artigo, realizou-se uma pesquisa de revisão que tem como objetivo destacar a relevância da vigilância da qualidade da água para consumo humano no contexto do acesso a água potável, com destaque à normatização e perspectiva informacional como elemento fundamental para completude deste.

Metodologia

O presente estudo tem caráter exploratório e descritivo. Realizou-se revisão, levantamento bibliográfico e documental para identificar dispositivos normativos e estratégias da vigilância da qualidade da água, especialmente no contexto brasileiro. O levantamento, e, portanto, a discussão, foca no acesso, normalização da vigilância da qualidade de água e produção de informação por esta com fins de tornar a comunicação de resultados à sociedade mais efetiva.

Água, saúde e a regulação para consumo humano

A relação água e saúde é historicamente conhecida: na Grécia Antiga, Hipócrates, em sua obra ‘Água, ar e lugares’, desenhava o primeiro esforço sistemático para apresentar as relações de causa e efeito entre o meio físico e a doença¹⁰⁻¹³. Embora desde a Antiguidade já tenha sido estabelecida relação entre saúde e qualidade das águas, a confirmação dessa relação se deu no século XIX com as observações de John Snow em 1855. Os estudos do médico comprovavam a associação entre água consumida pela população, do distrito de Broad Street, em Londres, e a incidência da cólera. A partir do trabalho de Snow, ocorrem significativos avanços na compreensão da relação entre água contaminada e doenças: a qualidade da água torna-se, então, uma questão de interesse para a saúde pública^{9,14}.

Nas últimas décadas, inúmeros estudos epidemiológicos apontam incremento de

esperança de vida, redução de taxa de mortalidade infantil, entre outros benefícios à saúde, em função da melhoria dos serviços de abastecimento de água. No Brasil, um dos primeiros trabalhos sistemáticos a discorrer sobre a relação saneamento e saúde foi o de Heller¹¹, que levantou 256 estudos epidemiológicos relacionando doenças de veiculação hídrica e saneamento. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a água de baixa qualidade, e a precariedade do saneamento e das condições de higiene causam a morte de 200 pessoas/hora. Ainda segundo estatísticas da OMS, 80% das doenças nos países em desenvolvimento são disseminadas pelas águas; seja de maneira direta, como a diarreia, ou indiretamente como a malária, dengue, febre amarela, e outras relacionadas com vetores que dependem da água para sua proliferação^{15,16}. Nesse sentido, a OMS estima que os investimentos em água e esgotamento sanitário poderiam impactar em, aproximadamente, 9,1% da carga global de doenças, ou seja, na carga de mortalidade prematura e anos perdidos por conta de doenças^{15,17,18}.

As evidências produzidas pelos diversos estudos ao longo dos anos apontam que a estreita relação entre o abastecimento de água e saúde é incontestável. O processo de tratamento de água apresenta-se como condição necessária à adequação da qualidade estabelecida por norma, portanto, o controle de doenças⁷. Entretanto, é salutar destacar que, isoladamente, a implantação e a operação de sistemas de tratamento, embora relevantes, não são capazes de garantir a qualidade da água distribuída à população. É fundamental o estabelecimento conjunto de ações de controle e vigilância, medidas estruturais, instituição de marcos conceituais, regulatórios e institucionais, como as normas de potabilidade que apontam os requisitos de segurança e de qualidade da água ofertada¹¹.

A noção de potabilidade é tida como um conceito universal, entretanto, as normas e os padrões de potabilidade nos diversos países variam em função de aspectos ambientais,

como a qualidade das águas captadas, de aspectos sociais, culturais, econômicos e tecnológicos, que juntos podem refletir na viabilidade de aplicação das normas¹⁹. Cada país deveria estabelecer padrões de potabilidade passíveis de aplicação, monitoramento, controle e vigilância, considerando suas particularidades, aspectos epidemiológicos, ensaios toxicológicos e de qualidade de água.

Nos Estados Unidos, a discussão sobre padrões de potabilidade iniciou-se em 1914 (*figura 1*), quando o United States Public Health Service referenciou pela primeira vez a contaminação bacteriológica. Entretanto, a norma federal americana estabelecia um padrão de microbiológico apenas para a água produzida por sistema de abastecimento que seria transportada em navios e trens para outros Estados^{9,12,19}. Em 1925, a norma supracitada passou pela primeira vez por processo de revisão em que foram inseridas recomendações acerca da proteção dos mananciais de abastecimento e os efeitos da poluição sobre estes. Sugeriu-se, normativamente, que a água para consumo deveria ser inodora, sem gosto e isenta de cor, além de não conter substâncias minerais solúveis. Nos anos seguintes, diversas revisões foram feitas, com destaque para a realizada em 1942, em que foram inseridos pontos de amostragem para coleta e análise bacteriológica na rede de distribuição, e limites para chumbo, cobre, zinco e ferro^{12,19}.

Em 1974, o Congresso Norte Americano aprovou o Safe Drinking Water Act – SDWA (Lei de água de consumo seguro), correspondente da norma de potabilidade do Ministério da Saúde Brasileiro. O SDWA estabeleceu valores máximos e mínimos para uma série de compostos orgânicos e inorgânicos na água de abastecimento; e, à medida que as técnicas laboratoriais foram sendo aprimoradas, novos valores máximos permitidos foram sendo estabelecidos – a lei prevê revisão a cada seis anos. Atualmente, o SDWA é administrado pela United States Environmental Protection Agency (Usep), que tem adotado duas categorias de padrão de potabilidade: o National

Primary Drinking Water Regulation (NPDWR), composto por padrões referentes aos contaminantes que possam representar risco à saúde e tem caráter obrigatório. A esses parâmetros, somam-se o estabelecimento das técnicas e tratamento aplicáveis para alcance dos valores estabelecidos; e o National Secondary Drinking Water Regulation (NSDWR), que não se trata de um padrão normativo compulsório, e, sim, de diretrizes sobre as substâncias que podem produzir impactos estéticos e organolépticos, podendo ou não ser adotados como recomendação pelos Estados^{9,19,20}.

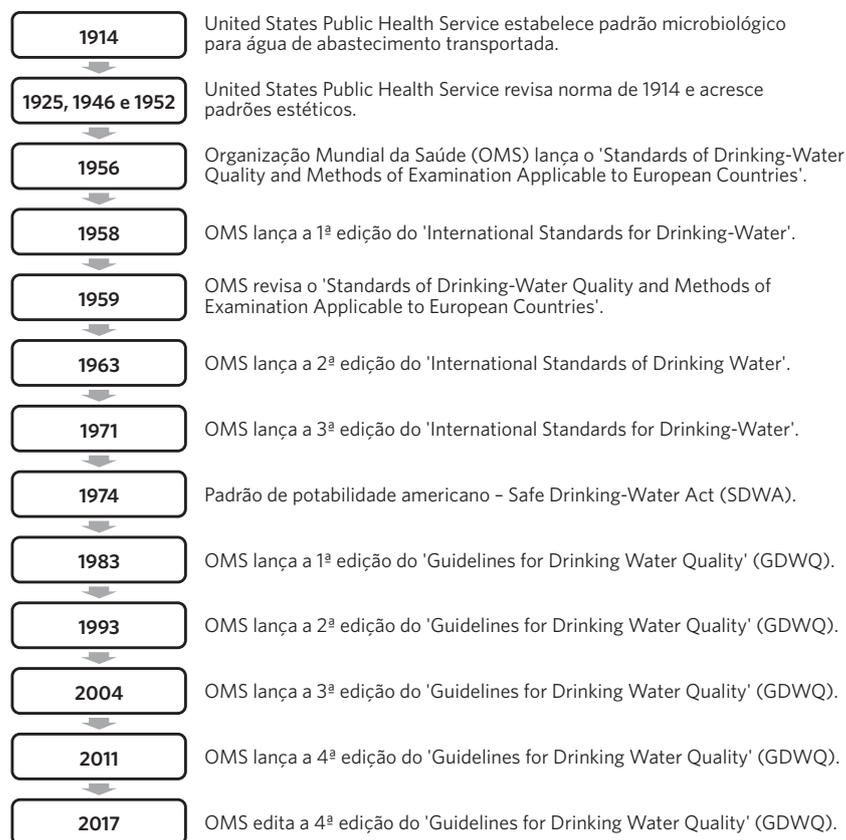
Na década de 1950, a OMS lançou as primeiras diretrizes para padronização da qualidade de água para consumo. No ano de 1956, foi publicado o 'Standards of Drinking-Water Quality and Methods of Examination Applicable to European Countries'; a publicação sofreu sua primeira revisão ainda na década de 1950, em 1959. O trabalho foi a primeira iniciativa da OMS na elaboração de diretrizes relativas à potabilidade da água, e tinha o objetivo de padronizar a divulgação dos analíticos¹⁹.

Após o lançamento dos padrões europeus, a OMS publicou, em 1958, a primeira edição do 'International Standards for Drinking-Water', destinado aos demais países. O documento estabelecia os padrões mínimos de qualidade para o abastecimento doméstico, além de determinar

em seu bojo os métodos adequados para a análise. A estratégia adotada pela OMS era de estimular outros países a melhorar a qualidade da água ofertada. Entretanto, observava-se um distanciamento entre os padrões adotados como 'europeus' e os chamados 'padrões internacionais': os internacionais estabeleciam padrões mínimos, passíveis de serem alcançados, inclusive, por países em desenvolvimento; ao passo que os europeus, em função do aparato econômico e tecnológico, apresentavam padrões mais rigorosos. Após três edições do 'International Standards for Drinking-Water', os padrões internacionais deram lugar, em 1983, ao 'Guidelines for Drinking Water Quality' (GDWQ), que unificou as recomendações relativas à qualidade da água para consumo humano, sem distinguir os países em função de aparato econômico e tecnológico¹⁹.

Dez anos depois, em 1993, foi publicada a segunda edição; em 2004 a terceira edição; e a quarta e última edição foi a publicada em 2011, tendo sido reeditada em 2017, quando além de estabelecer diretrizes para padrões microbiológicos, químicos, radioativos e organolépticos, trouxe em seu bojo metas de proteção à saúde das populações, priorizando aspectos referentes à gestão da qualidade da água diante das mudanças climáticas e situação de escassez^{21,22}.

Figura 1. Cronologia das diretrizes para qualidade da água para consumo humano



Fonte: Elaboração própria.

A normatização da qualidade da água para consumo humano no Brasil

No Brasil, as normas de potabilidade existentes seguem basicamente os padrões recomendados pela OMS, contidas no 'Guidelines for Drinking Water Quality'. O Decreto Federal nº 79.367, de 09 de março de 1977, atribuiu competência ao Ministério da Saúde para elaborar normas e o padrão de potabilidade de água para consumo humano. No mesmo ano, a primeira norma de potabilidade, a Portaria do Ministério da Saúde nº 56²³, foi instituída. Esta, definia os limites máximos para as diversas características físicas, químicas e biológicas inerentes às águas para consumo. Até então, as recomendações do Serviço

Norte Americano de Saúde Pública (United States Public Health Service), juntamente com as diretrizes da OMS, norteavam a qualidade de água^{5,9,12}. Ainda que a Portaria nº 56 determinasse que os responsáveis pelos sistemas de abastecimento devessem cumprir o estabelecido, nem todos os Estados realizavam efetivo controle para a verificação do atendimento aos padrões normatizados. Como forma de incentivar as secretarias de saúde estaduais a realizar ações no âmbito da vigilância, em 1986, o Ministério da Saúde criou o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano^{9,24}.

Posteriormente, o Ministério da Saúde publicou, em janeiro de 1990, a Portaria nº 36, aumentando o número de parâmetros e tornando alguns limites mais restritivos. Em função dessas restrições, a implementação dessa norma foi

postergada para o ano de 1992, por solicitação dos entes públicos envolvidos na administração de sistema de abastecimento de água no País^{12,23}. A Portaria nº 36/1990 inova ao dividir o padrão de potabilidade em três categorias: um referente às características físicas, organolépticas e químicas; uma relativa às características bacteriológicas e outra às características radioativas⁷. Oliveira Junior e colaboradores²⁵ acrescentam que a portaria foi marco para o estabelecimento de uma ferramenta importante no contexto da informação: lançou bases para a concepção da primeira versão do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade para Consumo Humano (Sisagua), disponibilizado apenas no ano 2000, quando, depois de extrapolado o prazo de revisão estabelecido na norma, foi publicada a Portaria de nº 1.469, implementada em janeiro de 2003. No mesmo ano, houve uma mudança estrutural: foi criada a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), que assumiu as atribuições da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), razão pela qual, a portaria anterior foi revogada pela Portaria de nº 518, de março de 2004^{12,24}.

A Portaria nº 518/2004 categoriza os parâmetros microbiológicos de acordo com a fase de tratamento. Esta passou a considerar o padrão microbiológico, incluindo padrão de turbidez para água pós-filtração e pré-desinfecção; padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde, padrão de radioatividade e padrão de aceitação para consumo humano⁷. Em se tratando de substâncias químicas que oferecem riscos à saúde, a portaria as categorizou como inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção. Destaca-se que os agrotóxicos não foram caracterizados como substâncias orgânicas, e, sim, como tipologia específica de substâncias, em função de sua persistência nas matrizes ambientais e sua relevância no contexto de saúde pública da época.

A edição seguinte foi estabelecida pela Portaria de nº 2.914/2011, quinta portaria sobre a potabilidade desde 1977. Entre as revisões feitas, essa foi a mais democrática e participativa, contando com o envolvimento de diversos segmentos

participantes do controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano²⁶. A nova portaria ajustou os valores máximos e mínimos para diversas substâncias baseada na abordagem de avaliação quantitativa de risco químico. Já o estreitamento do padrão microbiológico seguiu a metodologia de avaliação quantitativa de risco microbiológico, que orientou a definição do padrão de turbidez da água filtrada, como indicador da remoção de protozoários, e dos parâmetros de controle da desinfecção, indicadores da inativação de bactérias, vírus e protozoários²⁶. O número de substâncias químicas que representam risco à saúde e o padrão organoléptico passaram de 74 substâncias; e características da água, a 87. Destaca-se, ainda, o controle mais rigoroso do padrão de turbidez, como parte do padrão microbiológico, de 1 uT para 0,5 uT. A Portaria esclarece o procedimento de controle dos padrões organolépticos que passam a ser medidos em termos de intensidade máxima de percepção por meio de técnicas padronizadas de avaliação sensorial. O padrão microbiológico mantém a obrigatoriedade da análise de *E. coli*, considerado como indicador ouro para contaminação fecal. Foi incluída a exigência de análise periódica de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* em mananciais com elevada presença de *E. coli*^{6,26}.

Recentemente, o Ministério da Saúde publicou a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, por meio desta e de seu art. 864, inciso CXXXIII, revogou a Portaria nº 2.914/11³. O conteúdo referente ao Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano passou a integrar o Anexo XX da referida portaria. A portaria consolidou as normas sobre ações e todos os serviços de saúde ofertados pelo SUS. Sob a perspectiva legal, a consolidação, em teoria, não materializa modificação do alcance dos dispositivos consolidados nem sua força normativa, ela apenas integra normas em um único diploma legal.

O quadro 1 pontua aspectos objetos de mudanças entre as portarias já instituídas ao longo dos anos. Observa-se que, da primeira portaria até a atual, novas definições foram

incorporadas, o número de parâmetros a serem monitorados teve um aumento significativo em função do suporte tecnológico. Ademais, evidencia-se que a noção de vigilância da qualidade da água é fortalecida na portaria mais

recente, porém, se considerarmos a relevância das ações executadas e magnitude dos seus impactos, a atuação ao longo dos anos ainda é tímida e fragilizada pelos arranjos estruturais dos executores, os municípios.

Quadro 1. Comparativo das portarias de potabilidade quanto a definições, parâmetros e vigilância

	Portaria Ministério da Saúde nº 56, 1977	Portaria Ministério da Saúde nº 36, 1990	Portaria Ministério da Saúde nº 1.469, 2000	Portaria Ministério da Saúde nº 518, 2004	Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, 2011*
Definições	- Valor Máximo Desejável (VMD).	- Extinção do Valor Máximo Desejável (VMD) e substituição pelo Valor Máximo Permissível (VMP).	- Aprimora definições de: água potável, controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.- Acrescenta definição de solução alternativa de abastecimento, cianobactérias/cianotoxinas.	- São mantidas.	- Definição de água para consumo humano e água potável, padrão de potabilidade, padrão organoléptico, água tratada, solução alternativa individual, coletiva.
Parâmetros	- Total de 36 parâmetros microbiológicos, físico, químicos e organolépticos: 12 substâncias orgânicas, 10 inorgânicas e 14 organolépticas.	- Padrão de potabilidade dividido em 3 categorias: características físicas, organolépticas e químicas (4 físicas, 10 componentes que afetam a qualidade organoléptica, 31 químicos, sendo 11 inorgânicos e 20 orgânicos, incluem os subprodutos de desinfecção); características bacteriológicas (tolerante a coliformes termotolerantes) e características radioativas.	- Padrão microbiológico distinto para água para consumo humano, na saída do tratamento e no sistema de distribuição. - Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção definido para água subterrânea, submetidas à filtração lenta e filtração rápida. - Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde: 13 inorgânicas, 12 orgânicas, 21 agrotóxicos, 6 desinfetantes e produtos secundários a desinfecção, 1 cianotoxina. - Padrão de radioatividade: alfa global e beta global. - Padrão de aceitação para consumo humano: 20.	- Padrão microbiológico distinto para água para consumo humano, na saída do tratamento e no sistema de distribuição. - Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção definido para água subterrânea, submetidas à filtração lenta e filtração rápida. Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde: 13 inorgânicas, 12 orgânicas, 22 agrotóxicos (acrescenta o hexaclorobenzeno), 6 desinfetantes e produtos secundários a desinfecção, 1 cianotoxina.	- Padrão microbiológico distinto para água para consumo humano, água tratada na saída do tratamento. Água tratada no sistema de distribuição. - Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção definido para água subterrânea, submetidas à filtração lenta e filtração rápida. - Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representem riscos à saúde: 15 inorgânicos, 15 orgânicos, 27 agrotóxicos, 7 desinfetantes e produtos secundários à desinfecção, cianotoxinas. - Padrão de radioatividade da água: rádio 226 (alfa) e 228. - Padrão organoléptico: 21 substâncias e parâmetros que alteram características organolépticas.
Vigilância	- Não define vigilância, mas obriga as secretarias estaduais de saúde a efetuar registro contínuo das informações sobre qualidade de água.	- Define controle e vigilância da qualidade de água de abastecimento público. - Pouco explícita quanto às funções, competências e responsabilidades.	- Define controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano. - Torna mais clara as competências, procedimentos e responsabilidades das três esferas considerando as diretrizes e modelo de organização do SUS.	- Define controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano. - Torna mais clara as competências, procedimentos e responsabilidades das três esferas considerando as diretrizes e modelo de organização do SUS.	- Esclarece a atuação municipal no contexto do Vigiagua. - Estabelece procedimentos de controle operacional tanto para sistemas como para soluções alternativas.

Fonte: Elaboração própria.

*A Portaria de Consolidação nº 5/2017 não modificou definições, nem parâmetros.

A vigilância da qualidade da água para consumo humano

Durante as décadas de 1980 e 1990, a reforma sanitária brasileira possibilitou que as ações de vigilância em saúde incluíssem em seu escopo os determinantes socioambientais dos problemas de saúde. Nesse processo, Freitas e Freitas⁹ conferem destaque à criação do Sistema Único de Saúde (SUS), em 1990, e ao Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável, elaborado em 1995, como contribuição brasileira à Conferência Pan-Americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável (Copasad), ocorrida em 1992. Por intermédio destes, a vigilância em saúde ambiental passou a ter vínculos com as atribuições do SUS. A Vigilância Ambiental trata-se de um processo contínuo e sistemático de acompanhamento de dados, mais recentemente, definida pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), em sua Resolução nº 588/2018, como um conjunto de ações e atividades que permitem o conhecimento e identificação dos determinantes e condicionantes ambientais que interferem na saúde humana, e que guardam a finalidade de aprimorar, recomendar e adotar medidas de promoção à saúde, prevenção e monitoramento dos fatores de riscos relacionados com as doenças ou agravos à saúde^{7,15,28}.

Em 2005, com o advento da Instrução Normativa nº 01/2005, do Ministério da Saúde, foram estabelecidas as competências das diferentes esferas nas aéreas de vigilância de saúde ambiental no País. Essa norma regulamentou o Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA), que tem entre atribuições a coordenação, avaliação, planejamento, acompanhamento, inspeção e supervisão das ações de vigilância, relacionadas com as doenças e agravos à saúde no que se refere à água para consumo humano, contaminação do solo e ar, desastres naturais, contaminantes ambientais e substâncias químicas, acidentes com produtos perigosos, efeitos dos fatores físicos e condições saudáveis no ambiente de trabalho^{5,15}.

A vigilância da qualidade da água para consumo humano emergiu em 1986, quando o Ministério da Saúde criou o Vigiagua. Na ocasião, a vigilância não tinha o escopo atual: era restrita ao controle laboratorial e normativo. Entretanto, foi com a edição da Portaria nº 1.469/00 que o Vigiagua passou a ser implementado, por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM)^{4,9,15,27}. A vigilância em saúde ambiental relacionada com a qualidade da água para consumo humano compreende o conjunto de ações adotadas de forma sistemática e contínua pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atenda ao padrão e às normas estabelecidas na legislação vigente e para avaliar os riscos que a água de consumo representa para a saúde humana⁸.

No escopo do Vigiagua, são contempladas ações de controle e vigilância. As duas vertentes diferenciam-se basicamente por atribuição de competência: vigilância é de responsabilidade do setor saúde; e o controle de qualidade da água para consumo humano, de competência dos responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento. Ambas as ações configuram instrumentos essenciais para a garantia da proteção à saúde dos consumidores^{6,8}.

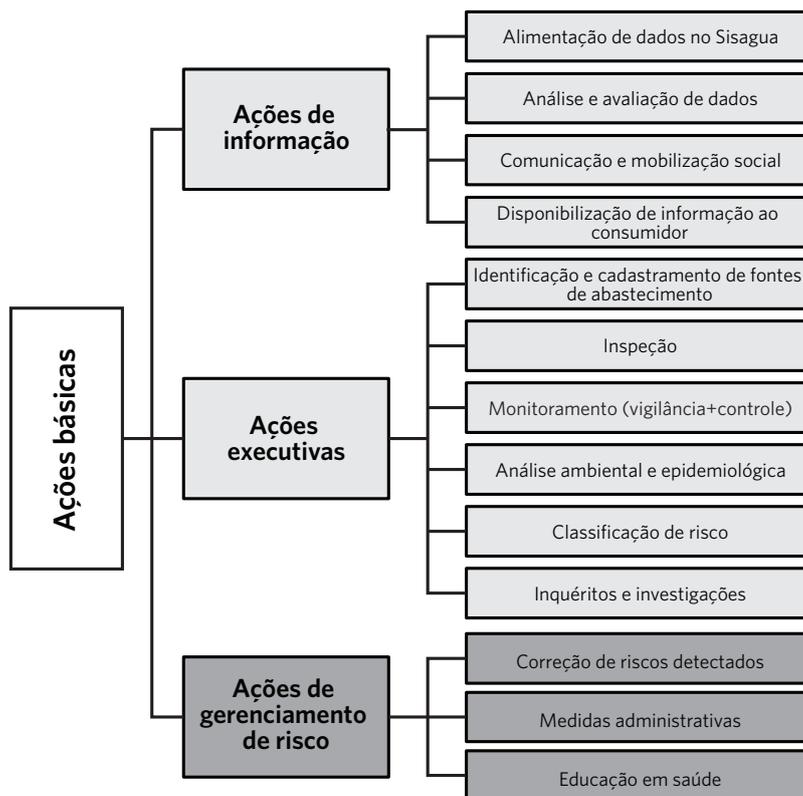
A vigilância da qualidade da água integra ações de inspeção, de monitoramento e informativas, necessitando de indicadores operacionais, indicadores físico-químicos e microbiológicos da água, bem como indicadores epidemiológicos, sanitários e ambientais⁷. Um dos desafios é garantir a avaliação integrada, que é compreendida como interpretação conjunta de dados sobre a qualidade de água para consumo humano ao longo do abastecimento e consumo, compondo as partes de um todo dinâmico^{4,9}.

A Secretaria de Vigilância em Saúde, na tentativa de padronizar as ações de vigilância de qualidade da água, adotou um modelo de atuação com ações divididas em estratégicas e básicas. As ações básicas estão distribuídas em três grupos: ações de informação, ações executivas e ações de gerenciamento de risco (figura 2). As ações de informação

dizem respeito à alimentação do Sisagua, análise e avaliação dos dados, comunicação e mobilização social, e disponibilização de

informação ao consumidor. Essas ações relacionam-se diretamente com as ações executivas de monitoramento^{7,8}.

Figura 2. Ações básicas de operacionalização da vigilância da qualidade de água para consumo humano



Fonte: Adaptado de Brasil^{7,8}.

O Sisagua tem sido alimentado com dados de monitoramento de parâmetros microbiológicos, químicos e físico-químicos realizado pelo controle de qualidade da água e pela vigilância. Lembrando que o módulo Vigilância refere-se aos dados do monitoramento da qualidade da água realizado pelas Secretarias de Saúde nos municípios²⁵. O sistema visa dar suporte às ações de vigilância, provendo informações a respeito do fornecimento e a qualidade da água para consumo humano oriunda de todas as formas de abastecimento. A inserção dos dados continuamente no Sisagua é, portanto,

condição fundamental para o alcance de objetivos específicos do Vigiagua como o acompanhamento sistemático do monitoramento, a informação da população acerca da qualidade da água e riscos à saúde, gerenciamento de risco em saúde, promoção de educação, comunicação e mobilização social e oferta de subsídios a definição de estratégias de ação pelos entes envolvidos no processo de garantia da qualidade da água^{7,9,25,29}.

Ao avaliar os desafios do Sisagua e das ações de vigilância, Freitas e Freitas⁹ destacam a geração de dados, análise e disseminação da

informação como etapas executadas precariamente. Os autores apontam que a fragilidade na coleta dos dados, análise e alimentação nos bancos de dados geram problemas de disponibilidade das informações para todos os níveis. Esta não disponibilidade de informações, na percepção destes,

contraria uma das atribuições do nível federal, que é o de divulgar informações visando à ampliação da consciência sanitária e à participação da população nas atividades de vigilância e controle de agravos⁹⁽¹⁰⁰⁰⁾.

A divulgação de informações ao consumidor, conforme instituído no Decreto nº 5.440/2005, deve ser feita de forma clara e de fácil compreensão⁵, o que necessita de um olhar mais cuidadoso para avaliar a adequação do que vem sendo disponibilizado ao público. O anexo XX da Portaria de consolidação nº 5/2017³, em consonância com o decreto supracitado, destaca que o responsável pelo abastecimento deve sistematizar as informações sobre a qualidade da água de forma compreensível aos consumidores e disponibilizando-os para pronto acesso, assim como delimita que os estados deverão garantir informação à população em conformidade com o Decreto nº 5.440/2005.

Devem ser observados nesse processo de informação aspectos de linguagem, conteúdo veiculado, meios de comunicação empregados, e, sobretudo, deve ser feita uma reflexão sobre a efetividade da comunicação³⁻⁵. Almeida faz uma crítica à portaria de potabilidade, que define os padrões, mas não permite uma classificação da água dentro de uma escala de qualidade, o que requer explicações adicionais ao público leigo. Dentro dessa perspectiva, outro desafio que pode ser apontado é o da gestão participativa. Na concepção de Freitas e Freitas⁹, o entendimento de participação dos gestores e técnicos, que atuam na vigilância e controle, tem sido meramente de informar a população e aos conselhos de saúde e meio ambiente, sobre a qualidade da água,

de forma assimétrica e passiva, por meio de relatórios mensais, que registram um determinado estado qualitativo passado, insuficiente para a prevenção de doenças⁹⁽¹⁰⁰¹⁾.

Vigilância, informação e empoderamento

Promover saúde implica promover qualidade de vida, com foco em ambientes saudáveis e sustentáveis, sendo que o alcance de tal engloba o acesso à água de boa qualidade e ao saneamento³¹. Deve-se lembrar que o acesso à água é considerado um direito fundamental da pessoa humana. A discussão a esse respeito data de 1977, quando as Nações Unidas afirmaram que todas as pessoas, independentemente da situação econômica e social, tinham direito ao acesso à água potável em quantidade e qualidade suficiente para garantir as necessidades básicas. Em 1979, a 'Convenção pela eliminação de todas as formas de preconceito contra a mulher' reconhecia que era preciso garantir o acesso à água às mulheres. Dez anos depois, em 1989, a 'Convenção pelos Direitos da Criança' estabeleceu o livre acesso à água para as crianças, uma vez que esta seria uma premissa fundamental para seu desenvolvimento. Mais recentemente, na década de 2000, o direito à água foi citado no 'General Comment' para a saúde como direito fundamental à promoção da saúde humana. Apesar dos marcos citados, o acesso à água só veio a ser reconhecido internacionalmente como direito humano pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2010, com a Resolução A/RES/64/292 que dispunha sobre o Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sanitário^{16,32,33}.

O acesso à água potável é um processo complexo em função dos diversos fatores envolvidos, devendo considerar requisitos como disponibilidade, qualidade/segurança, aceitabilidade de suas características pelo consumidor, acessibilidade física e financeira; além dos princípios gerais dos direitos

humanos^{2,16,34}. Envolve, portanto, a perspectiva quantitativa e qualitativa; e o simples acesso à rede ou o percentual de cobertura não reflete verdadeiramente a universalização do serviço, tampouco a qualidade deste, devendo, portanto, considerar também elementos socioeconômicos e culturais das comunidades e a qualidade dos serviços ofertados^{2,34}.

A precariedade do acesso pode implicar risco ao aumento na incidência de doenças associadas à água, e este, por tratar-se de uma questão complexa, carece ser visto sob a perspectiva de promoção da saúde. No processo de promoção da saúde, as comunidades assumem papel relevante, uma vez que, segundo definição proposta pela primeira Conferência Internacional Sobre Promoção da Saúde, realizada em Ottawa, em 1986, a promoção da saúde é um processo de capacitação da comunidade para atuar em prol da melhoria de sua qualidade de vida, possibilitando o controle dos determinantes em saúde, o que compreende um maior engajamento e participação social³⁵. Reafirmando o valor do papel das comunidades na promoção de saúde, a sexta Conferência Internacional de Promoção da Saúde, realizada no ano de 2005, em Bangkok, Tailândia, enfatizou a relevância de formar recursos humanos para a promoção de saúde, preconizando que a promoção de saúde seja foco também das iniciativas comunitárias e da sociedade civil³¹.

No Brasil, o SUS encontra-se organizado seguindo algumas diretrizes básicas, entre elas, a participação da comunidade. A vigilância da qualidade da água no Brasil encontra-se fundada nos princípios e diretrizes do SUS, entre os quais evidencia-se os doutrinários, que são os da integralidade, igualdade e equidade; os organizacionais, que versam sobre descentralização, regionalização, hierarquização; e os executivos, que determinam o uso da epidemiologia, integração de ações de saúde, meio ambiente e saneamento, organização dos serviços de modo a evitar duplicidade de meios para fins idênticos, divulgação de informações e participação da comunidade. Além do princípio

da essencialidade, entendendo que o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade adequada é fundamental à vida humana⁴.

Destacam-se como componentes fundamentais dentro das ações de vigilância para qualidade da água de consumo humano a coleta de dados, a análise regular destes e a sua disseminação periódica. Esse tripé subsidia as ações de controle, educação e comunicação social⁸. A disponibilização de informações acerca da qualidade da água ofertada à população deve ser feita de forma clara, dando-lhes autonomia para enfrentamento de seus problemas. Essa autonomia é o que Toledo e Pelicioni³¹ chamam de *empowerment* ou empoderamento, trata-se de um processo de ampliação do indivíduo como sujeito social, de desenvolvimento pessoal, interpessoal ou de ampliação de poder político. Segundo os autores, na promoção da saúde, o empoderamento possibilita que os indivíduos ampliem o controle sobre suas vidas pela participação comunitária.

Como extensão da promoção à saúde, surge, na década de 1990, a Atenção Primária em Saúde Ambiental (Apsa), que, segundo a Opas, trata-se de uma estratégia de ação ambiental de caráter preventivo e participativo em nível local que permite a definição de suas responsabilidades e deveres em relação à proteção, conservação e recuperação do ambiente e da saúde em nível individual e comunitário¹⁵. Em todos os contextos, seja da promoção da saúde, da Apsa ou da vigilância da qualidade da água, o desenvolvimento das comunidades requer um pleno e contínuo acesso à informação, condição fundamental para o processo de *empowerment*³¹.

No processo de vigilância da qualidade da água para consumo humano, Freitas e Freitas⁹ apontam como entraves à participação da sociedade e controle social a limitação na produção da informação. Existe uma clara dificuldade na conversão de dados em informação e indisponibilidade destes as mais distintas esferas e até mesmo à população. A disponibilidade de informações à sociedade assistida por ações de saúde está prevista

na Lei Federal nº 8.080/90 (lei de criação do SUS) e no próprio Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, em que fica claro que compete aos responsáveis pelo controle e vigilância manter a população informada acerca da qualidade da água. Ademais, consta no Código de Defesa do Consumidor na condição de direito básico a informação adequada e clara sobre produtos e serviços. A não disponibilidade contraria ainda o papel da União no sentido de fomentar a consciência sanitária e a participação da população^{3,7,9}.

A forma como a comunicação sobre a qualidade da água tem sido feita, muitas vezes, faz-se reducionista, e não direcionada ao público usuário, comumente leigo, excluindo da tomada de decisão a comunidade. A componente informação se põe como elemento fundamental no processo de análise do acesso à água, a sua ausência ou fragilidade acaba por comprometer o acesso à água, dificultando a participação social, estabelecimento de ações de promoção e prevenção em saúde ambiental.

Os dados contidos no Sisagua são de domínio público, podendo, a qualquer tempo, serem solicitados, ademais, os dados inseridos na versão mais recente do sistema, o Sisagua 4, encontram-se disponíveis no Portal Brasileiro de Dados Abertos. Por sua natureza e finalidade, o banco de dados subsidia as ações de vigilância da qualidade da água, além de fornecer indicadores de saúde ambiental e de caracterização do abastecimento de água no Brasil²⁵. Todavia, deve-se destacar que os dados do Sisagua são utilizados pela gestão e instituições de pesquisa. Apesar do avanço no sentido de tornar público e dar transparência ao processo de vigilância, os dados publicados necessitam de tratamento especial, e não há comunicação efetiva ao público usuário.

Considerações

O acesso à água potável, já consolidado como direito fundamental da pessoa humana, deve ser garantido sob o aspecto de disponibilidade

quantitativa e qualitativa. No que diz respeito à qualidade, o tratamento não é a única forma de garantir o acesso. Estratégias como a da vigilância, direcionadas aos padrões normatizados de potabilidade, são fundamentais para atendimento desse componente. Normativamente, o processo de vigilância já está consolidado no contexto brasileiro, entretanto, no campo prático, são muitos os desafios. Entre as diversas ações inerentes ao escopo da vigilância em qualidade da água, as de informação, especialmente no campo da comunicação e mobilização social, são, muitas vezes, relegadas a um segundo plano, em função de fragilidades que estão para além das ações de comunicação: são fragilidades em ações executivas, como o monitoramento. Tais lacunas comprometem o acesso em seu componente qualitativo e impedem o atendimento integral dos objetivos da vigilância de qualidade da água. Ademais, tais lacunas podem, ainda, dificultar, em alguma medida, pesquisas que visem ao acompanhamento das Doenças Relacionadas com o Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) e ao estabelecimento de relações causais com dados de vigilância. Embora recentemente esteja havendo um esforço em disponibilizar esses dados, de forma ampla e aberta, à sociedade, ainda há que se trabalhar melhor a forma de disponibilização destes de modo que inteligível à sociedade. A transparência na produção de dados e a informação têm papel crucial em processos de efetiva mobilização social na busca e defesa do acesso. Em suma, todo processo carece de fortalecimento: faz-se necessário investir nas estruturas de vigilância, aparato laboratorial e capital humano para que as ações básicas em vigilância possam vir a ser mais efetivas.

Agradecimentos

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz) e ao Instituto Federal do Piauí (IFPI).

Colaboradores

Fortes ACC (0000-0003-3044-0229)*, Barrocas PRG (0000-0002-7516-9252)* e Kligerman DC (0000-0002-7455-7931)* contribuíram igualmente na elaboração do manuscrito. ■

Referências

1. Paganini WS, Galvão Junior AC. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.* 2009; 14(1):79-88.
2. Razzolini MTP, Günther WMR. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. *Saúde soc.* 2008; 17(1):21-32.
3. Brasil. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União.* 5 Set 2017.
4. Bevilacqua PD, Carmo RF, Melo CM, et al. Vigilância da qualidade da água para consumo humano no âmbito municipal: contornos, desafios e possibilidades. *Saúde soc.* 2014; 23(2):467-83.
5. Brasil. Decreto nº 5.440, de 04 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. *Diário Oficial da União.* 4 Maio 2005.
6. Brasil. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. *Diário Oficial da União.* 12 Dez 2011.
7. Brasil. Manual de procedimentos em vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2006.
8. Brasil. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2006.
9. Freitas MB, Freitas CM. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. *Ciênc. Saúde Colet.* 2005; 10(4):993-1004.
10. Giatti LL. Fundamentos das relações entre saúde e ambiente. In: Giatti LL, organizador. *Fundamentos de saúde ambiental.* Manaus: UFAM; 2009.
11. Heller L. Saneamento e Saúde. Brasília, DF: OPAS; 1997.

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

12. Libânio M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomo; 2010.
13. Rezende SC, Heller L. O saneamento no Brasil: políticas e interfaces. 2. ed. rev. e ampliada. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2008. (Coleção Ingenium).
14. Rosen G. Uma história da saúde pública. São Paulo: Hucitec; Unesp; 1994.
15. Camello TCF, Garcia VS, Araújo SB, et al. Gestão e vigilância em saúde ambiental. Rio de Janeiro: Thex; 2009.
16. Neves-Silva P, Heller L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciênc. Saúde Colet.* 2016; 21(6):1861-1870.
17. Giatti LL. Precariedades em saneamento básico, doenças de veiculação hídrica e demais moléstias associadas. In: Giatti LL, organizador. Fundamentos de saúde ambiental. Manaus: UFAM; 2009. p. 24-58.
18. Oliveira AF, Leite IC, Valente JG. Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil: 2005. *Ciênc. Saúde Colet.* 2015; 20(4):1027-36.
19. Pinto VG. Análise comparativa de legislações relativas à qualidade da água para consumo humano na América do Sul [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2006.
20. United States Environmental Protection Agency. Understanding the Safe Drinking Water Act. [internet]. 2004 [acesso em 2019 abr 23]. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/epa816f04030.pdf>.
21. World Health Organization, organizador. Guidelines for drinking-water quality. 4. ed. Geneva: WHO; 2011.
22. World Health Organization. Guías para localidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. Geneva: WHO; 2017.
23. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Altera a portaria de nº 56/1977. *Diário Oficial da União.* 20 Jan 1990.
24. Fernandes Neto ML. Norma Brasileira de Potabilidade de Água: Análise dos parâmetros agrotóxicos numa abordagem de avaliação de risco [internet]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2010. p. 169. [acesso em 2016 dez 10]. Disponível em: <http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/2581>.
25. Oliveira A, Magalhães TB, Mata RN, et al. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade*. *Epidemiol. Serv. Saúde* [internet]. 2019 [acesso em 2019 abr 30]; 28(1):e2018117. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ress/v28n1/2237-9622-ress-28-01-e2018117.pdf>.
26. Ribeiro MCM. Nova portaria de potabilidade de água: busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade da água potável distribuída no Brasil. *Rev. DAE.* 2012; (189):1-76.
27. Brasil. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. 2000. *Diário Oficial da União.* 30 Dez 2000.
28. Brasil. Resolução MS/CNS nº 588, de 12 de julho de 2018. Fica instituída a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS), aprovada por meio desta resolução. *Diário Oficial da União.* 13 Ago 2018.
29. Brasil. Ministério da Saúde. Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2005. (Série C-Projetos, programas e relatórios).
30. Almeida RAS. Índice de qualidade de águas subterrâneas destinadas ao uso na produção de água potável (IQAS) [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2007. p. 184.

31. Toledo RF, Pelicioni MCF. O papel da educação para a promoção da saúde. In: Giatti LL, organizador. Fundamentos de Saúde Ambiental. Manaus: UFAM; 2009.
32. Ribeiro WC. Geografia política da água. São Paulo: Annablume; 2008. (Coleção Cidadania e meio ambiente).
33. Augusto LGS, Gurgel IGD, Câmara Neto HF, et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. Ciênc. Saúde Colet. 2012; 17:1511-1522.
34. Brasil. Plano Nacional de Saneamento Básico - PLAN-SAB. Brasília, DF: Ministério das Cidades; 2013.
35. Buss PM. Promoção da saúde e qualidade de vida. Ciênc. Saúde Colet. 2000; 5(1):163-177.

Recebido em 01/05/2019
Aprovado em 25/09/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Dos instrumentos de gestão de recursos hídricos – o Enquadramento – como ferramenta para reabilitação de rios

On water resources management instruments – Framing – as a tool for river rehabilitation

David de Andrade Costa^{1,2}, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção³, José Paulo Soares de Azevedo¹, Marco Aurélio dos Santos¹

DOI: 10.1590/0103-11042019S303

RESUMO O Enquadramento dos Corpos Hídricos em Classes de Usos Preponderantes, de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005, possibilita o estabelecimento de metas a serem alcançadas, ou mantidas, em um segmento de corpo d'água de acordo com seus usos preponderantes. Sua proposição é responsabilidade dos Comitês de Bacia Hidrográfica, na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro; o Comitê Piabanha definiu como prioridade o Enquadramento do Rio Piabanha. Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi comparar em que medida o Enquadramento comporta-se como um processo de reabilitação da saúde dos rios. Busca-se construir um referencial teórico e definir diretrizes metodológicas para projetos de enquadramento de recursos hídricos. Nas conclusões, são destacadas cinco recomendações consideradas chave para o processo de enquadramento.

PALAVRAS-CHAVE Usos da água. Poluição de rios. Qualidade da água.

ABSTRACT *The Framing of Water Bodies in Preponderant Uses Classes, according to Conama Resolution nº 357/2005, enables the establishment of goals to be achieved, or maintained, in a body of water according to its predominant uses. Its proposal is the responsibility of the River Basin Committees, in the Mountain Region of the state of Rio de Janeiro; The Piabanha Committee has set the Framing of the Piabanha River as a priority. In this sense, the objective of this article was to compare the extent to which the Framing behaves as a process of rehabilitation of river health. It seeks to build a theoretical approach and define methodological guidelines for water resources framing projects. In the conclusions, five recommendations that are considered key to the framing process are emphasized.*

KEYWORDS *Water use. River pollution. Water quality.*

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
david.costa@iff.edu.br

²Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), Campus Avançado São João da Barra – São João da Barra (RJ), Brasil.

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.



Introdução

No Brasil, poucos dados de monitoramento contínuo demonstram a melhora da qualidade das águas dos rios^{1,2}. A distribuição espacial adequada e a continuidade das séries históricas são um desafio constante na operação de uma rede qualiquantitativa. Tais descontinuidades prejudicam o acompanhamento da saúde ambiental dos rios e inviabilizam a tomada de decisão factual por parte do agente fiscalizador.

Em analogia aos exames clínicos, solicitados por um médico, de parâmetros como hemograma, taxas de glicose, colesterol entre muitos outros que aferem a saúde humana, parâmetros de qualidade da água, como Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), potencial Hidrogeniônico (pH), entre outros, aferem a saúde de um corpo hídrico.

Oportuno estudo ‘Observando Rios’, produzido pela SOS Mata Atlântica, trouxe dados coletados e analisados do período de março de 2016 a fevereiro de 2017, contendo preocupantes resultados sobre a saúde dos rios, bastante afetada e requerendo cuidados. “Foram realizadas 1.607 análises da qualidade da água, em 240 pontos de coleta, distribuídos em 184 corpos d’água, em 73 municípios de 11 estados do bioma Mata Atlântica”¹⁽⁶⁾, concluindo que 51 rios apresentaram qualidade ruim ou péssima; e 97, regular, segundo os padrões do Índice de Qualidade da Água (IQA). Como tratar esses rios? É possível recuperá-los?

Entre os instrumentos de gestão instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos³ (Lei nº 9.433/97), o Enquadramento dos Corpos Hídricos em Classes de Usos Preponderantes, de acordo com a Resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357/2005, possibilita o estabelecimento de metas a serem alcançadas, ou mantidas, em um segmento de corpo d’água de acordo com seus usos preponderantes⁴.

Os parâmetros estabelecidos para as classes de enquadramento são uma referência para o *checkup* da saúde dos rios, englobando todos os elementos que medem a qualidade da água a partir de um monitoramento contínuo.

Sabe-se que a água é precursora da vida e que sem ela em quantidade e qualidade não há bem-estar, portanto, a saúde humana fica enormemente comprometida. Essa lógica levou a que, historicamente, os aglomerados humanos instalassem-se nas proximidades de rios, lagos e estuários.

No entanto, com o processo de urbanização, as características dos ambientes naturais foram fortemente alteradas, trazendo consequências indesejáveis, como: a redução da qualidade da água, a perda da capacidade de suporte da vida aquática, a redução da quantidade de água devido aos seus usos e a alterações na geomorfologia local⁵, além das indesejáveis doenças de veiculação hídrica.

Visando ensejar a reversão desse histórico de degradação, a Organização das Nações Unidas (ONU), ao reconhecer o saneamento e o acesso à água como direito humano, propôs o Programa Objetivos do Milênio⁶ que estabeleceu, entre outros, o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6.6), relativo à proteção e restauração de ecossistemas relacionados com a água. Outro grande marco foi a declaração da assembleia geral da ONU, 1º de março de 2019, que estabeleceu o período de 2021 a 2030 como a década da restauração de ecossistemas⁷.

No cenário local, o Comitê Piabanha^{8,9}, integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos¹⁰, definiu como prioridade o Enquadramento do Rio Piabanha, situado na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro. É esperado que metodologia aplicada nesse projeto seja a referência para o Enquadramento dos demais rios da região.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é comparar em que medida o Enquadramento comporta-se como um processo de reabilitação da saúde dos rios. Busca-se construir um referencial teórico e definir diretrizes metodológicas para projetos de enquadramento de recursos hídricos.

Material e métodos

Para o tópico Enquadramento de Recursos Hídricos, realizamos uma pesquisa

bibliográfica sistemática que compreende o período de 2008 a 2019. O ano inicial é justificado pela publicação a Resolução nº 91/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos¹¹ (CNRH) que dispõe sobre critérios gerais para o enquadramento de corpos hídricos.

Para o levantamento de artigos científicos, foi utilizada a plataforma do Periódico Capes, constituída por 520 bases de dados, o que inclui a base Scopus, a Web of Science, a Springerlink e a Scientific Electronic Library Online (SciELO). Além dessas bases, também foram utilizadas as ferramentas de busca da ‘Revista Brasileira de Recursos Hídricos’ e da revista ‘Saúde em Debate’.

Foram utilizados os seguintes termos de busca: ‘enquadramento recursos hídricos’, ‘enquadramento rios’, ‘enquadramento corpos d’água’, ‘efetivação metas enquadramento’, ‘*water use classifications goals*’, ‘*water use designation target*’.

As áreas do conhecimento consideradas foram ‘*Water Quality, Environmental Sciences, Rivers, Water Resources, Public Health, Environmental Monitoring, Watersheds, Engineering/Environmental, River Basins, Water Pollution, Water Resources Management, Brazil, Recursos Hídricos, Qualidade da Água*’.

Para o tópico Doenças de Veiculação Hídrica, realizamos uma busca direcionada para a Região Hidrográfica IV (RH-IV), área de atuação do Comitê Piabanha. Foram utilizados os seguintes descritores: ‘doenças de veiculação hídrica na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro’, ‘esquistossomose mansônica no estado do Rio de Janeiro’, ‘esquistossomose mansônica na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro’, ‘esquistossomose mansônica no município de Sumidouro’. Utilizamos a plataforma Periódico Capes e a bases da PubMed.

Como critérios de seleção, foram utilizados: 1) Artigos revisados por pares; 2) Menção explícita dos termos de busca no título; 3) Referência explícita no resumo de experiências ou metodologias ou diretrizes para o Enquadramento; 4) Referência explícita no resumo de doenças de veiculação hídrica com ocorrência nos municípios integrantes da RH-IV.

Para a temática Reabilitação de Rios, buscamos os documentos norteadores da Society for Ecological Restoration (SER). Buscamos, ainda, os documentos temáticos produzidos no âmbito da ONU.

Além da revisão bibliográfica, discutimos uma série histórica de dados de qualidade da água em dois pontos do Rio Piabanha no período entre 2014 e 2018. Os dados sistematizados são provenientes do monitoramento sistemático realizado pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea).

Área de estudo

A RH-IV do Rio de Janeiro representa uma área de 4.484 km² e compreende, na integralidade, os territórios dos municípios de Teresópolis, Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia e Sumidouro, e parcialmente os municípios de Petrópolis, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Três Rios e Carmo¹².

A Bacia do Rio Piabanha, inclusa na RH-IV e localizada na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, possui 2.050 km² de área¹². As duas maiores cidade da região, Petrópolis e Teresópolis, ocupam as cabeceiras das bacias e dão origem ao Rio Piabanha e ao Rio Preto respectivamente.

O saneamento é um dos maiores problemas de saúde ambiental da região, pois as cidades cresceram de maneira desordenada ao longo da hidrografia local. O território abriga uma população de aproximadamente 500 mil habitantes¹² e possui uma economia diversificada com indústrias, comércio, serviços e agricultura, especialmente, de hortaliças. O Rio Piabanha, com 80 km de extensão, drena os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios, seus principais afluentes são o Rio Preto e o Rio Fagundes.

O Comitê Piabanha é o responsável por promover a gestão dos recursos hídricos da RH-IV do Rio de Janeiro. Dentre suas atribuições, destacam-se a aprovação e a implementação do Enquadramento de Recursos Hídricos nos termos da Lei Estadual nº 3.239/1999.

Resultados e discussões

Qualidade da água na Bacia do Rio Piabanha

A Bacia do Rio Piabanha conta com cinco pontos de monitoramento sistemático do Inea¹³, sendo um no Rio Preto, um no Rio Paquequer, um no Rio Santo Antônio e dois pontos no Rio Piabanha – um em Petrópolis e outro em Três Rios, respectivamente na cabeceira e na foz.

Os parâmetros de qualidade da água aferidos são DBO, Fósforo Total, Nitrato, OD, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Temperatura (*quadros 1 e 2*). Com base nesses parâmetros, é possível calcular o Índice de Qualidade da Água do National Sanitation Foundation (IQA_{NSF}), oficialmente adotado pelo estado do Rio de Janeiro.

No caso dos coliformes termotolerantes, todas as amostras da série histórica violam o padrão de 100 NMP/100 ml estabelecido para classe 2 pela Conama n° 357/2005. As altas concentrações de coliformes evidenciam o lançamento de esgoto no Rio Piabanha, propiciando a presença de patógenos nessas águas.

A ausência e/ou ineficiência de coleta e tratamento de efluentes sanitários que, para

os corpos hídricos, ensejam poluição; para a população, é causa de inúmeras doenças de veiculação hídrica. Endemias como da esquistossomose no município de Sumidouro são bastante documentadas por artigos^{14,15} que abrangem pesquisas há mais de meio século, e, ainda hoje, o problema persiste nas áreas rurais: essa doença também foi detectada no município de Carmo¹⁶.

Outros autores relatam a ocorrência de patógenos, como *Cryptosporidium parvus* em hortaliças em Teresópolis^{17,18}. Casos de hepatite A, leptospirose, giardíase, entre outros, são comuns e podem apresentar-se em maior quantidade nos períodos de cheias, em que é comum o extravasamento das águas dos rios¹⁹. No geral, a percepção dos autores que residem nessa região indica que a RH-IV apresenta um quadro epidemiológico com subnotificações de casos, dado que nem todo episódio de gastroenterite é registrado.

O parâmetro OD na água está diretamente relacionado com a atividade biológica no rio e com a sua respectiva DBO, permitindo inferir os processos aeróbios e anaeróbios de biodegradação no rio. Em linhas gerais, baixos teores de OD estão majoritariamente relacionados com poluição das águas por material orgânico e demais nutrientes, em especial, o esgoto sanitário²⁰.

Quadro 1. Série histórica de 2014 a 2018 do monitoramento sistemático do Inea no Rio Piabanha após o centro urbano de Petrópolis

Data	IQA _{NSF}	Categoria qualidade IQA	DBO (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (uT)	Coliformes* NMP/100mL	SDT (mg/L)	Temp Água (°C)
08/01/2014	48,5	Ruim	4,2	0,22	0,88	4,8	6,9	4,8	33.000	78	17
12/03/2014	43,5	Ruim	5	0,32	5,23	4,2	7,1	3,8	79.000	135	20
26/05/2014	42,7	Ruim	7,2	0,76	5,64	4,6	6,9	4,4	33.000	101	18
22/07/2014	35,3	Ruim	7,2	0,98	6,86	3,2	7,5	4,1	92.000	111	15
28/10/2014	44	Ruim	7,2	0,27	4,84	6	7	6	1.600.000	129	17
16/06/2015	N/A	N/A	8,4	0,82	ND	3	7,2	8	120.000	109	12
21/09/2015	36	Ruim	6	0,89	0,06	1,4	7,6	3,1	19.000	140	18
17/11/2015	62,3	Média	2	0,31	3,69	7,2	7,4	22,8	3.400	100	25
02/02/2016	51,9	Média	9	0,24	1,91	5,8	7	2,3	14.000	63	20

Quadro 1. (cont.)

21/03/2016	45,9	Ruim	4,4	0,39	0,92	4,4	6,9	3,7	56.000	95	20
22/09/2016	39,4	Ruim	8	0,45	0,25	3,8	7,1	8,3	20.000	140	15
14/02/2017	49,1	Ruim	5	0,29	0,93	5,6	7,1	3,0	24.196	77	18
18/11/2017	55,8	Média	4	0,58	0,22	4,2	7	4,1	2.300	122	21
20/02/2018	51	Média	3,4	0,37	1,08	5,6	8,2	5,3	24.000	89	20
15/05/2018	N/A	N/A	4,6	0,51	ND	4,8	7,4	5,5	54.000	105	18
18/09/2018	N/A	N/A	6	0,39	ND	6,6	7,3	6,4	35.000	116	17
12/12/2018	50,8	Média	2	0,5	0,38	3	7,4	3,9	3.300	114	19
Média	46,87	N/A	5,5	0,49	2,35	4,6	7,2	5,9	130.129	107	18
Mediana	47,20	N/A	5,0	0,39	1,01	4,6	7,1	4,4	33.000	109	18
Desvio padrão	7,49	N/A	2,1	0,24	2,38	1,5	0,3	4,7	380.200	22	3
Classe 2	N/A	N/A	<5	<1,4	<10	>5	N/A	<100	<100	<500	N/A

Fonte: Elaboração própria com dados disponibilizados pelo Inea.

* Coliformes termotolerantes. Os dados destacados em cinza referem-se a violações à Classe 2 da Conama 357.

No ponto de monitoramento em Petrópolis (quadro 1), pode-se constatar que a maior parte dos valores de OD encontram-se abaixo do Valor Mínimo Permitido (VMP) para a classe 2; do mesmo modo, o parâmetro DBO também apresenta violações. As datas que apresentam valores de OD superiores a 5 mg/L, em sua maioria, estão

associadas a períodos chuvosos, em que o efeito de diluição eleva os teores de OD. Infelizmente, os dados quantitativos, ou seja, a medição de vazão não é realizada simultaneamente à tomada de amostras para análises laboratoriais de qualidade da água, o que permitiria a quantificação das cargas poluidoras.

Quadro 2. Série histórica de 2014 a 2018 do monitoramento sistemático do Inea próximo à foz do Rio Piabanha em Três Rios

Data	IQA _{NSF}	Categoria qualidade IQA	DBO (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (uT)	Coliformes* NMP/100mL	SDT (mg/L)	Temp Água (°C)
08/01/2014	66,3	Média	2	0,15	1,46	7,4	7,2	54,0	780	117	26
12/03/2014	67,8	Média	2	0,09	1,2	7,8	7	42,0	790	73	25
26/05/2014	68,3	Média	2,8	0,28	2,88	9	7	12,0	790	63	18
22/07/2014	72	Boa	2	0,4	2,75	8,6	7,5	11,0	230	79	16
28/10/2014	54,6	Média	5,8	0,25	1,27	8	7,1	70,0	5.400	75	20
16/06/2015	N/A	N/A	2	0,2	ND	8,4	7,2	11,0	3.300	78	19
21/09/2015	N/A	N/A	2	0,18	3,12	ND	7,5	7,9	600	53	23
17/11/2015	31,7	Ruim	12	0,86	0,17	1,6	7	5,3	49.000	114	21
02/02/2016	61	Média	2,2	0,15	1,53	8,2	7,1	32,5	4.900	64	23
21/03/2016	49,3	Ruim	2	0,5	1,36	8	6,9	145,0	4.900	91	24
22/09/2016	66,3	Média	2	0,23	4,12	8,2	7,2	14,2	1.300	112	21

Quadro 2. (cont.)

14/02/2017	70,8	Boa	2	0,15	1,21	7,8	6,9	14,6	556	58	24
28/11/2017	68,9	Média	2	0,21	0,93	8	7,5	29,5	790	64	22
20/02/2018	49	Ruim	2	0,16	0,78	5,6	8,1	11,9	92.000	81	21
15/05/2018	N/A	N/A	2	0,13	ND	8,4	7,4	16,7	780	70	20
18/09/2018	N/A	N/A	3	0,28	ND	8,6	7,5	96,7	2.300	72	20
12/12/2018	67,2	Média	2	0,24	1,58	7,4	7,5	19,5	930	52	23
Média	61,02	N/A	2,9	0,26	1,74	7,6	7,3	34,9	9.962	77	22
Mediana	66,30	N/A	2,0	0,21	1,41	8,0	7,2	19,7	930	73	21
Desvio padrão	11,74	N/A	2,5	0,18	1,07	1,8	0,3	37,8	24.080	20	3
Classe 2	N/A	N/A	<5	<1,4	<10	>5	N/A	<100	<100	<500	N/A

Fonte: Elaboração própria com dados disponibilizados pelo Inea.

*Coliformes termotolerantes. Os dados destacados em cinza referem-se a violações à Classe 2 da Conama 357.

O IQA_{NSF} oscila entre as categorias média e ruim (*quadro 1*), sendo a categoria ruim a mais frequente. Destaca-se que quando um único parâmetro que compõem o IQA_{NSF} não está disponível, torna-se inviável o cálculo do índice, justificando assim a quebra na sequência histórica.

Próximo à foz do Rio Piabanha, no município de Três Rios (*quadro 2*), constata-se uma melhora da qualidade da água. Nesse ponto, praticamente todas as análises para o parâmetro OD foram acima de 5 mg/L, ou seja, dentro do padrão para a classe 2. O parâmetro DBO apresentou apenas duas violações para o ponto. Como reflexo dessa melhora na qualidade o IQA_{NSF} (*quadro 2*), também oscilou entre as categorias média e ruim, porém com valores limiares a categoria boa.

A melhora da qualidade da água na região próxima à foz deve-se à capacidade de auto-depuração do Rio Piabanha, que passa por regiões encachoeiradas, o que permite altas taxas de aeração natural da água. No entanto, principalmente, deve-se à diluição conferida pela sua confluência com o Rio Fagundes e com o Rio Preto, onde, em campo, visualmente já é possível perceber o efeito diluidor.

Os demais parâmetros monitorados

encontram-se abaixo do valor máximo permitido para a classe.

Tomando por base o IQA_{NSF} apresentado, pode-se constatar que o Rio Piabanha é altamente impactado por pressões antrópicas, desde o lançamento de efluentes e/ou da prática desregrada da agricultura até a ocupação irregular de suas margens. Nesse aspecto, é imprescindível a restauração/reabilitação dos trechos degradados e a manutenção/proteção dos trechos menos impactados.

Para viabilizar a melhoria da qualidade do Rio Piabanha, foi necessário considerar os instrumentos necessários, sejam eles conceituais na ciência da restauração ecológica, sejam eles legais, no caso do Enquadramento de Corpos Hídricos.

Restauração ecológica

A restauração ecológica é definida pela SER^{21,22} como o processo de auxiliar na recuperação de um ecossistema que tenha sido degradado, danificado ou destruído. Essa definição é resultado de uma ampla análise dos mais citados trabalhos científicos, que foram discutidos pelo relatório Primer da SER²¹. Trata-se de uma atividade intencional e planejada destinada à restauração de qualquer tipo de

ecossistema degradado para sua trajetória histórica, não para sua condição histórica²¹. Significando que o ecossistema restaurado não necessariamente recuperará seu estado anterior, uma vez que restrições e condições contemporâneas podem fazer com que ele se desenvolva ao longo de uma trajetória alterada²². A atividade de restauração colocará o ecossistema em uma trajetória de recuperação em que este possa persistir, e suas espécies possam adaptar-se e evoluir.

A primeira etapa de planejamento e concepção do projeto de restauração é a identificação de um ecossistema de referência, que pode ser definido como um modelo característico de ecossistema que representa a meta do projeto de restauração²². Essa referência é sintetizada com informações do passado e do presente, e antecipa as condições futuras da restauração, reforçando a importância do monitoramento. Projetos que buscam reinstalar alguma forma de funcionalidade sem buscar a recuperação de uma proporção substancial da biota nativa encontrada em um ecossistema de referência devem ser descritos como projetos de reabilitação²².

Planejamento, implementação, monitoramento e manutenção de projetos de restauração ecológica

O documento de referência elaborado pela SER²² dedica sua terceira seção à recomendação de práticas padrão para planejar, implementar, monitorar e manter projetos de restauração ecológica. As principais recomendações são sumarizadas na sequência.

Durante a fase de planejamento e projeto, devem ser observadas oito ações genéricas e padrão que devem ser adaptadas na medida das especificidades de cada projeto, são elas²²:

1. Engajamento das partes interessadas: quanto maior o engajamento e a construção da percepção de pertencimento, maior o potencial de sucesso do projeto. É fundamental

a participação de autoridades políticas, órgãos ambientais, população, indústrias e outros.

2. Análise do contexto externo: deve ser analisada a vizinhança de entorno do projeto, sua interação com a paisagem e com o meio aquático, de forma a mitigar ou gerenciar ameaças e, principalmente, permitir conectividade e fluxo gênico.

3. Inventário de base do ecossistema: consiste em um diagnóstico detalhado do estado atual do ecossistema a ser recuperado. Identifica as causas da degradação.

4. Definição de um ecossistema de referência: descreve um ecossistema nativo e local como referência de qualidade a ser alcançada pelo projeto de restauração.

5. Identificação de objetivos e metas: o projeto deve identificar claramente seus propósitos.

6. Indicação das ações de restauração: descreve claramente as ações que devem ser executadas, como, quando, por quem, em qual ordem e prioridade. Gerenciamento adaptativo deve ser uma prioridade.

7. Garantia dos direitos de propriedade: antes de investir em ações de restauração, devem ser verificados os direitos de propriedade do local de forma a garantir o acesso para manutenção e a continuidade de longo prazo da restauração.

8. Análise logística: devem ser avaliados os recursos necessários para o projeto, humanos e financeiros. Deve-se construir um cronograma detalhado e identificar as autorizações e licenças necessárias aplicáveis ao projeto.

Durante a fase de implementação, os projetos de restauração devem ser gerenciados de forma que seis questões padrão sejam observadas, são elas²²:

1. Nenhum dano adicional: os trabalhos de restauração devem ser conduzidos de forma a não impactarem negativamente quaisquer recursos naturais ou elementos da paisagem ou recursos hídricos.

2. Acompanhamento qualificado: execução das ações de forma responsável, efetiva e eficiente por pessoas adequadamente qualificadas e experientes ou sob a supervisão destas.

3. Suporte aos processos naturais: todas as intervenções devem ter foco em potencializar os processos naturais de recuperação.

4. Gerenciamento adaptativo: adotar mudanças corretivas formalmente documentadas para adaptar-se às respostas inesperadas do ecossistema em tempo hábil.

5. Conformidade legal: exercer total conformidade com a legislação trabalhista, de saúde e segurança e com toda a legislação, inclusive a relativa ao solo, ar, água, patrimônio, espécies e conservação do ecossistema.

6. Comunicação: é fator-chave à todas as partes interessadas.

Uma vez que destacamos o estado da arte em termos da restauração ecológica preconizada pela SER, vamos enfatizar um pouco mais os ambientes de fluviais.

Visando manter o preciosismo etimológico da palavra ‘restauração’ e seguindo a recomendação da SER, adotamos, neste trabalho, o uso da palavra ‘reabilitação’ para descrever todos os esforços envidados para reinstalar alguma forma de funcionalidade do ecossistema sem a pretensão de recuperar uma proporção significativa da biota nativa encontrada em um ecossistema de referência.

Reabilitação de rios

A Organização das Nações Unidas para a

Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) lançou, em 2016, o livro ‘Restauração de Rios: uma abordagem estratégica para planejamento e gerenciamento’²³.

Nessa referência internacional, o termo ‘restauração de rios’ é usado para se referir a qualquer intervenção para melhorar a função do ecossistema, a saúde do rio e os serviços ecossistêmicos relacionados. Essas intervenções incluem medidas que visam alcançar um estado que difere da condição natural original do rio. Os sistemas fluviais restaurados não refletem necessariamente a função ou estrutura do sistema original, mas evidenciam funções ou estruturas melhoradas em comparação com o sistema degradado.

No referido trabalho, são elencadas oito regras Golden Rules com base na experiência internacional de restauração/reabilitação de rios, são elas²³:

1. Trabalhar com recorte geográfico da bacia hidrográfica: entender as condições físicas, químicas e os processos biológicos que afetam a saúde dos rios para então compreender as causas do seu declínio e identificar as possíveis medidas de restauração.

2. Integrar-se a atividades mais amplas: reconhecer, incorporar e envolver todos os planos, programas e projetos existentes que afetam o rio.

3. Trabalhar na escala apropriada: ações de planejamento, implementação e monitoramento são necessárias em escala regional, com a reunião de diversos trabalhos em escala local.

4. Definir metas claras, alcançáveis e mensuráveis: devem ser especificados em termos de mudanças mensuráveis na função do ecossistema, na provisão de serviços ecossistêmicos e, quando possível, em fatores socioeconômicos.

5. Construir resiliência para futuras mudanças: considerar mudanças prováveis na paisagem ao longo do tempo, incluindo o clima, uso da terra, hidrologia, cargas de poluentes, canal do rio e vegetação ripária.

6. Garantir a sustentabilidade dos resultados da restauração: as estratégias de restauração devem ser planejadas, implementadas e gerenciadas com o objetivo de alcançar resultados que sejam sustentados em longo prazo.

7. Envolver todas as partes interessadas relevantes: uma abordagem integrada, incluindo as questões da terra e da água, e envolvendo a colaboração interinstitucional e comunitária, é provável que alcance os melhores resultados.

8. Monitorar, avaliar e comunicar evidências de resultados da restauração: monitorar os objetivos definidos e mensuráveis é fundamental como meio de orientar o gerenciamento adaptativo.

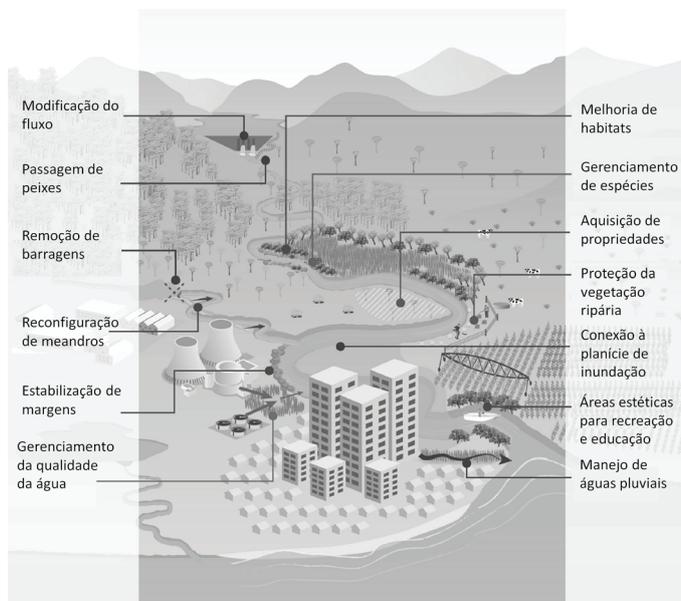
Técnicas para restauração/reabilitação de rios

O Centro de Restauração de Rios (River Restoration Centre – RRC) do Reino Unido é uma organização sem fins lucrativos, fundada por membros provenientes dos setores público, privado e de Organizações Não Governamentais (ONG) desse país, a qual tem promovido a restauração de rios desde 1997. O RRC é um centro de ‘informação e consultoria especializada’ para todos os aspectos da restauração de bacias hidrográficas e gestão de bacias hidrográficas.

Desde a criação do RRC, foram contabilizados 3.947 projetos de restauração/reabilitação de rios²⁴. As principais técnicas utilizadas nesses projetos compreendem a restauração de meandros, a remoção de barragens, o cercamento de rios, a regeneração da vegetação ripária, o controle de fontes de poluição, a criação de passagens de peixes, a formação/manutenção de áreas inundáveis, estabilização de margens e a melhoria de pontos de entrega de águas pluviais.

Speed et al.²³ descrevem 13 categorias de intervenções para revitalização de rios, conforme a figura 1.

Figura 1. Categorias de intervenções para reabilitação de rios



Fonte: Adaptado de Speed et al.²³

Enquadramento dos corpos de água brasileiros

O enquadramento dos corpos hídricos, segundo os usos preponderantes da água, da mesma forma que o Plano de Recursos Hídricos, é um instrumento de planejamento previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) e nas demais Políticas Estaduais de Recursos Hídricos. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA)²⁵:

O enquadramento dos corpos de água representa o estabelecimento da meta de qualidade da água a ser alcançada, ou mantida, em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos pretendidos, segundo a Resolução do Conama nº 357/2005.

O objetivo desse instrumento é assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, bem como diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Para estabelecer um objetivo de qualidade da água é preciso: avaliar a condição atual do rio, ou seja, 'o rio que temos'; discutir, com a população da bacia, a condição de qualidade desejada para aquele rio, 'o rio que queremos'; e, por fim, discutir e pactuar a meta com os diferentes atores da bacia hidrográfica, 'o rio que podemos ter', levando em conta as limitações técnicas e econômicas para seu alcance²⁵⁽³⁹⁾.

O enquadramento está relacionado com outros instrumentos da gestão de recursos hídricos, tais quais: a outorga de recursos hídricos e a sua respectiva cobrança pelo uso, bem como o licenciamento ambiental, que, apesar deste último não ser um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, deve observar as classes de enquadramento no licenciamento de atividades que captam ou lançam efluentes em rios enquadrados²⁵.

A ausência da definição efetiva de um enquadramento pode acarretar prejuízos à sociedade por não garantir os objetivos aos

quais o instrumento se destina.

A proposta de enquadramento é uma atividade de ordem técnica, devendo ser realizada pelas agências de água e discutida no Comitê de Bacia, que, por sua vez, deverá submetê-la à aprovação do respectivo Conselho de Recursos Hídricos²⁵. Um breve histórico sobre o processo de enquadramento está descrito em ANA²⁵.

O primeiro sistema de classificação de corpos de água do Brasil foi proposto em São Paulo, em 1955, por meio do Decreto Estadual nº 24.806. Na esfera federal, a primeira iniciativa de classificação aconteceu em 1976, na qual o Ministério do Interior, por meio da Portaria nº 3, classificou as águas doces, conforme os usos preponderantes a que as águas se destinavam. Dez anos mais tarde, essa Portaria foi substituída pela Resolução Conama nº 20, que estabeleceu uma nova classificação para as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, distribuídas em nove classes, segundo os usos preponderantes a que as águas se destinavam.

Em 1997, com a promulgação da Lei nº 9.433, o instrumento foi incorporado à Política Nacional de Recursos Hídricos. Vale ressaltar que o enquadramento, também, é referência para o Sistema Nacional de Meio Ambiente, pois representa, entre outros, padrões de qualidade da água para as ações de licenciamento e de monitoramento ambiental.

Em 2005, publica-se a Resolução Conama nº 357, em substituição à Resolução nº 20, que rege o enquadramento dos corpos de água, juntamente com a Resolução Conama nº 396/2008 que trata do enquadramento de águas subterrâneas.

Por fim, o CNRH aprova a Resolução nº 91/2008 que dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos²⁵⁽⁴⁴⁾.

No estado do Rio de Janeiro, à exceção do Comitê Guandu, os demais Comitês Estaduais ainda não propuseram o enquadramento dos rios de domínio estadual, portanto, estes são considerados Classe 2, exceto se as condições

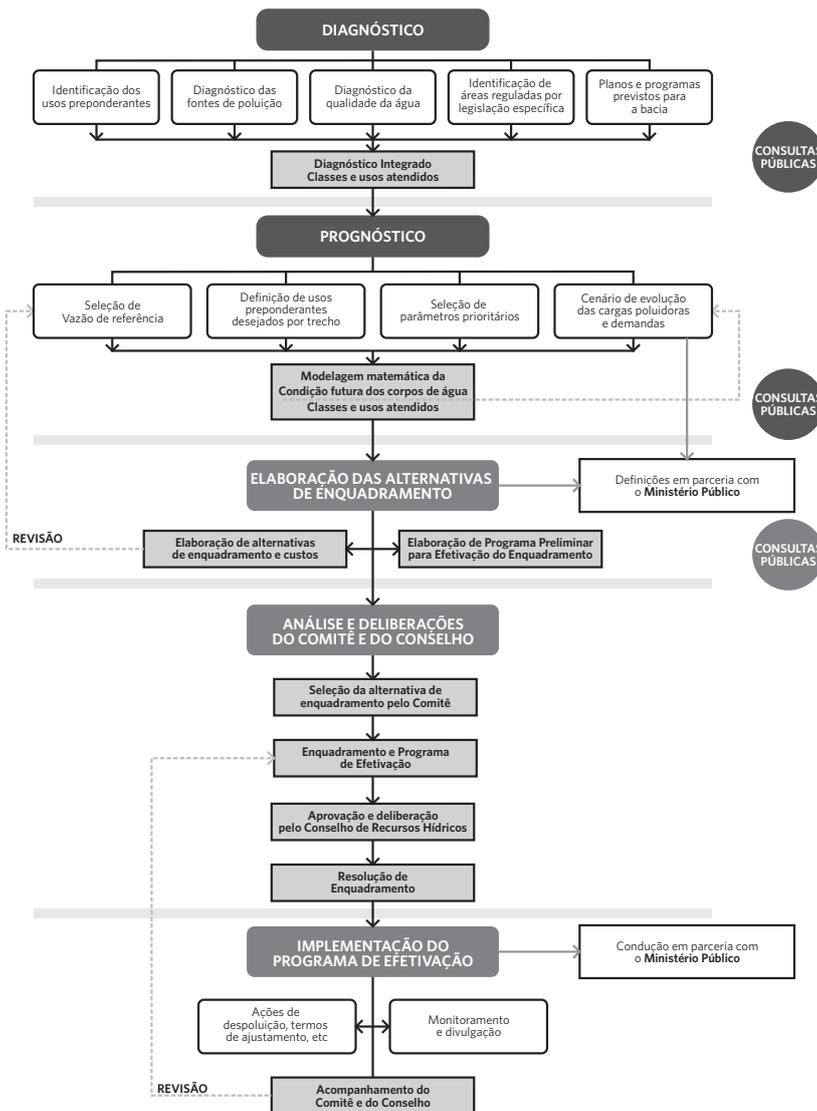
de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, conforme o art. 42 da Resolução Conama nº 357. Os trechos do Rio Paraíba do Sul, de domínio federal, foram enquadrados por meio da Portaria GM/086, de 04 de junho de 1981, e se encontram entre as Classes 1 e 2.

A Resolução do CNRH nº 91/2008¹¹ divide a atividade de enquadramento em cinco etapas bases (figura 2): diagnóstico, prognóstico e

elaboração de alternativas de enquadramento, deliberação do Comitê e efetivação programa de enquadramento. As primeiras três etapas podem ser consideradas de caráter técnico, mas que devem ser conduzidas em estreita relação com o Comitê de Bacia, de forma a realizar consultas públicas, traçar cenários e definir ações.

As duas últimas ações possuem caráter mais político/decisório que deve ser conduzida pelo Comitê de Bacia juntamente com sua Agência Técnica.

Figura 2. Fluxograma das etapas para se implantar o enquadramento de corpos de água superficiais tendo por base a Resolução do CNRH nº 91/2008.



Fonte: Adaptado de ANA²⁵.

A etapa de diagnóstico diz respeito ao estado atual da bacia, é um retrato momentâneo que deve contar com dados primários e secundários. Nesse aspecto, cabe destacar que há uma prática amplamente difundida de realizarem-se diagnósticos apenas com dados secundários, porém, no caso específico do enquadramento, deve haver, sim, a coleta de dados primários, pois não há como enquadrar trechos de rios em que a qualidade da água seja desconhecida. O diagnóstico deve, minimamente, compreender²⁵:

1. Identificação dos usos preponderantes na bacia: pode ser feita com base no cadastro de usuários de recursos hídricos na região, por consultas ao Comitê de Bacia, com base em informações de da Emater para usos agrícolas, da Firjan para usos industriais, dos empreendimentos licenciados etc.
2. Identificação das fontes de poluição: pode utilizar as mesmas fontes para identificação dos usos preponderantes. Além disso, é fortemente recomendável trabalhos de campo para constar se as bases de dados são condizentes com a realidade de campo.
3. Diagnóstico da qualidade da água: pode utilizar os dados do monitoramento sistemático, caso haja estações na região de estudo. Trabalhos acadêmicos também são uma valiosa fonte de dados. Por outro lado, é extremamente importante a condução de campanhas de campo para coleta de dados atualizados nos locais de interesse.
4. Identificação de áreas com regulação específica: este é o caso de unidades de conservação, distritos industriais, áreas indígenas e quilombolas etc. Tais informações devem ser levantadas em uma detalhada pesquisa local.
5. Articulação com outros instrumentos: o enquadramento deve conhecer e estar articulado com demais planos e programas, tais como, Plano Municipal Diretor, Zoneamento

Ecológico Econômico, Plano de Recursos Hídricos, Plano de Saneamento etc.

O prognóstico, segunda etapa, diz respeito à projeção de possíveis trajetórias da bacia hidrográfica em um horizonte de tempo considerado, suas atividades devem, minimamente, compreender²⁵:

1. Vazão de referência: seleção de uma vazão de referência para ser utilizada nas simulações, geralmente adotadas a Q_{95} ou a $Q_{7,10}$.
2. Usos preponderantes: definição por trechos em estreita articulação com o Comitê de Bacia, que tem por excelência a representação dos segmentos impactados nessa decisão.
3. Parâmetros de monitoramento: seleção dos parâmetros prioritários para serem monitorados e modelados em cenários futuros. Embora não documentado formalmente, há um consenso tácito que não é possível conduzir um enquadramento tendo por base todos os parâmetros da Conama nº 357/2005. Decorre disso, expressa importância de verificar os parâmetros efetivamente monitorados pelo órgão ambiental e, na medida do possível, realizar consultas a processos de enquadramento já realizados. Para uma maior segurança no processo, recomenda-se uma consulta ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que em última instância é responsável por validar o processo de Enquadramento.
4. Carga poluidora: definição dos cenários de evolução da carga poluidora, nesse ponto deve ser considerado tanto o aumento das cargas que podem ser decorrentes do aumento populacional, ao crescimento econômico etc., quanto o decréscimo de carga devido a investimentos no tratamento e redução delas.

A elaboração das alternativas de enquadramento, terceira etapa, é feita tendo por base os cenários modelados no prognóstico.

Essencialmente, deve conter as principais ações a serem realizadas para alcance de cenário adotado, bem como as estimativas de custos associados a um programa de efetivação do enquadramento.

A análise e a deliberação do Comitê, bem como a validação por parte do Conselho de Recursos Hídricos, são atividades de ordem mais política que envolvem o consenso dos segmentos representados no Comitê de Bacia e demais atores políticos locais, haja vista que é necessário um programa de investimentos e ações por diversos atores, como prefeituras, agências de saneamento, órgãos ambientais etc.

A última e mais complexa etapa é a efetivação do programa de enquadramento. É a atividade mais desafiadora por compreender as ações propriamente ditas, obras, reflorestamentos, construção de redes de esgoto e estações de tratamento, desapropriações em áreas de risco etc.

Com base nessa breve exposição das etapas do enquadramento, pode-se constatar que a efetiva implementação de um programa de enquadramento é, em última instância, um projeto de reabilitação de rios ou, em segunda instância, um instrumento mantenedor da qualidade existente.

Conclusões

Os dados de monitoramento sintetizados pelo IQA_{NSF} apresentado permitem constatar que o Rio Piabanha é altamente impactado, e caso não sejam realizadas intervenções estruturais na bacia, há uma tendência crescente de degradação da qualidade da água, e, conseqüentemente, um aumento de doenças de veiculação hídrica.

A efetivação de um programa de enquadramento melhora a qualidade da água de um rio e, neste aspecto, assemelha-se a um projeto de reabilitação de rios.

Alguns conceitos aplicados à restauração ecológica e descritos neste trabalho são altamente recomendáveis de serem aplicados em projetos de enquadramento, a saber:

engajamento das partes interessadas; especificações claras de objetivos e metas; explicitação das ações de reabilitação; garantia dos direitos de propriedade nas áreas de intervenção; análise logística; nenhum dano adicional causado pelas etapas do projeto; acompanhamento qualificado; suporte aos processos naturais; gerenciamento adaptativo; conformidade legal e comunicação.

Além das etapas relacionadas na Resolução do CNRH nº 91/2008, que dispõe sobre o enquadramento, podemos destacar cinco diretrizes que consideramos chave para o sucesso do enquadramento, são elas:

1) O conhecimento das características de quantidade e qualidade da água são fundamentais para gestão de recursos hídricos, por isso é recomendável que os Comitês de Bacia Hidrográficas definam, em parceria com suas agências técnicas e com o órgão estadual gestor de recursos hídricos, os pontos de monitoramento sistemático e sua periodicidade. Em última instância, recomenda-se que o custo referente ao monitoramento seja incorporado e absorvido pela cobrança pelo uso da água.

2) Os Comitês de Bacia Hidrográfica possuem legalmente o dever de propor o Enquadramento e suas metas de curto, médio e longo prazo, por outro lado, a mesma legislação que confere este dever não confere aos Comitês mecanismos coercitivos e de fiscalização para sua efetivação. Tendo em vista a complexidade do Enquadramento e da diversidade de instituições intervenientes envolvidas na sua efetivação, recomenda-se que o esse processo seja conduzido em parceria com o Ministério Público para que, de fato, seja pactuado um compromisso com as metas do projeto.

3) Os Planos Plurianuais de Investimento dos Comitês devem fazer refletir em seu orçamento as metas do Enquadramento, isso significa fazer o plano de investimentos de

forma a evitar a ‘pulverização de recursos’ em diversos (e importantes) projetos, mas que efetivamente não retornam incrementos quali-quantitativos diretos.

4) O engajamento das partes interessadas é fator fundamental para o sucesso de qualquer projeto, dessa forma, a comunicação social é imprescindível. Recomenda-se a elaboração de informativos, com elevada qualidade visual, para veiculação nas diferentes categorias de mídia.

5) O conhecimento regional e a articulação institucional são fatores estratégicos para o sucesso do projeto de Enquadramento. Recomenda-se a criação, em parceria com o Ministério Público, de um grupo de trabalho composto estritamente por especialistas técnicos que represente as instituições envolvidas no projeto. É desejável que esse grupo seja altamente qualificado e composto por um reduzido número de técnicos, idealmente um representante de cada instituição.

De forma a complementar as diretrizes, a experiência de participação dos autores no

Comitê Piabanha permite destacar experiências altamente recomendáveis de serem retomadas/ampliadas, como, por exemplo, o Parque Fluvial Piabanha e o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Outra iniciativa de elevado êxito é a Demarcação da Faixa Marginal de Proteção (FMP) Contínua do Rio Piabanha que, entretanto, carece de um programa específico de recomposição florestal, em associação com outras ações, já discutidas pelo Comitê, como placas informativas e implantação de limites físicos da FMP.

Por fim, entende-se que o sucesso do processo de Enquadramento e suas metas dependem da universalização do saneamento na bacia.

Colaboradores

Costa DA (0000-0003-1814-5892)*, Assumpção RSFV (0000-0001-8257-3950)*, Azevedo JPS (0000-0002-9337-9640)* e Santos MA (0000-0002-2422-3765)* contribuíram igualmente para a elaboração do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. SOS Mata Atlântica. Observando os Rios 2017 - O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica. [internet]. São Paulo: SOSMA; 2017. [acesso em 2019 mar 22]. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/03/SOSMA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf.
2. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília, DF: ANA; 2017.
3. Brasil. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União. 9 Jan 1997.
4. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 18 Mar 2005.
5. Baptista M, Cardoso A. Rios e Cidades: uma longa e sinuosa história. Rev. UFMG. 2013; 20(2):124-153.
6. United Nations. Transforming our World: The 2030 agenda for Sustainable Development. New York: UN; 2015.
7. El Salvador. Ministério do meio ambiente. United Nations Environment Programme, UN Decade of Ecosystem Restoration 2021 – 2030 [internet]. [acesso em 2019 mar 2]. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26027/Ecosystem_decade_Salvador_Initiative.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
8. Rio de Janeiro. Decreto Estadual nº 38.235, de 14 de setembro de 2005. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado. 15 Nov 2005.
9. Rio de Janeiro. Decreto Estadual nº 45.461, de 25 de novembro de 2015. Dá nova redação ao Decreto Estadual nº. 38.235. Diário Oficial do Estado. 28 Nov 2005.
10. Rio de Janeiro. Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. Cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado. 3 Ago 1998.
11. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 91, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Diário Oficial da União. 6 Fev 2009.
12. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Relatório de Diagnóstico: RP 06 Tomo II. Resende: AGEVAP; 2014.
13. Instituto Estadual do Ambiente. Gestão da Qualidade das Águas [internet]. [Rio de Janeiro]: INEA: [data desconhecida] [acesso em 2019 mar 15]. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Qualidadedaagua/index.htm%26lang>.
14. Coura JR, Queiroz GC, Florencio CG, et al. Morbidade da Esquistossomose Mansonii no Brasil. I-Estudo de 4.652 casos observados no Rio de Janeiro de 1960 a 1979. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 1982; 77(1):69-88.
15. Giovanelli A, Soares MS, D'Andréa PS, et al. Abundância e infecção do molusco *Biomphalaria glabrata* pelo *Schistosoma mansoni* no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Saúde Pública. 2001 35(6):523-530.
16. Thiengo CT, Mattos AC, Boaventura MF, et al. Freshwater Snails na Schistosomiasis Mansonii in the State of Rio de Janeiro, Brazil: V - Norte Fluminense Mesoregion. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2004; 99(1):99-103.

17. Pereira CRA, Ferreira AP, Koifman RJ. Detecção de *Cryptosporidium parvum* em alfaces frescas para consumo cru. Estudo de caso: Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil. *Gaia Scientia*. 2008; 2(2):31-6.
18. Ferreira AP, Horta MPA, Pereira CRA. Qualidade higiênico-sanitária das águas de irrigação de estabelecimentos produtores de hortaliças no município de Teresópolis, RJ. *Rev. Uniandrade*. 2013; 13(1).
19. Assumpção RSFV. Petrópolis: um histórico de desastres sem solução? Do Plano Koeler ao Programa Cidades Resilientes. [tese]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo cruz; 2015. 246 p.
20. Von Sperling M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 9. rev. ed. Belo Horizonte: UFMG; 2018.
21. Society for Ecological Restoration. *International Primer on Ecological Restoration*. Tucson: SER; 2004.
22. McDonald T, Gann GD, Jonson J, et al. *International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts*. Society for Ecological Restoration: Washington; 2016.
23. Speed R, Li Y, Tickner D, et al. *River Restoration: A Strategic Approach to Planning and Management*. Paris: Unesco; 2016.
24. National River Restoration. *National River Restoration Inventory Factsheet* [internet]. Cranfield: NRR; 2018 [acesso em 2019 jan 29]. Disponível em: https://www.therrc.co.uk/sites/default/files/files/NRRI/english_nrri_factsheet_v2.pdf.
25. Agência Nacional de Águas. *Cadernos de capacitação em Recursos Hídricos: Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento dos corpos de água. Volume 5*. Brasília, DF: SAG; 2013.

Recebido em 30/04/2019
Aprovado em 11/09/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Vigilância da qualidade da água para consumo humano: potencialidades e limitações com relação à fluoretação segundo os trabalhadores

Surveillance of water quality for human consumption: potentials and limitations regarding fluoridation according to the workers

Lorrayne Belotti¹, Soraya da Rocha Brandão², Karina Tonini dos Santos Pacheco², Paulo Frazão¹, Carolina Dutra Degli Esposti²

DOI: 10.1590/0103-11042019S304

RESUMO Os trabalhadores da vigilância da água exercem importante papel na implementação do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e detêm informações sugestivas do grau de estruturação e da institucionalidade das práticas no âmbito local das organizações sanitárias. O estudo objetivou descrever as potencialidades e as limitações relativas à vigilância da fluoretação da água em uma região metropolitana brasileira segundo a visão dos trabalhadores. Realizaram-se entrevistas semiestruturadas com profissionais de sete municípios da região metropolitana do estado do Espírito Santo, Brasil, que foram gravadas, transcritas na íntegra e interpretadas segundo a Análise de Conteúdo Temática. Os resultados permitiram a elaboração das categorias: recomendações da legislação e a prática do heterocontrole da concentração do fluoreto; dificuldades e potencialidades do processo de trabalho; disseminação das informações para a sociedade. A maioria dos trabalhadores seguia as recomendações da legislação vigente no período das entrevistas (Portaria MS nº 2.914/2011), porém, notou-se a necessidade de adequações estruturais e organizacionais. O processo de vigilância do fluoreto enfrenta problemas que envolvem a coleta da amostra, as análises e a divulgação dos resultados. É nítida a necessidade de maior priorização e alocação de recursos para ampliação e qualificação da vigilância dessa medida de saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE Abastecimento de água. Fluoretação. Vigilância. Vigilância sanitária ambiental.

ABSTRACT *Water surveillance workers play a key role in the implementation of the National Water Quality Surveillance Program for Human Consumption and hold information suggesting the degree of structuring and institutionality of practices at the local level of health organizations. The objective was to describe the potentialities and difficulties related to the water fluoridation surveillance in a Brazilian metropolitan region according to the workers' view. Semi-structured interviews were conducted with professionals from seven cities in metropolitan region of Espírito Santo, Brazil, which were recorded, transcribed and interpreted in full according to the Thematic Content Analysis. The results allowed the elaboration of categories: recommendations of the legislation and the practice of fluoride concentration external control; difficulties and*

¹Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Saúde Pública – São Paulo (SP), Brasil.
lorraynebelotti@usp.br

²Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) – Vitória (ES), Brasil.



potential of the work process; dissemination of information to society. Most of the workers followed the current recommendations of the current legislation in force in the period of the interviews (Ordinance MS n° 2.914/2001), however, the need for structural and organizational adjustments was noted. The fluoride surveillance process faces problems, involving sample collection, analysis and dissemination of results. It's clear the need for greater prioritization and allocation of resources for expansion and qualification of the surveillance of this public health measure.

KEYWORDS *Water supply. Fluoridation. Surveillance. Environmental health surveillance.*

Introdução

A vigilância em saúde da qualidade da água é reconhecida mundialmente como uma estratégia essencial para assegurar padrões de segurança e qualidade. Entre os parâmetros de qualidade, destaca-se o fluoreto¹. Os Estados Unidos da América (EUA) e o Brasil são países de grandes extensões territoriais e elevadas coberturas populacionais da fluoretação da água de abastecimento público, entretanto, existem importantes diferenças no monitoramento da qualidade da água entre os dois países. Nos EUA, são realizadas ações de inspeção e auditoria periodicamente, para garantir que os parâmetros de qualidade da água sejam atendidos pelas empresas responsáveis pelo tratamento^{2,3}. Por outro lado, no Brasil, desde o ano 2000, o monitoramento da qualidade da água que é ofertada à população é responsabilidade das autoridades sanitárias municipais, que realizam ações de vigilância e implementam um plano próprio de amostragem⁴.

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) foi criado ao final da década de 1980⁵, sendo a concentração de fluoreto um parâmetro relevante para avaliação da qualidade da água de consumo, seja pelo potencial de provocar fluorose dentária, quando em níveis elevados, seja pela possibilidade de prevenção da cárie dentária, quando em níveis adequados. Por isso, estabelecer níveis de segurança para o

fluoreto em águas de consumo humano é uma medida imprescindível de proteção à saúde⁶. Neste sentido, a Portaria MS n° 2.914⁷, em vigor desde 2011, estabelecia que a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde, sendo 1,5 mg F/L o valor máximo permitido de íon fluoreto. Em 2017, a Portaria MS n° 2.914 foi incorporada pela Portaria de Consolidação n° 5⁸, que reafirma os padrões de potabilidade da água e consolida as deliberações anteriores de forma permanente.

Mantida pelos instrumentos normativos desde então, a vigilância em saúde deve ser realizada pelos órgãos de gestão do sistema de saúde, instâncias independentes daquelas responsáveis pelo tratamento da água, por meio da observação e da análise direta de amostras da rede de distribuição. Essas características atendem ao princípio que tem por base a noção de heterocontrole, reconhecida pelos pesquisadores como um aspecto muito importante do ponto de vista da vigilância^{9,10}, cuja atividade não substitui ou isenta de responsabilidade empresas e companhias de tratamento da água na realização dos seus controles operacionais¹.

Entretanto, a ação de monitoramento, por parte das autoridades sanitárias locais, não ocorre de maneira uniforme em todo o País. Algumas capitais, vários municípios e alguns estados ainda não organizaram um sistema permanente de amostragem, coleta e análise físico-química para monitorar a fluoretação

da água e garantir conhecimento e controle da medida dentro de um programa de vigilância em saúde¹¹. Estudo nos municípios brasileiros com mais de 50 mil habitantes mostrou que apenas 209 (53,0%) daqueles que tinham metade ou mais da população coberta pela fluoretação da água realizavam a vigilância com base em dados de heterocontrole, sendo que a situação era melhor nas regiões Sudeste e Sul e muito ruim nas demais regiões, indicando a necessidade urgente da formulação de estratégias para inserir o tema na agenda de todos os gestores da saúde¹².

De fato, lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal¹³, problemas de capacitação dos trabalhadores da vigilância e a questão do perfil profissional, entre outros aspectos, têm sido documentados na literatura^{14,15}. Configura-se, assim, um quadro composto por trabalhadores dispersos em várias nomenclaturas, vinculações institucionais, relações e práticas de trabalho distintas, que decorre de múltiplos aspectos, entre os quais, destacam-se a fragmentação do campo da vigilância – vigilância sanitária, vigilância epidemiológica, vigilância em saúde ambiental e em saúde do trabalhador – e o processo de descentralização das responsabilidades e das ações da área entre as instâncias de governo¹⁶.

Um estudo nos EUA comparou o nível de conhecimento sobre fluoretação dos operadores de estações de tratamento de água e verificou que os trabalhadores das grandes estações tinham maior conhecimento em relação aos operadores das pequenas estações de tratamento de água¹⁷. Por outro lado, a experiência brasileira tem mostrado que o sistema de vigilância traz efeitos positivos para a qualidade da fluoretação da água de abastecimento público, uma vez que é uma estratégia essencial para assegurar padrões de segurança e qualidade para o consumo humano⁵.

A despeito da importância das ações de vigilância da concentração de flúoreto na água, muitas dúvidas existem entre lideranças que participam de processos decisórios sobre

saúde e sistema de saúde no País¹⁸, e nenhum estudo examinou as perspectivas e as dificuldades quanto ao processo de monitoramento da fluoretação na visão dos trabalhadores e agentes da vigilância da qualidade da água para consumo humano. Por atuar em nível operacional e exercer importante papel na implementação das ações relacionadas à política de vigilância da água, esses trabalhadores possuem informações que podem oferecer elementos relevantes sugestivos do grau de estruturação e da institucionalidade de determinadas práticas no âmbito das organizações sanitárias de nível local.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi descrever as potencialidades e as limitações relativas à vigilância da fluoretação da água em uma região metropolitana brasileira segundo a visão dos trabalhadores.

Métodos

Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa. A escolha dessa metodologia justifica-se devido ao objetivo que a pesquisa qualitativa tem de responder a temas complexos, abordando um nível de realidade que não pode ser quantificado e que envolve o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, de valores e de atitudes¹⁹.

O presente estudo foi realizado nos sete municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), estado do Espírito Santo (ES), Brasil: Cariacica; Fundão; Guarapari; Serra; Viana; Vila Velha e Vitória. Essa região concentra a maior parte da população do estado do Espírito Santo (50,24%)²⁰ e, em 2017, apresentou o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,781, acima da média brasileira, que é de 0,778²¹. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2017, o percentual de cobertura do abastecimento de água tratada e fluoretada na RMGV era de 88,15%. O município com maior cobertura foi Vila Velha, com 95,80% de sua população atendida, e o

com menor cobertura foi Viana, com 71,40% (www.snis.gov.br).

O critério de seleção dos sujeitos da pesquisa foi a atuação do profissional como referência técnica municipal do Vigiaqua, representada por um servidor em cada município, totalizando sete sujeitos. Como técnica de coleta de dados, foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas, de forma que os assuntos surgiram a partir de um roteiro contendo as seguintes questões disparadoras: ‘você poderia discorrer um pouco sobre como acontece o processo de vigilância da água, incluindo a vigilância do flúor, no dia a dia?’; ‘como é feita a divulgação dos resultados obtidos?’; ‘é realizada a comunicação das informações para a sociedade civil?’; ‘quais as dificuldades no processo de vigilância da qualidade da água, incluindo a vigilância da fluoretação?’; e, ‘em sua opinião, o que poderia melhorar o processo de vigilância da qualidade da água/fluoretação?’. Esse roteiro foi previamente testado por meio de um estudo piloto realizado em abril de 2015²², em um município do estado que não compunha a região de estudo, para verificação e adequação do roteiro guia.

As entrevistas foram realizadas entre os meses de dezembro de 2015 e fevereiro de 2016, com duração média de cinquenta minutos, em local e horário escolhidos pelos participantes. As gravações do áudio das entrevistas foram transcritas na íntegra com auxílio do programa Listen N Write Free. Para garantia do anonimato, as entrevistas foram identificadas com a letra E, seguida de um número arábico (E1 a E7). Além disso, os entrevistados foram consultados quanto à existência de protocolos ou documentos para orientar suas atividades.

O exame do material obtido a partir das entrevistas foi orientado pela Análise de Conteúdo Temática²³. A interpretação do conteúdo foi realizada no sentido de buscar aspectos subjacentes à realidade aparente^{19,23}, admitindo-se que as narrativas podem permitir o acesso a ‘conhecimentos locais’, múltiplas vozes e experiências em um contexto organizacional capaz de iluminar determinadas

dimensões que propiciam uma compreensão mais profunda da administração pública²⁴, e tomando-se como referencial teórico conhecimentos na área de vigilância da água e a noção de que, no trânsito para a democracia, a administração pública brasileira tem atravessado grandes transformações, em que novas práticas e expectativas de modernização surgiram, mas muitas de suas características tradicionais não foram removidas²⁵.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), seguindo as normas da Resolução nº 466/12, sob nº de parecer 767.637 (CAAE: nº 32266514.6.0000.5060). Todos os participantes foram informados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Resultados

Nenhum protocolo ou documento de orientação para as atividades dos entrevistados foi obtido a partir deles, aspecto que será comentado na próxima seção. No início da entrevista, os trabalhadores foram questionados sobre a rotina do processo de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e se incluía o parâmetro fluoreto. No que diz respeito aos pontos de coletas para análise, a maioria dos profissionais entrevistados evidenciou que executava a coleta em locais públicos de grande circulação de pessoas, como descreveu E6:

[...] nós priorizamos estabelecimentos de saúde, estabelecimentos de ensino, creches, escolas de ensino fundamental, médio, áreas de grande circulação, maternidades, áreas de grande circulação, como, por exemplo, os terminais de ônibus, estação ferroviária.

Além disso, segundo os trabalhadores, as coletas são realizadas em dias pré-determinados e agendados junto ao Laboratório Central de Saúde Pública (Lacen), ES, órgão responsável por todas as análises dos municípios estudados.

Quanto ao número de amostras coletadas mensalmente, a maioria dos municípios estudados busca respeitar as determinações legais: “Por mês, são 40 análises para microbiológico e 18 para flúor. Dá esse número por mês [...]” (E5). O E2 evidenciou que o município determina a quantidade de amostras de acordo com o tamanho populacional:

53 amostras mensal, porque é de acordo com a população abastecida. Das 53, só são feitas 13 amostras pra flúor, que é obrigatório de acordo com a Portaria, né?

Em contrapartida, E4 afirmou que, em seu município, o parâmetro fluoreto não vem sendo analisado:

Tem bastante tempo que a gente não faz flúor aqui no nosso município [...] porque a gente não marcou [...]. Porque, quando a gente faz flúor, a gente tem que botar uma observação.

Sobre a atividade de campo, a maioria relatou ter um funcionário determinado exclusivo para realizar as coletas. “Os meninos me ajudam, em coleta. O dia que eu não posso vir, eles vão e coletam. Eu passei pra eles, e eles fazem [...]” (E5). Entretanto, um técnico afirmou realizar todas as atividades de coletas sozinho: “Eu mesmo vou a campo [...]” (E3).

Quando questionados sobre as dificuldades e o que poderia melhorar no processo de vigilância da qualidade da água para consumo humano, de forma geral, todos os trabalhadores relataram algum tipo de dificuldade para o desempenho de suas funções. Como um ponto importante, E7 citou a falta de estrutura:

Então, hoje a minha dificuldade é mais estrutural: os computadores são ruins, a nossa internet tem uma capacidade muito ruim, quando você vai alimentar o sistema, a internet não funciona bem e trava o tempo inteiro.

Ainda, um trabalhador relatou que, além de ser o único para realizar todas as atividades

do programa, o município dispõe de estrutura limitada “aqui sou um só, né?, e, ainda, a gente tem uma estrutura pequena [...]” E3.

Destacou-se a indisponibilidade de veículos para realizar as coletas das amostras e transportá-las ao laboratório de referência.

Hoje, a realidade é que a gente tá com a dificuldade do carro e também motorista para realizar as coletas [...]. (E6).

A gente só tem um carro no período da manhã, e, à tarde, outra pessoa que vai levar a amostra. A gente só tem no período da manhã, e acabou [...]. (E1).

No que diz respeito às dificuldades relacionadas ao laboratório, a maioria dos trabalhadores relatou a demora com que os laudos das análises ficam prontos, que chega a ser de 15 dias em alguns municípios:

[...] porque, daqui a 10 dias, ou sete dias, ou 15 dias, dependendo, a gente não consegue tomar mais uma medida pra aquilo ali porque a situação já passou. (E7).

Normalmente, as análises levam de 3 a 15 dias, e a gente precisaria de uma resposta mais imediata [...]. (E5).

[...] a gente tem uma necessidade de monitorar isso com a informação mais rápida, que seria de hora em hora, aí desenvolver uma ferramenta que seria capaz de nos dar essa resposta. (E6).

A falta de insumos também foi pontuada, dificultando o processamento das análises das amostras pelo laboratório: “Olha, aconteceu no ano passado, aconteceu no ano retrasado também, a falta de insumo no Lacen pra tá realizando a análise” (E5).

Uma última dificuldade foi destacada por um trabalhador que relatou a extensa demanda de trabalho e a responsabilidade de gerenciar várias instâncias da vigilância da qualidade da água de consumo humano e

de outros programas, como o da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado (Vigisolo). *“Aqui, hoje, na verdade, eu sou responsável pelo Vigiagua e pelo Vigisolo, fora as questões de demandas extras [...]”* (E3).

Com relação às potencialidades do Vigiagua e do trabalho que desenvolvem, dois dos entrevistados destacaram aspectos atinentes à competência da equipe de trabalho. E7 relatou ter uma equipe bem capacitada e responsável:

[...] é uma equipe excelente. Você pode deixar a equipe sozinha porque ela sabe das competências, das responsabilidades... Ela vai fazer o serviço andar.

O último ponto levantado durante a entrevista diz respeito à divulgação dos resultados obtidos durante o processo de vigilância. Nesse item, todos os trabalhadores afirmaram que essa etapa não ocorre em seu município. E4 afirmou não considerar a medida necessária: *“Não, eu não considero importante. Eu acho que quem teria que divulgar isso é a (concessionária) mesmo”*. Outro reconheceu a importância da medida:

Eu acho que seria importante, sim, a população saber dos dados. Acaba que é um programa que ele é feito, mas ele é um programa invisível para a população. (E7).

Um outro trabalhador relatou que:

nós uma vez pensamos em sugerir a inclusão de um campo no site da prefeitura onde a população pudesse consultar os dados de vigilância mesmo que a gente faz, mas hoje não existe nenhuma forma de divulgação disso aí. (E1).

Diante dos resultados, a discussão foi apresentada em três categorias de análise: 1. Recomendações da legislação e a prática do heterocontrole da concentração do fluoreto; 2. Dificuldades e potencialidades do processo de trabalho; e 3. Disseminação das informações para a sociedade.

Discussão

Neste estudo, foram destacados trechos de entrevistas com os responsáveis pela operação da vigilância da água em todos os municípios de uma importante região metropolitana brasileira, com o propósito de elevar a compreensão sobre o grau de estruturação e institucionalidade de práticas relacionadas à vigilância com relação ao parâmetro fluoreto no âmbito das organizações sanitárias de nível local.

No que se refere à categoria ‘recomendações da legislação e a prática do heterocontrole da concentração do fluoreto’, a interpretação das entrevistas permitiu verificar a conformidade entre a narrativa dos trabalhadores e as disposições normativas relacionadas à vigilância da qualidade da água para consumo humano⁷. Observou-se que todos os municípios estudados, de forma geral, seguiam as recomendações da Portaria MS nº 2.914/2011, buscando distribuir os pontos de coleta, a fim de assegurar a representatividade das amostras com relação ao sistema de abastecimento. A adequação aos pontos de coleta é fundamental, pois, caso ocorra alteração de algum parâmetro microbiológico em áreas com grande circulação e população vulnerável, os efeitos recairão sobre um elevado número de pessoas. Critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos foram mencionados, como: terminais rodoviários; terminais ferroviários; edifícios que abrangem grupo populacional de risco, como hospitais, creches e asilos; e aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição, como pontas de rede, pontas de queda de pressão, locais afetados por manobras e aqueles sujeitos à intermitência de abastecimento.

Além disso, os municípios respeitavam a determinação do número mínimo de amostras previsto no Plano Nacional de Amostragem do Vigiagua²⁶. Seguir um plano de amostragem é essencial para se produzir informações relevantes sobre a qualidade da água ofertada à população. Entretanto, em um município, a vigilância com relação ao parâmetro fluoreto

não estava sendo realizada, em desconformidade com as normativas brasileiras de vigilância da qualidade da água, prejudicando o controle da efetividade da política da fluoretação da água. A prevenção da cárie dentária em nível populacional depende da manutenção contínua da exposição a teores adequados de fluoreto, razão pela qual especialistas têm recomendado a implementação de programas de vigilância da fluoretação da água pelas autoridades sanitárias²⁷. Nível abaixo do valor recomendado significa risco aumentado para cárie dentária, e nível acima do recomendado implica risco aumentado para fluorose dentária, um defeito de mineralização do esmalte dentário²⁸. Portanto, para garantir o benefício da fluoretação, não basta ajustar a concentração do fluoreto na água, é preciso monitoramento constante, para que a medida não sofra interrupções desnecessárias.

Notou-se que alguns municípios estavam seguindo os dispositivos normativos, enquanto outros declaravam práticas de vigilância em desconformidade com o determinado na Portaria MS nº 2.914/2011⁷, como descrito pelo trabalhador que relatou que o município não estava realizando as análises para o parâmetro fluoreto. Essa falta de uniformidade nas ações foi demonstrada em estudo de Moimaz et al.²⁹, o qual relatou que alguns dos municípios do estado de São Paulo não apresentavam local próprio para realização das análises laboratoriais, possuíam infraestrutura inadequada e falta de investimentos no setor. Diante dessas situações, torna-se importante verificar quais são as dificuldades relatadas pelos entrevistados para o adequado desenvolvimento de seu processo de trabalho.

Em todos os municípios, relataram-se dificuldades relativas à disponibilidade de recursos que comprometiam a estrutura necessária para assegurar um processo de trabalho sem improvisações. Embora todos os respondentes tenham reportado a existência de veículo para a coleta de água nos dias programados, vários mencionaram que o veículo nem sempre estava disponível, seja por falta de motorista,

falta de combustível ou por outra demanda de maior prioridade para a autoridade sanitária do município, prejudicando a programação da coleta das amostras e comprometendo sua distribuição temporal e o processo de monitoramento relacionado ao período de consumo da água pela população. Eventual alteração dos parâmetros durante esse período não seria identificada pelos órgãos de vigilância, impedindo o cumprimento de sua finalidade. Esse problema também foi citado em um estudo que avaliou a vigilância do fluoreto na água de abastecimento público das capitais brasileiras. Entre as dificuldades encontradas para realizar o processo de vigilância, foi relatada a falta de recursos humanos e de computadores³⁰.

O processo de trabalho dos agentes da vigilância deve compreender ações continuadas, sem interferências, como a causada pela falta de veículos, para detectar mudanças nos parâmetros de análises que podem interferir na saúde humana¹³. O objetivo não deve ser apenas cumprir metas, e, sim, garantir que a água consumida pela população atenda aos padrões estabelecidos na legislação vigente, controlando os riscos presentes na água de abastecimento por meio de uma atividade permanente³¹.

Foram mencionadas dificuldades relacionadas ao apoio laboratorial, tais como a demora na liberação dos laudos e a ausência da análise do parâmetro fluoreto por falta de insumo, aspectos que prejudicam todo o processo de vigilância, visto que retarda uma possível medida de correção que deveria ser tomada de forma oportuna para reduzir potencial dano. Outros estudos também identificaram dificuldades de apoio laboratorial relacionadas à demora na comunicação dos resultados, falta de estrutura e indisponibilidade de análises específicas^{30,32}.

Além disso, o relato sobre uma elevada sobrecarga de trabalho também foi compartilhado por todos os entrevistados, que tinham, sob sua responsabilidade, para além do monitoramento da qualidade da água, outros programas e atividades da Vigilância em Saúde. Grau elevado de cobrança e fragmentação do processo de trabalho podem provocar tensão

emocional, fadiga precoce, ansiedade excessiva e até doenças somáticas; e produzir insegurança e estresse no trabalhador, prejudicando o rendimento no local de trabalho³³. A responsabilidade de gerenciar várias instâncias da vigilância dificulta o processo, fazendo com que a demanda de trabalho seja grande e o tempo disponível para realizar a vigilância de cada campo, em sua particularidade, fique reduzido, prejudicando os resultados esperados.

Com relação às potencialidades, dois municípios afirmaram ter uma excelente equipe de trabalho, bem capacitada e responsável. Ter uma equipe capacitada facilita e otimiza o processo de trabalho, além de colaborar para que as responsabilidades não fiquem ao encargo somente de um funcionário responsável pela vigilância, possibilita uma melhor divisão das tarefas e melhora os resultados obtidos com o processo de vigilância. É necessário que todos os profissionais em saúde que trabalham com a vigilância tenham uma capacitação inicial relacionada às atividades que exercerão, e é dever do responsável pela gestão da política pública proporcionar educação permanente desses profissionais. Além disso, estes devem ser parte do quadro permanente de funcionários, para que o conhecimento em determinada área possa ser transformado em práticas efetivas³², pois, nos dias atuais, ainda se constata a proliferação de contratos precários e a terceirização das atividades¹⁶.

Entre as relações que o indivíduo apresenta com sua instituição, a condição de trabalho é uma das primeiras preocupações. Fatores do ambiente, como equipamentos e materiais disponibilizados para realizar as atividades diárias, têm sido associados à qualidade do trabalho^{34,35}.

Outra questão relevante apresentada pelos trabalhadores foi a inexistência de “*disseminação das informações para a sociedade*”, nem mesmo para os conselhos municipais de saúde. Embora a maioria dos profissionais tenha considerado essa etapa extremamente importante, observou-se que não eram oferecidas oportunidades para a sociedade tomar conhecimento e participar do controle da qualidade da água.

Um estudo mostrou que essa falta de informação se reflete, inclusive, entre lideranças de saúde, que desconhecem a importância da vigilância nesse setor¹⁸. Quando ocorrem alterações no padrão da qualidade da água, as tomadas de decisões são realizadas de forma centralizada, excluindo a população do processo. Para que ocorra essa interação entre a vigilância e a população, é fundamental a publicização dos dados e relatórios produzidos pela vigilância^{5,12}.

O controle da sociedade sobre o Estado é um processo que paulatinamente vem ganhando força no Brasil a partir da democratização. Entretanto, recentemente, o Decreto nº 9.759³⁶, de 11 de abril de 2019, propôs limitar a participação da sociedade civil na formulação e fiscalização de políticas públicas, por meio da extinção de Comissões e Conselhos Nacionais, ameaçando, assim, o processo de tomada de decisão e controle da sociedade. A institucionalização das formas de participação social nas políticas de saúde, por meio dos conselhos de saúde e das conferências de saúde, combinada com mecanismos que regulam a divulgação de informações sobre a qualidade da água para a população, tanto nas contas mensais como em relatórios anuais³⁷, representam condições importantes que podem contribuir para impulsionar um maior compromisso da administração pública com as necessidades da sociedade. Contudo, a modernização efetiva do Estado dependerá de reformas que alterem o sistema de relações de poder, redistribuindo os recursos de poder e alterando os canais de comunicação entre o público e sua administração²⁵.

Os resultados observados reforçam a necessidade de que as novas atribuições e competências adquiridas pelos municípios a partir da Constituição de 1988, com destaque para as responsabilidades no campo da vigilância em saúde, sejam acompanhadas de um processo de profissionalização da administração pública local. As novas atribuições e competências devem propiciar estabilidade no trabalho e educação permanente de servidores públicos, de modo a assegurar uma identidade dos

trabalhadores da área, combinadas por meio de estratégias e programas de apoio direcionados a promover a construção de uma administração pública local voltada às necessidades do cidadão.

Considerações finais

Embora os trabalhadores demonstrem, de forma geral, seguir os dispositivos normativos relacionados à vigilância da qualidade da água, o processo de heterocontrole do parâmetro fluoreto necessita de adequações tanto estruturais quanto organizacionais em todos os municípios. Nos municípios em que as determinações legais não são observadas, há prejuízo na vigilância da qualidade da água. Além disso, não há disseminação das informações para a sociedade, para que ela possa exercer o controle social. Os resultados sugerem que há um importante espaço para formulação de estratégias de ações visando a elevar o grau de estruturação e institucionalidade das práticas de vigilância da qualidade da água com relação ao parâmetro fluoreto. Para tanto, deve haver a adequação dos processos de trabalho por meio da garantia de suas condições e da educação permanente dos profissionais, para que as normativas possam ser colocadas em prática e os resultados esperados possam ser alcançados.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), pelo financiamento do projeto que subsidiou os resultados deste estudo.

Colaboradores

Belotti L (0000-0001-6111-8908)*, Pacheco KTS (0000-0002-4687-6062)* e Esposti CDD (0000-0001-8102-7771)* contribuíram igualmente para a concepção, o planejamento e o delineamento do estudo; aquisição, análise e interpretação dos dados do trabalho; coleta dos dados; redação, elaboração de versões preliminares do artigo e revisão crítica de importante conteúdo intelectual; aprovação final da versão a ser publicada. Brandão SR (0000-0001-7714-9637)* contribuiu para análise e interpretação dos dados do trabalho; redação, elaboração de versões preliminares do artigo e aprovação final da versão a ser publicada. Frazão P (0000-0002-3224-0020)* contribuiu para análise e interpretação dos dados do trabalho; apresentou sugestões importantes incorporadas ao trabalho; revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação final da versão a ser publicada. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality [internet]. 3a. Geneva; 2004. [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf.
2. USA. National Primary Drinking Water Regulations [internet]. 2018 [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: <https://www.epa.gov/dwreginfo/sanitary-surveys>.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Water Fluoridation Reporting System [internet]. [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/fluoridation/data-tools/reporting-system.html>.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.469, de 29 dez. 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 30 Dez 2001.
5. Freitas MB, Freitas CM. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. Cien. Saúde Colet. [internet]. 2005 [acesso em 2019 ago 31]; 10(esp4):993-1004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v10n4/a22v10n4.pdf>.
6. Frazão P, Peres MA, Cury JA. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. Rev. Saúde Pública [internet]. 2011 [acesso em 2019 ago 31]; 45(5):964-73. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v45n5/2584.pdf>.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. 13 Dez 2011.
8. Brasil. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União. 29 Set 2017.
9. Schneider Filho DA, Prado IT, Narvai PC, et al. Fluoretação da água: como fazer a vigilância sanitária? Rio de Janeiro: Rede CEDROS; 1992.
10. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. Ciênc. Saúde Colet. [internet]. 2000 [acesso em 2019 ago 31]; 5(2):381-92. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v5n2/7102.pdf>.
11. Saliba NA, Moimaz SAS, Saliba O, et al. Fluoride content monitoring of the public water supply of the Northwest area of the state of São Paulo, Brazil: 36-month analysis. Rev. odonto cienc. [internet]. 2009 [acesso em 2019 ago 31]; 24(4):372 - 376. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fo/article/view/4863/0>.
12. Frazão P, Narvai PC, organizadores. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes [internet]. Higiene Livros; 2017. [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/181>.
13. Queiroz ACL, Cardoso LSM, Silva SCF, et al. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. Saúde e Soc. [internet]. 2012 [acesso em 2019 ago 31]; 21(2):465-78. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v21n2/a19v21n2.pdf>.
14. Garibotti V, Hennington EA, Selli L. A contribuição dos trabalhadores na consolidação dos serviços municipais de vigilância sanitária. Cad. Saúde Pública [internet]. 2006 [acesso em 2019 ago 31]; 22(5):1043-51. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n5/17.pdf>.

15. Leite MJVF, Oliveira AGRC. Recursos humanos em vigilância sanitária: uma discussão sobre perfil profissional. *Holos* [internet]. 2008 [acesso em 2019 ago 31]; 24(1):15-24. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/116>.
16. Batistella CEC. Qualificação e identidade profissional dos trabalhadores técnicos da vigilância em saúde: entre ruínas, fronteiras e projetos. In: Morosini MVGC, Lopes MCR, Chagas DC, et al., organizadoras. *Trabalhadores técnicos em saúde: aspectos da qualificação profissional no SUS*. Rio de Janeiro: EP-SJV; 2013. [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/14087>.
17. Lalumandier JA, Hernandez LC, Locci AB, et al. US drinking water: fluoridation knowledge level of water plant operators. *J Public Health Dent* [internet]. 2001 [acesso em 2019 ago 31]; 61(2):92-8. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11474920>.
18. Ferreira RGLA, Bógus CM, Marques RAA, et al. Fluoretação das águas de abastecimento público no Brasil: o olhar de lideranças de saúde. *Cad. Saúde Pública* [internet]. 2014 [acesso em 2019 ago 31]; 30(9):1884-1890. Disponível em: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2014001001884&lang=en
19. Minayo MCS. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitec; 2014. 393 p.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população residente para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros com data de referência em 1o de julho de 2018 [internet]. [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>.
21. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Fundação João Pinheiro. *Radar IDHM: evolução do IDHM e de seus índices componentes no período de 2012 a 2017* [internet]. Brasília, DF: 2019 [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34682.
22. Campos MDA, Pacheco KTS, Belotti L, et al. Análise do gerenciamento do heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de um município de médio porte no estado do Espírito Santo. *RBPS* [internet]. 2016 [acesso em 2019 ago 31]; 17(3):89-97. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/RBPS/article/view/14140>.
23. Bardin L. *Análise de Conteúdo*. 6. ed. São Paulo: Edições 70; 2011.
24. Ospina SM, Dodge J. It's About Time: Catching Method Up to Meaning-The Usefulness of Narrative Inquiry in Public Administration Research. *Public Adm Rev* [internet]. 2005 [acesso em 2019 ago 31]; 65(2):143-57. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1540-6210.2005.00440.x>.
25. Motta PR. A modernização da administração pública brasileira nos últimos 40 anos. *Rev. Adm. Pública* [internet]. 2007 [acesso em 2019 ago 31]; 41:87-96. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122007000700006&lng=pt&lng=pt
26. Brasil. Ministério da Saúde. *Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano*. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2014.
27. Frazão P, Soares CCS, Fernandes GF, et al. Fluoretação da água e insuficiências no sistema de informação da política de vigilância à saúde. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.* [internet]. 2013 [acesso em 2019 ago 31]; 67(2):94-100. Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1398177780_Frazao-et-al-FluoretacaoAguaInsuficienciasSisInfoVigilanciaSaude-RAPCD-67-2-2013.pdf.
28. Esposti CDD, Frazão P. O relevante papel da vigilância para assegurar a efetividade da fluoretação da água de abastecimento público. *RBPS* [internet]. 2016 [acesso em 2019 ago 31]; 17(2):4-6. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/RBPS/article/view/13180>.

29. Moimaz SAS, Garbin CAS, Iglesias GF, et al. Dificuldades enfrentadas no processo de fluoretação das águas de abastecimento público. RBPS [internet]. 2016 [acesso em 2019 ago 31]; 17(1):87-94. Disponível em: <http://www.periodicos.ufes.br/RBPS/article/view/12455>.
30. Cesa K, Abegg C, Aerts D. A Vigilância da fluoretação de águas nas capitais brasileiras. Epidemiol e Serviços Saúde [internet]. 2011 [acesso em 2019 ago 31]; 20(4):547-55. Disponível em: http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742011000400014&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
31. Castro AMSM, Câmara VM. Avaliação do programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano em Salvador – BA. Rev. Baiana Saúde Pública [internet]. 2004 [acesso em 2019 ago 31]; 28(2):212-26. Disponível em: <http://rbps.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/1192>.
32. Gazzi BJ, Peixe BCS. Proposta para a organização dos serviços de Vigilância em Saúde: Estudo Sistematizado nos municípios da regional de Francisco Beltrão – PR. In: Peixe BCS, Müller CC, Hilgemberg CMAT, et al., editores. Formulação e Gestão de Políticas Públicas no Paraná: Reflexões, Experiências e Contribuições. Cascavel: Edunioeste; 2010. v. 2. p. 597-616.
33. Agostin A, Andrighetti F, Souza EP. Saúde Do Trabalhador. Rev Uniplac [internet]. 2015 [acesso em 2019 ago 31]; 3(1):212-26. Disponível em: <https://revista.uniplac.net/ojs/index.php/uniplac/article/view/1540>.
34. Medeiros EG. Análise da qualidade de vida no trabalho: um estudo de caso na área da construção civil [dissertação] [internet]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2002. [acesso em 2019 ago 31]. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3048>.
35. Rodrigues JM. Remuneração e competências: retórica ou realidade? Rev. Adm. Empres. [internet]. 2006 [acesso em 2019 ago 31]; 46:23-34. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902006000500002&lng=pt&tlng=pt.
36. Brasil. Decreto nº 9.759, de 11 de abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. Diário Oficial da União. 11 Abr 2019.
37. Brasil. Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União. 5 Maio 2005.

Recebido em 25/04/2019

Aprovado em 23/09/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa no Espírito

Santo (Fapes). Edital Fapes nº 007/2014 Universal – Projeto

Integrado de Pesquisa, processo: 67660266

Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador

Waste management in laboratories of a Brazilian public university: a challenge for environmental health and occupational health

Amanda Caroline Rodrigues de Oliveira¹, Ana Maria Cheble Bahia Braga², Juliana Rulli Wotzasek Villardi³, Thomas Manfred Krauss⁴

DOI: 10.1590/0103-11042019S305

RESUMO As instituições de ensino superior, enquanto geradoras e difusoras de conhecimento, precisam cada vez mais assumir seu papel no contexto regional, especialmente na criação de políticas sustentáveis e de preservação do meio ambiente. Neste sentido, o presente artigo objetiva compreender as práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde nos laboratórios de ensino-pesquisa do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – campus Montes Claros. Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa e quantitativa, realizada mediante a aplicação de questionário com os trabalhadores inseridos em atividades dos laboratórios de ensino. Para a análise, foram utilizadas as frequências absolutas e relativas, medidas de posição, tendência central e dispersão. Entre os problemas identificados, ressaltam-se: as não conformidades com a legislação vigente, em relação ao gerenciamento de resíduos nos laboratórios; a ausência relatada pelos trabalhadores, de capacitações para a realização de suas funções, como também de treinamentos para a prevenção de riscos e para o manejo adequado de resíduos; e a cobertura vacinal baixa contra hepatite B e tétano. Apesar de os locais pesquisados realizarem o gerenciamento dos seus resíduos, constata-se que muitas práticas estão em desacordo com a legislação vigente e precisam ser adequadas.

¹Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte (MG), Brasil.
amandarodrigues@ica.ufmg.br

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

⁴Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

PALAVRAS-CHAVE Gerenciamento de resíduos. Universidades. Saúde do trabalhador. Saúde ambiental.

ABSTRACT Higher education institutions, as generators and disseminators of knowledge, are increasingly in need to assume their roles in regional context, especially in the creation of sustainable and environment preservation public policies. In this sense, the aim of this article was to understand the management of health care waste practices in teaching and research laboratories of the Institute of Agrarian Sciences of the Federal University of Minas Gerais – Montes Claros campus. It is a research with quantitative and qualitative approaches, carried out through survey application with workers engaged in the activities of the teaching labs. For the analysis, absolute and relative frequencies, position measurements, central tendency and dispersion were used. Among the problems detected, it should be highlighted: non-compliance with current legislation, concerned to laboratories waste management; absence reported by workers, of



training for the accomplishment of their functions, as well as education for risk prevention and proper waste management; insufficient immunization coverage against hepatitis B and tetanus. Although the places researched manage their waste, this work concludes that many practices are at odds with the current legislation and need to be adequate.

KEYWORDS Waste management. Universities. Occupational health. Environmental health.

Introdução

Os resíduos sólidos tornaram-se o símbolo de uma sociedade de consumo e de seus defeitos, explicado por sua presença constante em paisagens urbanas e rurais. A produção diária de resíduos sólidos urbanos no Brasil atingiu um total de 214.869 toneladas em 2017. Dados do Panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) apontam que 29,6% dos municípios brasileiros ainda não possuem iniciativas de coleta seletiva¹.

A destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos pouco avançou em 2017, com relação a 2016. O volume de resíduos enviados para lixões teve um aumento de 3% nesse período, este que é considerado como a pior forma de destinação desses materiais. Outro dado importante diz respeito ao manejo dos resíduos de serviços de saúde, realizado pelos municípios e não pelos geradores. No ano de 2017, os municípios brasileiros coletaram cerca de 256.941 toneladas de resíduos de serviços de saúde. Somando as quantidades sob gestão municipal, verificou-se que as prefeituras brasileiras gerenciaram, naquele ano, aproximadamente 117 milhões de toneladas de resíduos sólidos¹.

No ano de 2010, foi instituída, por meio da Lei nº 12.305, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)², que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, como também sobre as diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos no País.

Entre os princípios da PNRS, destacam-se a prevenção, a precaução e o desenvolvimento sustentável, como também uma visão sistêmica na gestão de resíduos sólidos que considere variáveis como a ambiental, a social, a econômica, a cultural e as de saúde pública.

Em seu artigo sétimo, parágrafo primeiro, a PNRS dispõe que a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental são objetivos centrais. É interessante observar o entrelaçamento da saúde pública (e aqui não se pode deixar de citar a saúde dos trabalhadores) com a saúde do meio ambiente, tendo elas relação direta com a adequada gestão de resíduos gerados².

A incorporação do papel das relações trabalho/ambiente/saúde na determinação do processo saúde-doença da população pode ser identificada no sistema público de saúde brasileiro, desde sua criação. A relação entre saúde e meio ambiente está estabelecida na Lei nº 8.080/90 (Lei Orgânica da Saúde), cujo artigo terceiro (redação dada pela Lei nº 12.864/13) aponta que 'os níveis de saúde expressam a organização social e econômica do País, tendo a saúde como determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação'^{3,4}.

A interface saúde do trabalhador/meio ambiente também foi apontada na Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora (PNSTT)⁵. Neste contexto, entre os objetivos desta política, destaca-se a promoção da saúde, de ambientes e processos

de trabalho saudáveis. Para tanto, pressupõe-se o fortalecimento e a articulação das ações de vigilância em saúde, com a identificação dos fatores de risco ambiental, para uma intervenção nos ambientes e processos de trabalho. Além disto, também é proposto o desenvolvimento de estratégias e ações de comunicação sobre riscos, de educação ambiental e em saúde do trabalhador.

Em 2018, foi publicada a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 222, em substituição à RDC 306/2004, dispoendo sobre os requisitos acerca das boas práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. A atual resolução considera como geradores de resíduos de serviços de saúde todos os serviços cujas atividades estejam relacionadas com atenção à saúde humana ou animal. A RDC 222/2018 aborda aspectos que devem ser observados quando da elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), sendo que a elaboração, implantação, implementação e o monitoramento são de responsabilidade do serviço gerador de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)⁶.

As Instituições de Ensino Superior (IES) passaram a introduzir a temática ambiental em seus processos de gestão a partir da década de 1960. As primeiras experiências nesse sentido foram relatadas nas universidades dos Estados Unidos. Na década de 1980, observou-se o estabelecimento de políticas mais específicas para a gestão de resíduos e eficiência energética nas universidades. A participação mais efetiva das IES nas políticas ambientais aconteceu na década de 1990, a partir de vários documentos, como a Declaração de Taillores (1990), a Declaração de Halifax (1991) e a Declaração de Kyoto (1993), através das quais universidades de vários países declararam a preocupação das IES com a degradação ambiental, estimulando a criação de projetos voltados para a sustentabilidade⁷.

Nesse cenário, observa-se, nos últimos anos, que o gerenciamento de resíduos tem se tornado uma grande preocupação para as IES do Brasil, principalmente devido ao aumento do número de pesquisas e pela variedade de

resíduos gerados nesses locais. Este estudo teve por objetivo compreender o processo de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde gerados nos laboratórios de ensino-pesquisa do *campus* regional de Montes Claros da Universidade Federal de Minas Gerais, considerando que as informações obtidas possam auxiliar nas ações para a melhoria do processo de gerenciamento de resíduos no *campus*, em especial, visando à proteção à saúde dos trabalhadores e à saúde ambiental.

Métodos

Trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida como um estudo de caso no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no município de Montes Claros (MG).

Localizado na região norte do estado, o ICA teve início com o Colégio Agrícola Antônio Versiani Athayde, criado pela Lei nº 4.323, em 11 de abril de 1964⁸, tendo sido incorporado à UFMG através do Decreto nº 63.416, de 11 de outubro de 1968⁹. A unidade conta com seis cursos de graduação (Administração, Agronomia, Engenharia de Alimentos, Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Florestal e Zootecnia). O instituto ainda possui o curso de especialização *lato sensu* em Recursos Hídricos e Ambientais e quatro cursos de pós-graduação *stricto sensu*, sendo três de mestrado (Produção Vegetal, Produção Animal e Ciências Florestais) e um de doutorado (Produção Vegetal). O ICA também possui o mestrado em Sociedade, Ambiente e Território associado com a Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes).

Para este estudo foram selecionados os laboratórios do *campus*, levando em consideração as atividades realizadas e a geração de RSS do Grupo A (biológicos) ou do Grupo B (químicos) (RDC 222/2018) nesses locais e, conseqüentemente, propondo possíveis intervenções sobre fatores de risco, ambientes e

processos de trabalho, compreendendo ações de prevenção dos riscos associados. Os laboratórios foram catalogados e, do total de 55, foram excluídos da pesquisa 16 laboratórios, por não gerarem RSS dos grupos A ou B.

Para o critério de inclusão dos trabalhadores foi estabelecido que os participantes estivessem diretamente envolvidos nas atividades dos laboratórios de ensino-pesquisa dos locais selecionados ou neles exercessem atividades de coordenação. Participaram deste estudo 24 trabalhadores de um universo de 50 que atendiam ao critério de inclusão. Estes trabalhadores atuam em 20 laboratórios de ensino-pesquisa do *campus*.

A coleta de dados iniciou-se em novembro de 2018, sendo concluída em janeiro de 2019, mediante um conjunto de questões qualitativas e quantitativas que cobriram temas relacionados ao gerenciamento de resíduos, sendo eles: caracterização do local, funcionários e rotinas de trabalho, geração, segregação, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos. Para a elaboração do questionário, foram consultadas pesquisas anteriores realizadas sobre a temática, sobretudo o trabalho de Silva¹⁰ e a ferramenta Health-Care Waste Management – Rapid Assessment Tool, da Organização Mundial da Saúde¹¹, utilizada para a avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. As questões consideradas importantes para o alcance dos objetivos foram selecionadas e adaptadas, incluindo-se algumas não contempladas nos materiais consultados.

Na análise descritiva, as variáveis categóricas de interesse foram codificadas e agrupadas por temáticas. Para a análise, foram utilizadas as frequências absolutas e relativas, ao passo que, na descrição da variável numérica, foi utilizada

medida de tendência central (média). O *software* utilizado nas análises foi o R (versão 3.5.1).

A presente pesquisa atendeu às exigências éticas e científicas fundamentais, contemplando os preceitos da Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde¹². Antes de iniciar-se o trabalho de campo, este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, da Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz), e da Universidade Federal de Minas Gerais, também em conformidade com a Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Parecer Consubstanciado nº 2.797.172. Todos os participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Resultados

Participaram do estudo 24 servidores efetivos do quadro de funcionários da UFMG – *campus* Montes Claros, que atuavam em laboratórios de ensino-pesquisa do ICA/UFMG, geradores de RSS dos grupos A ou B. Dos entrevistados, 66,67% (n=16) eram técnicos-administrativos em educação, com nível médio ou superior; e 33,33% (n=8) eram docentes coordenadores de laboratórios de ensino-pesquisa do instituto.

Quanto aos eixos das atividades realizadas pelos trabalhadores nos laboratórios pesquisados (*tabela 1*) – se ensino, pesquisa ou extensão –, os resultados revelaram que: (i) 91,67% dos entrevistados realizavam atividades na área de pesquisa; (ii) atividades da área de ensino foram apontadas por 83,33% dos entrevistados; (iii) em relação à extensão, 75% dos entrevistados realizavam atividades neste eixo.

Tabela 1. Atividades desenvolvidas nos laboratórios. Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros, MG, 2019

Variável		
Eixo de atividades realizadas nos laboratórios, segundo os entrevistados^a	n	%
Pesquisa		
Sim	22	91,67
Não	2	8,33
Ensino		
Sim	20	83,33
Não	4	16,67
Extensão		
Sim	18	75
Não	6	25

Fonte: Elaboração própria.

^a=24.

O número médio de técnicos por laboratório (*tabela 2*) foi 1 (um), sendo que alguns laboratórios não possuíam servidor técnico. O máximo de técnicos por laboratório foi 3 (três). Quanto à atuação dos técnicos que acompanhavam as atividades nos laboratórios (*tabela 2*), 41,67% dos trabalhadores não eram exclusivos, ou seja, atuavam em mais de um local durante a jornada de trabalho. Quanto ao treinamento dos servidores para a realização de suas atividades (*tabela 2*), 45,83% dos entrevistados relataram que os funcionários dos laboratórios pesquisados não receberam treinamento para

o exercício de suas atividades na instituição.

No que concerne à vacinação dos trabalhadores (*tabela 2*), foi questionado aos entrevistados sobre sua situação vacinal, para as vacinas hepatite B e tétano, visando à proteção deles quanto aos riscos inerentes à atividade desenvolvida. Em relação à hepatite B, 62,5% dos trabalhadores relataram que estavam imunizados; e 33,33% dos trabalhadores não sabiam ou estavam imunizados parcialmente. Em relação ao tétano, 62,5% dos trabalhadores relataram que estavam imunizados.

Tabela 2. Variáveis relacionadas aos trabalhadores que atuam em laboratórios de ensino-pesquisa. Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros, MG, 2019

Variável			
Número de trabalhadores por laboratório^a			
Média	Mínimo	Máximo	
1	0	3	
Execução de atividades pelo apoio técnico em mais de um laboratório^a		n	%
Sim		10	41,67
Não		12	50
Não possui técnico no local		2	8,33

Tabela 2. (cont.)

Treinamento dos técnicos de laboratórios para a realização de atividades		
Não	11	45,83
Sim	11	45,83
Não possui técnico no local	2	8,34
Estado vacinal dos trabalhadores^a		
Não	1	4,17
Não sabe	5	20,83
Parcialmente	2	8,33
Parcialmente, Hepatite B não sabe, Tétano sim	1	4,17
Parcialmente, Hepatite B sim, Tétano não sabe	1	4,17
Sim	14	58,33

Fonte: Elaboração própria.

^a=24.

Geração de resíduos nos laboratórios do campus

Sobre os tipos de resíduos gerados, foram encontrados os seguintes resultados (*tabela 3*): (i) os resíduos biológicos eram gerados nos laboratórios de 62,5% dos entrevistados; (ii) os resíduos perfurocortantes eram gerados nos

laboratórios de 87,5% dos trabalhadores; (iii) os resíduos químicos e comuns eram gerados em todos os laboratórios; (iv) resíduos orgânicos e farmacêuticos eram gerados nos locais de trabalho de 83,33% e 20,83% dos entrevistados, respectivamente. Resíduos radioativos não foram gerados em nenhum laboratório.

Tabela 3. Frequência de trabalhadores que informaram a geração de resíduos nos laboratórios, por tipo de resíduo. Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros, MG, 2019

Variável	n^a	%
Biológico		
Não	9	37,5
Sim	15	62,5
Perfurocortante		
Não	3	12,5
Sim	21	87,5
Químico		
Não	0	0
Sim	24	100
Farmacêutico		
Não	19	79,17
Sim	5	20,83

Tabela 3. (cont.)

Comum		
Não	0	0
Sim	24	100
Orgânico		
Não	4	16,67
Sim	20	83,33
Radioativo		
Não	24	100
Sim	0	0

Fonte: Elaboração própria.

^a=24.

Segregação e acondicionamento de resíduos nos laboratórios

Quanto à segregação dos resíduos no local de origem (*tabela 4*), em relação ao resíduo biológico, os entrevistados que geravam esse tipo de resíduo durante as suas atividades (n=15) afirmaram que não realizavam a segregação conforme a RDC 222/2018. O resíduo químico era segregado dos outros tipos de resíduos por 87,5% (n=21) dos entrevistados (n=24). Quanto aos resíduos perfurocortantes, 79,17% (n=19) afirmaram que realizavam a segregação desse tipo de resíduo. A segregação do resíduo comum apresentou o percentual mais alto entre os entrevistados (91,7%).

Com relação ao recipiente utilizado para o acondicionamento de resíduos biológicos (*tabela 4*), o mais utilizado foi a lixeira de plástico rígido (33,33%). Contudo, o resíduo biológico era armazenado no mesmo recipiente destinado ao resíduo comum, prática em desacordo com a RDC 222/2018. Apenas 12,5% dos entrevistados relataram utilizar saco plástico apropriado para o acondicionamento desses resíduos. No que tange aos resíduos perfurocortantes, a pesquisa identificou que nenhum local possuía coletor de material perfurocortante, e que foram utilizados outros tipos de recipientes para o acondicionamento. Entre os recipientes mais utilizados, 50% dos entrevistados citaram a caixa de papelão.

Tabela 4. Segregação e acondicionamento de resíduos nos laboratórios de ensino-pesquisa. Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros, MG, 2019

Variável	n ^a	%
Trabalhadores que realizam a segregação por tipo de RSS		
Químicos		
Não	1	4,17
Sim	21	87,5
Não responderam	2	8,33

Tabela 4. (cont.)

Biológicos		
Não	15	62,5
Sim	0	0
Não se aplica	9	37,5
Perfurocortantes		
Não	0	0
Sim	19	79,17
Não responderam	2	8,33
Não se aplica	3	12,5
Farmacêuticos		
Não	4	16,67
Sim	1	4,16
Não se aplica	19	79,17
Comuns		
Não	0	0
Sim	22	91,67
Não responderam	2	8,33
Tipo de acondicionamento de RSS utilizados pelos trabalhadores		
Biológicos		
Recipiente de plástico rígido		
Não	7	29,17
Sim	8	33,33
Não se aplica	9	37,5
Saco plástico apropriado		
Não	12	50
Sim	3	12,5
Não se aplica	9	37,5
Saco plástico comum		
Não	8	33,33
Sim	7	29,17
Não se aplica	9	37,5
Perfurocortantes		
Coletor de materiais perfurocortantes		
Não	21	87,5
Sim	0	0
Não se aplica	3	12,5
Outros recipientes		
Não	3	12,5
Sim	18	75

Tabela 4. (cont.)

Caixa de papelão	12	50
Caixa ou frasco de plástico reutilizado	2	8,33
Lata de alumínio	1	4,17
Placa de petri	2	8,33
Frasco de vidro	1	4,17
Não se aplica	3	12,5
Químicos		
Recipiente de plástico rígido		
Não	11	45,83
Sim	11	45,83
Não responderam	2	8,34
Vidro		
Não	10	41,67
Sim	12	50
Não responderam	2	8,33

Fonte: Elaboração própria.

^a=24.

Tratamento e disposição final dos resíduos

A *tabela 5* demonstra que nenhum trabalhador respondeu que o resíduo gerado era totalmente tratado; 33,33% dos trabalhadores responderam que os resíduos eram parcialmente tratados. Um percentual considerável de trabalhadores (29,17%) não soube responder à pergunta.

Os trabalhadores também foram questionados sobre quem realizava o tratamento de resíduos. A maior parte deles (54,17%) não soube responder à pergunta ou afirmou que não existia tratamento. Quanto ao tratamento dos resíduos biológicos, 25% dos trabalhadores afirmaram realizar a autoclavação antes do

descarte, contudo, esses resíduos eram descartados juntamente com os resíduos comuns.

Foram verificadas, no estudo, as atitudes dos trabalhadores quando se deparavam com um resíduo que não possuía opção de tratamento (*tabela 5*). A maioria dos trabalhadores (45,83%) respondeu que, diante dessa situação, realizava o armazenamento do resíduo. O descarte dos resíduos na rede de esgoto ou no meio ambiente foi informado por 25% dos entrevistados. Com relação às opções de tratamento oferecidas pela instituição, 50% dos entrevistados responderam que estavam insatisfeitos. Apenas 25% dos trabalhadores estavam satisfeitos com as opções de tratamento de resíduos na instituição.

Tabela 5. Tratamento e disposição final de resíduos dos laboratórios de ensino-pesquisa. Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, Montes Claros, MG, 2019

Variável	n ^a	%
O resíduo gerado é tratado?		
Não	8	33,33
Sim, parcialmente	8	33,33
Sim	0	0
Não sabe	7	29,17
Não responderam	1	4,17
Quem realiza o tratamento de resíduos?		
Próprio servidor - autoclavados e descartados no lixo comum	2	8,33
Empresa terceirizada	6	25
Não existe tratamento	3	12,5
Não sabe	7	29,17
Não responderam	6	25
O que faz para descartar resíduos quando não há opções de tratamento?		
Armazenamento	11	45,83
Descarte na rede de esgoto ou no meio ambiente	6	25
Todos os resíduos gerados possuem opções de tratamento	3	12,5
Outros	1	4,17
Não responderam	3	12,5
Como são tratados os resíduos químicos?		
Armazenamento	1	4,17
Descarte na rede de esgoto	5	20,83
Incineração	4	16,67
Não possui tratamento/outros	2	8,33
Não sabe	5	20,83
Não responderam	7	29,17
Como são tratados os resíduos biológicos?		
Autoclavação antes do descarte	6	25
Destinados ao meio ambiente sem tratamento	5	20,83
Armazenamento	1	4,17
Não sabe	2	8,33
Não responderam/não se aplica	10	41,67
Que tipo de local é utilizado para a disposição final dos resíduos dentro da instituição?		
Cemitério de animais da Fazenda Experimental	1	4,17
Depósito próximo à Fazenda Experimental Fehan* (resíduo químico)	5	20,83
Depósito próximo à garagem (resíduo comum)	2	8,33
Outros locais informados como depósito, mas que não são utilizados ou não existem	6	25
Não sabe	9	37,5
Não responderam	1	4,17

Tabela 5. (cont.)

O quanto satisfeito ou insatisfeito você está com as opções de tratamento oferecidas?		
Muito insatisfeito	2	8,33
Insatisfeito	12	50
Satisfeito	6	25
Muito satisfeito	1	4,17
Não responderam	3	12,5

Fonte: Elaboração própria.

^a=24.

*Fehan - Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro.

Discussão

Entre os problemas identificados, ressaltam-se: (i) as não conformidades com a legislação vigente, em relação ao gerenciamento de resíduos nos laboratórios; (ii) a ausência relatada pelos trabalhadores, de capacitações para a realização de suas funções, como também de treinamentos para a prevenção de riscos e para o manejo adequado de resíduos; (iii) cobertura vacinal baixa contra hepatite B e tétano; (iv) acesso às informações sobre legislações e procedimentos operacionais padrão para o adequado gerenciamento de resíduos; (v) infraestrutura precária nos laboratórios para a realização do correto gerenciamento dos resíduos. Entre os riscos identificados à saúde humana e ao meio ambiente, destacam-se os relativos a acidentes com material perfurocorante nos locais pesquisados; à contaminação ambiental; de explosão, devido à natureza dos produtos químicos utilizados; e de intoxicação humana e eventuais acidentes.

O Decreto nº 5.707/06¹³⁽⁴⁾ instituiu a política e as diretrizes para o desenvolvimento de pessoal da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, com a finalidade de desenvolver permanente o servidor público, como também adequar as competências a eles requeridas para o atendimento aos objetivos das instituições.

A política possui como diretriz:

oferecer e garantir cursos introdutórios ou de formação, respeitadas as normas específicas aplicáveis a cada carreira ou cargo, aos servidores que ingressarem no setor público, inclusive àqueles sem vínculo efetivo com a administração pública.

Diante do exposto, 50% dos entrevistados relataram que não receberam treinamento para exercerem suas atividades na instituição. Sendo assim, verifica-se discrepância entre os pressupostos da legislação, com os resultados da pesquisa. Siqueira (2014) aponta que um dos desafios na UFMG para a efetividade do correto manejo dos resíduos sólidos depende de capacitação constante, comprometimento e legitimação de todos os procedimentos pelos atores envolvidos.

Sangioni et al.¹⁴, com relação à prevenção de acidentes nos laboratórios, afirmam que, como o fator humano está implicado às causas de acidentes, o maior esforço deve ser direcionado aos aspectos de educação em biossegurança, que devem estar presentes no cotidiano das instituições de ensino.

Quanto à situação vacinal dos trabalhadores, 62,5% dos entrevistados nesta pesquisa relataram vacinação completa para hepatite B. Estudo realizado em 2015, sobre a situação vacinal de trabalhadores da saúde contra a hepatite B, identificou que a prevalência da

vacinação completa foi de 59,9%^{15,16}. E em um estudo transversal realizado sobre a exposição ocupacional e a vacinação para hepatite B, 59,7% dos trabalhadores investigados relataram vacinação completa. Esses resultados são semelhantes ao encontrado no presente estudo.

A Norma Regulamentadora (NR) 32¹⁷, que dispõe sobre o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), estabelece que este deve indicar como será realizada a vigilância dos trabalhadores potencialmente expostos e abordar o programa de vacinação. Observa-se que um percentual elevado de trabalhadores (41,67%), do total de entrevistados, esteve suscetível a doenças imunopreveníveis, o que aponta falhas na vigilância da saúde dos profissionais.

Com relação à geração de resíduos em laboratórios, em pesquisa sobre o diagnóstico da situação de gerenciamento de resíduos perigosos nos laboratórios/serviços do *campus* da Universidade de São Paulo (USP) de Ribeirão Preto (SP), em 2010, quanto às frequências de geração de resíduos, identificou-se: (i) resíduo biológico em 65,3% dos laboratórios; (ii) resíduos comuns em 97,5% dos laboratórios; e (iii) resíduo químico em 80,9% dos entrevistados. Esses dados são semelhantes aos da presente pesquisa¹⁸.

No que diz respeito ao acondicionamento de resíduos perfurocortantes, a RDC 222/2018, no artigo 86, orienta que esses materiais devem ser descartados em recipientes identificados, rígidos, providos com tampa, resistentes a punctura, ruptura e vazamento. A pesquisa identificou que em nenhum dos locais pesquisados existem coletores de materiais perfurocortantes, e que são utilizados outros tipos de recipientes para o seu acondicionamento (*tabela 4*). Entre os recipientes alternativos mais utilizados, 50% dos entrevistados citaram a caixa de papelão⁶.

Os resíduos líquidos devem ser acondicionados em recipientes constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa que garanta a contenção do RSS e identificação adequada⁶. Na *tabela 4*, verifica-se que os recipientes mais utilizados para o

acondicionamento de resíduos químicos são o plástico rígido (45,83%) e o vidro (50%).

Com relação ao tratamento dos resíduos químicos (Grupo B), 20,83% dos entrevistados responderam que realizam o descarte na rede de esgoto. Esta prática está em desacordo com a RDC 222/2018. Muitos reagentes utilizados nos laboratórios são tóxicos para o ser humano e o meio ambiente, então, o descarte destes resíduos na rede de esgoto pode causar sérios prejuízos à saúde humana e à ambiental.

Quanto aos resíduos biológicos, 25% dos trabalhadores afirmaram realizar a autoclavação antes do descarte, contudo, eles são descartados juntamente com os resíduos comuns, ou seja, não se realiza uma disposição final ambientalmente adequada. De acordo com a RDC 222/2018, os resíduos biológicos (Grupo A) – especificamente os subgrupos A1 e A2 – devem ser submetidos a tratamento, utilizando processos que devem ser validados para a obtenção de redução ou eliminação da carga microbiana, em equipamento compatível com o nível III de inativação microbiana, para uma disposição ambientalmente adequada de tais rejeitos⁶.

Considerações finais

Em atendimento à Lei nº 12.305/10, é fundamental o estabelecimento do PGRSS no ICA – *campus* Montes Claros, não somente nos laboratórios, mas em todos os setores geradores de RSS da instituição. Apesar de, nos locais visitados, existirem práticas de gerenciamento de resíduos, foi constatado que muitas delas estão em desacordo com a legislação vigente e precisam ser adequadas. As maiores dificuldades foram relacionadas ao descarte e tratamento dos resíduos biológicos nos laboratórios e ao armazenamento inadequado de resíduos químicos.

A PNSTT⁵ tem como um de seus objetivos a realização da análise da situação de saúde e identificação das necessidades, demandas e problemas de saúde dos trabalhadores

no território. Com relação à imunoprevenção, faz-se necessário que o Setor de Saúde Ocupacional do ICA mantenha atualizada a situação vacinal dos trabalhadores do instituto.

A presente pesquisa foi idealizada com a finalidade de contribuir para a implementação de ações para a melhoria das condições ambientais e de saúde dos trabalhadores da UFMG – *campus* Montes Claros. Cabe ressaltar que, durante seu desenvolvimento, a presente pesquisa propiciou discussões sobre o tema, e algumas ações foram promovidas pela administração, como a nomeação de um gestor de resíduos para o *campus*, visando à melhoria do gerenciamento de resíduos nos laboratórios.

No ano de 2018, foi instituída a Comissão de Gestão Socioambiental no *campus* Montes Claros. A comissão é multidisciplinar e conta com docentes e técnicos-administrativos de diferentes áreas de formação. Foi instituída com o objetivo de tornar o *campus* ICA/UFMG um modelo de gestão ambiental em regiões semiáridas, além de implementar, formalizar, ampliar e aprimorar o gerenciamento de resíduos sólidos. Por intermédio da Comissão, foram realizados a coleta e o tratamento de resíduos químicos que estavam armazenados no instituto. Existia um grande passivo acumulado, e muitos frascos estavam sem qualquer tipo de identificação ou data do acondicionamento. Essa foi a primeira vez que os resíduos químicos tiveram uma destinação adequada.

Com relação à capacitação para manejo adequado de resíduos, em 2019 foi realizado o ‘Curso de manejo de resíduos, saúde e segurança’, após a identificação, na presente pesquisa, da necessidade de treinamentos voltados para o gerenciamento de resíduos. Como público do curso, foram convidados os trabalhadores que atuavam em laboratórios do *campus*, sendo o evento aberto também para as comunidades acadêmica e externa O

curso contou com debates sobre segurança ocupacional, reciclagem de materiais descartados e consumo consciente, além da PNRS, de inventários de resíduos químicos e da RDC 222/2018.

O curso utilizou uma metodologia participativa, através da qual os próprios trabalhadores foram responsáveis pela condução da maior parte das temáticas. Dessa forma, eles adquiriram conhecimentos que podem vir a ser aplicados em seus locais de trabalho. Ao mesmo tempo, foi gerada uma rede de apoio entre os profissionais, para auxiliar na adequação de suas práticas.

As instituições de ensino superior, enquanto geradoras e difusoras de conhecimento, precisam cada vez mais assumir seu papel no contexto regional, como agentes de inovação e de articulação com a sociedade, na criação de políticas sustentáveis e de preservação do meio ambiente. Sendo assim, é imprescindível que as universidades tenham uma postura coerente, implantando programas de gestão de resíduos em consonância com outros setores da sociedade, na busca de novas soluções para a reciclagem e o tratamento de resíduos.

Colaboradores

Oliveira ACR (0000-0003-1168-7584)* contribuiu para a concepção, planejamento, coleta, análise e interpretação dos dados; revisão crítica do conteúdo e aprovação da versão final. Braga AMCB (0000-0002-8538-5880)* contribuiu para sua elaboração com as seguintes atividades: concepção, planejamento, revisão crítica do conteúdo e aprovação da versão final do manuscrito. Villardi JRW (0000-0003-3221-6052)* e Krauss TM (0000-0003-2504-0538)* contribuíram igualmente na revisão do rascunho e aprovação da versão final. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017. São Paulo: ABRELPE; 2018.
2. Brasil. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 3 Ago 2010.
3. Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2 Set 1981.
4. Dias EC, Rigotto RM, Augusto LGS, et al. Saúde ambiental e saúde do trabalhador na atenção primária à saúde, no SUS: oportunidades e desafios. Ciênc. Saúde Colet. [internet]. 2009 [acesso em 2019 abr 29]; 14(6):2061-2070. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232009000600013&lng=en.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.823, de 23 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora. Diário Oficial da União. 24 Ago 2012.
6. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União. 29 Mar 2018.
7. Tauchen J, Brandli LL. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. Gest. Prod. [internet]. 2006 [acesso em 2019 abr 29]; 13(3):503-515. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2006000300012&script=sci_abstract&tlng=pt.
8. Brasil. Lei nº 4.323, de 11 de abril de 1964. Cria a Escola “Agrotécnica Antônio Versiani Athayde”, no Estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 13 Abr 1964.
9. Brasil. Decreto nº 63.416, de 11 de outubro de 1968. Provê sobre a transferência de estabelecimento de ensino agrícola para a Universidade Federal de Minas Gerais. Diário Oficial da União. 14 Out 1968.
10. Silva ENCS. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: adaptação transcultural e validação do instrumento “Health-Care Waste Management – Rapid Assessment Tool” para língua portuguesa no Brasil [tese]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2011. 234 p.
11. World Health Organization. Health-care waste management: rapid assessment tool: for country level [internet]. [S.l.]: WHO, [2004]. [acesso 2019 abr 25]. Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/ratupd05.pdf.
12. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Diário Oficial da União. 13 Jun 2013.
13. Brasil. Decreto nº 5.707, de 23 de fevereiro de 2006. Institui a Política e as Diretrizes para o Desenvolvimento de Pessoal da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e regulamenta dispositivos da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Diário Oficial da União. 24 Fev 2006.
14. Sangioni LA, Pereira DIB, Vogel FSF, et al. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. Ciência Rural [internet]. 2013 [acesso 26 abr 2019]; 43(1):91-99. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n1/a0313cr4897.pdf>.
15. Fernanda OS, Tânia MA. Exposição ocupacional e vacinação para hepatite B entre trabalhadores da atenção primária e média complexidade. Rev Bras Med Trab. 2018 [acesso em 2019 abr 30]; 16(1):36-43. Disponível em: <http://rbmt.org.br/details/291/pt-BR/exposicao-ocupacional-e-vacinacao-para-hepatite-b-entre-trabalhadores-da-atencao-primaria-e-media-complexidade>.

16. Souza FO, Freitas PSP, Araújo TM, et al. Vacinação contra hepatite B e Anti-HBS entre trabalhadores da saúde. *Cad. Saúde Colet.* [internet]. 2015 [acesso em 2019 abr 30]; 23(2):172-179. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-462X2015000200172&lng=pt. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201500020030>.
17. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 485, de 11 de novembro de 2005. Aprova a Norma Regulamentadora nº 32 – segurança e saúde no trabalho em estabelecimentos de saúde. *Diário Oficial da União.* 16 Nov 2005.
18. Veiga TB. Diagnóstico da situação do gerenciamento de resíduos perigosos no Campus da USP de Ribeirão Preto – SP [dissertação]. Ribeirão Preto: USP; 2010. 141 p.

Recebido em 30/04/2019

Aprovado em 12/08/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

Disposal of animal healthcare services waste in southern Brazil: One Health at risk

Descarte de resíduos de serviços de saúde animal no sul do Brasil: Saúde Única em risco

Kelly Scherer de Oliveira¹, Larissa Morello¹, Simone Vassem de Oliveira¹, Lenita Agostinetto¹, Bruna Fernanda da Silva¹, Ana Emilia Sieglloch¹

DOI: 10.1590/0103-11042019S306

ABSTRACT Brazilian animal livestock is in full expansion but linked to the use of veterinary drugs which may be considered as emerging contaminants. The study aimed to characterize the disposal of Animal Healthcare Service Waste (AHSW), especially of veterinary drugs, besides identifying the most used drugs in the city of São Joaquim municipality, southern Brazil. Eighty-four cattle ranchers were interviewed through a structured questionnaire with closed questions about drugs use and disposal of the AHSW. The active ingredients of drugs most used were the antiparasitic ivermectin (68% of properties) and the antimicrobial oxytetracycline (48%). After the use, the disposal of the AHSW, including expired drugs, leftovers and wrapper, was the disposal next to the domestic trash, burned and deposited in the soil. The Chi square test showed association between the age of the participants and the disposal of sharp objects ($X^2 = 36,36$, $p = 0,020$), showing that farmers aged above 60 years usually reuse, the ones who are 20 years old return to the place where they acquired the material and the rest adopts improper practices. The disposal practices of the AHSW adopted in the properties are still in disagreement with the current Brazilian legislation and may cause adverse effects on human, animal and environmental health.

KEYWORDS Waste management. Medical waste. Veterinary drugs. Public health.

RESUMO A pecuária brasileira está em franca expansão, porém associada ao uso de medicamentos veterinários que podem ser considerados contaminantes emergentes. Este estudo objetivou caracterizar o descarte dos Resíduos de Serviços de Saúde Animal (RSSA), especialmente dos medicamentos veterinários, além de identificar os medicamentos mais usados no município de São Joaquim, Sul do Brasil. Foram entrevistados 84 criadores de gado por meio de questionário estruturado com questões fechadas sobre uso de medicamentos e descarte dos RSSA. Os princípios ativos de medicamentos mais usados foram o antiparasitário ivermectina (68% das propriedades) e o antimicrobiano oxite-traciclina (48%). Após o uso, o descarte dos RSSA foi no resíduo domiciliar, queimado e a depositado no solo. O teste Qui quadrado mostrou associação entre a idade dos participantes e o descarte de perfurocortantes ($X^2 = 36,36$, $p = 0,020$), evidenciando que agricultores com idade acima de 60 anos costumam reutilizar, aqueles com idade abaixo de 20 anos devolvem no local onde adquirem o material e os demais adotam práticas inadequadas para o descarte. As práticas de descarte dos RSSA adotadas nas propriedades rurais estão em desacordo com a legislação brasileira vigente e podem ocasionar efeitos adversos na saúde humana, animal e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE Gerenciamento de resíduos. Resíduos de serviços de saúde. Drogas veterinárias. Saúde pública.

¹Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac), Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde (PPGAS) – Lages (SC), Brasil. asieglloch@gmail.com



Introduction

One of the wastes generated in animal production are the ones of the animal healthcare service, composed of plastic, paper, glass, cardboard, sharp objects, chemical or biological residue¹. Of these, veterinary drugs that play an important role in the production of animal protein are emphasized, guaranteeing food for millions of people, and the class of antimicrobials is one of the most used in agriculture worldwide². The increasing production of animal protein in an intensive system³ and lack of clear laws and regulations on the use of antimicrobials has generated an often-irrational increase in antimicrobial consumption⁴. Among the countries with the highest consumption of antimicrobials to produce food of animal origin are China (23%), the United States (13%) and Brazil (9%), which indicates the potential contribution of these countries to the global load of antimicrobial resistance⁴. The excessive and subtherapeutic antimicrobials doses used in animal production and inappropriate waste disposal of animal healthcare services contribute to disseminate drug resistant pathogens, both in animals and in humans, posing a significant threat to public health^{1,4}.

Currently, the concept of One Health has been recommended as an effective approach to solve complex health problems involving multiple disciplines, representing an integrated vision of health, composed of three inseparable areas: human, animal and environmental³. Thus, One Health could be used to implement programs, policies, legislation and research in which multiple professional work together to achieve better public health outcomes, especially in the areas of food safety, control of zoonoses (diseases that can spread among humans and animals) and reduction of antibiotic resistance, that happens when bacteria change after exposed to antibiotics, making treatment difficult^{4,5}. Moreover, incorporating a One Health approach into public health policy is widely expected to increase efficiency and cost-effectiveness by minimize

the overlap between human, animal and environmental health services⁶.

The main routes of entry of veterinary drugs into the environment are through urine and feces excreta from medicated animals, which contains metabolites of pharmaceuticals, soil fertilization consisting of animal waste, improper disposal of packaging, sharp objects, disposal of leftover and expired drugs in the urban solid waste collection network and direct release into the water of drugs used in aquaculture⁷⁻⁹.

Among the emerging pollutants, drug wastes pose a serious threat to human health and to environmental integrity¹⁰, with studies already detecting drugs in sewage, treated wastewater^{7,11}, surface waters of rivers^{11,12}, river sediment¹³, drinking water for the human population¹⁴, and marine ecosystems¹⁵.

Pharmaceutical wastes found in increasing concentrations in the surface water of rivers for human consumption and effluents when not efficiently removed by treatment plants may cause serious toxic effects on human health¹⁰. Data from a study conducted by Locatelli, Sodr e, Jardim¹² along the Atibaia river, an important water resource in Campinas, southeastern Brazil, evidenced about seven antimicrobials in water (penicillin, fluoroquinolone, sulfonamide, tetracycline, cephalosporin and diaminopyrimidine).

In Brazil, the National Solid Waste Policy (PNRS), represented a major advance for waste management, since it defined the classification of waste according to origin and as to hazardousness, by framing the drugs in the class of healthcare service waste, in addition to stimulating reverse logistics¹⁶. However, the PNRS does not provide for specific regulations for proper disposal of animal healthcare service waste, including expired drugs and veterinary treatment waste. The current National Health Surveillance Agency's Resolution (RDC n o 222/2018), also does not have a clear and accessible wording on the disposal of the animal healthcare service waste, and there is still no mechanism for verifying the application of reverse logistics for the collection of unused

or expired veterinary drugs^{17,18}. There are only occasional programs of reverse logistics of human healthcare services waste in some states and municipalities, and such initiatives are still incipient and focused only on medicinal products for human use in urban areas and for healthcare facilities, they do not include the disposal of these wastes in the rural area nor veterinary medicinal products. In the present study the expression Animal Healthcare Service Waste (AHSW) was adopted to address the type of waste researched.

Data on the practices adopted for the AHSW disposal, especially veterinary drugs in rural areas, are still incipient in Brazil¹⁹. The existing data refer to the disposal of medicinal products for human use, where it has been reported that the population disposes of drugs inappropriately, such as in the domestic trash, in the recyclable waste, in the toilet and sink, in addition, the population does not know about the current legislation and about the places of collection of these wastes, campaigns or public announcements that disclose their correct disposal²⁰.

Therefore, it is necessary for the interdisciplinary and integrated action of the scientific community, cattle ranchers and regulatory authorities, veterinarians, physicians, to minimize the problems of environmental, human and animal contamination by veterinary drugs⁸, according to One Health assumptions. With this scenario in mind, this study aimed to know the practices adopted for the disposal of animal healthcare services waste, especially veterinary drugs (expired, leftovers and packaging) generated in the sanitary management of cattle on rural properties in southern Brazil, in addition to identify the most commonly used drugs in these properties.

Material and methods

This study evaluated the ways of disposing of animal healthcare service waste, especially veterinary drugs by means of a descriptive approach and quantitative method, with data

collection through interviews with farmers who raise cattle and field observations. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Planalto Catarinense University (n° 1,949,980).

Two rural areas were selected for convenience and accessibility in the municipality of São Joaquim, located in the state of Santa Catarina (28°18'19"S, 49°56'41"W), Brazil. According to the Köppen classification, the climate is Cfb, in other words, temperate humid, with temperate summer, without dry season, and the average annual temperature is 13.5°.

About 30% (6,183 inhabitants) of the municipality's population live in the rural area²¹, the local economy being sustained in animal husbandry and characterized by beef cattle ranching, however, it had a great economic boost with the apple cultivation, which began in the 1970s. According to the latest Brazilian agricultural census published in 2017, São Joaquim has an estimated population of 55,025 heads of cattle, being considered the fifth largest cattle herd in the state²².

Data collection was carried out between August and November 2017 with 84 rural farmers responsible for property management. The data collection instrument was a structured questionnaire with closed questions in a multiple-choice format, applied in the form of interviews with farmers. The collection instrument was developed to obtain information on: sociodemographic data of farmers; use of veterinary drugs, use of personal protective equipment; disposal of drug waste (leftovers, expired and packaging). In addition to the interview, a field observation was carried out, using a standardized script, where the types of inputs most used in rural properties were observed, such as syringes, needles, scalpel blade, gloves, serum bottles and drugs (antibiotics, anesthetics, analgesics, anti-inflammatories, hormones, antiparasitics, repellents, healing ointments, among others) and the form of storage and disposal of the wastes.

The participants were approached in their properties, and in the first moment, the

objectives of the study and the reading of the informed consent term were presented. After the agreement and signing of the term, data collection lasted an average of 40 minutes.

In this study, the following inclusion criteria of the participant were adopted: the signing of the term; to be over 18 years of age; to own a property in one of the two selected locations, regardless of the number of heads of cattle and their use (for milk, cut or both).

After the organization of the database, they were submitted to descriptive statistical procedures (mean, percentage and standard deviation) and the results were presented in graphs and tables. A chi-squared test (χ^2) was also performed in the SPSS software (Statistical Package for the Social Sciences, version 20) to verify the possible association between the variables level of education and age with the forms of disposal of veterinary drug waste. It was used $p \leq 0.05$ as the criterion for statistical significance.

Results

Characterization of rural properties and workers

In this study, data were collected from 84 farmers, of whom 85.4% were male and 14.6% female, with a mean age of 49 (SD± 15) years. The highest percentage of workers presented age between 41 and 60 years, followed by the age group above 60 years of age and between 21 and 40 years old (29.3% in both). Moreover, the population was represented by a low number of workers aged between 18 and 20 years (2.4%). Regarding level of education, most farmers (45.8%) have incomplete primary education, followed by those with full secondary education (18.1%). Only 3.8% of the population has technical education, 5.7% higher education.

About 90% of rural workers have their own land and their own cattle and only 4% are

tenants. Of the farmers, 92% use family labor force and have a mean of three people (DP± 2 people). The properties of the study were distinct in size ranging from 2.5 to 475 ha. Cattle ranching was considered extensive in 96% of the properties. In the study area, a herd of 1,892 heads of cattle was counted, which represent 3.44% of the herd of the municipality.

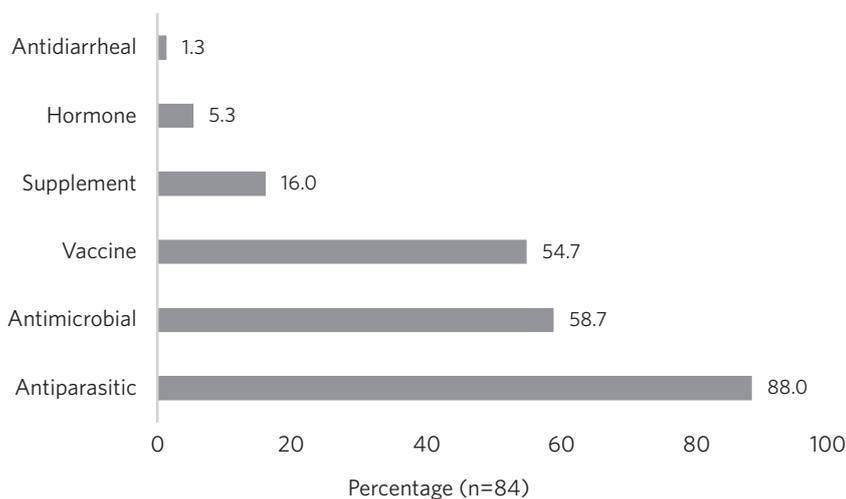
Use of veterinary drugs in rural properties

Most of the study participants (72.8%) reported not having technical assistance, they only search for veterinarians and agricultural establishments when there is a need to diagnose and treat some disease in the herd. When questioned about where to obtain instructions for purchase and use of veterinary drugs, 62.3% seek help in technical assistance, 23.4% use non-oriented prescription (administer drugs for their own account), 7.4% by indication of third parties and 4.9% purchase the drugs based on the information obtained in the package insert.

Most producers (59.8%) were never instructed on how to store the purchased drugs. After the purchase of the veterinary drugs, 65.8% of the participants reported keeping them in the shed with other inputs, 20.3% in their own shelter, 3.8% reported to store them in the residence refrigerator and 2.5% in a refrigerator for the drugs. During drug application, 79.0% of participants do not use any personal protective equipment.

This study showed that antiparasitics (88.0%), antimicrobials (56.0%) and vaccines (54.7%) were the therapeutic classes with the highest percentage of use among the 84 properties of the study (*graph 1*). The active ingredients most used by farmers among the antiparasitics were Ivermectin (68.3%), followed by the synthetic chemotherapeutic that has as its main compound Diaceturate (21.5%) and Doramectin (17.7%) (*table 1*).

Graph 1. Percentage of use of therapeutic classes in the 84 rural properties studied in the municipality of São Joaquim, SC, Brazil



Source: Own elaboration.

Among the antimicrobials, the most used were oxytetracycline (48.0%), benzylpenicillins (20.2%) and dihydrostreptomycins (20.2%). In third place were the anti-inflammatories represented by piroxicam (24.0%). Despite being registered at a low percentage in properties, the following active ingredients

used in pesticides were found: cypermethrin (acaricide), chlorpyrifos (insecticide), chlorfenvinphos (insecticide), dichlorvos (insecticide), deltamethrin (insecticide), citronellal (insecticide), diflubenzuron (growth regulator), abamectin (insecticide, nematocide) and fipronil (insecticide) (table 1).

Table 1. Prevalence of active ingredients of the drugs used among the rural properties sampled in the municipality of São Joaquim, SC

Therapeutic Class	Active Ingredient	%
Antiparasitic	Ivermectin	68.35
Antimicrobial	Oxytetracycline	48.09
Anti-inflammatory	Piroxicam	24.05
Antiparasitic	Diazoamino diacetate dibenzamidine	21.52
Antimicrobial	Procaine benzylpenicillin	20.25
Antimicrobial	Streptomycin	20.25
Anesthetic	Procaine	18.99
Vaccines/Biological	Bacterial culture	17.73
Antiparasitic	Doramectin	17.72
Antiparasitic	Cypermethrin*	10.13
Antiparasitic	Levamisole Phosphate	8.86
Antiparasitic	Chlorpyrifos*	7.59
Antiparasitic	Citronellal*	6.33

Table 1. (cont.)

Antiparasitic	Fipronil*	3.80
Hormones/Similar	Pituitary posterior lobe extract (oxytocin)	3.80
Anti-inflammatory	Diclofenac sodium	2.53
Antiparasitic	Abamectin*	2.53
Antiparasitic	Imidocarb (dipropionate)	2.53
Anti-inflammatory	Pyrazolone	2.53
Antidiarrheal	Sulfacetamide*	2.53
Antimicrobial	Benzathine benzylpenicillin	1.27
Antimicrobial	Potassium benzylpenicillin	1.27
Antimicrobial	Streptomycin	1.27
Antiparasitic	Diflubenzuron*	1.27
Antiparasitic	Dichlorvos*	1.27
Antiparasitic	Albendazole	1.27
Antiparasitic	Metrifonate	1.27
Antiparasitic	Deltamethrin*	1.27
Antiparasitic	Chlorfenvinphos*	1.27
Antimicrobial	Sulfadiazine	1.27
Antiparasitic	Tetramisole	1.27
Antiparasitic	Imidocarb dipropionate	1.27
Hormones/Similar	Cloprostenol Sodium	1.27
Hormones/Similar	Estradiol Cypionate	1.27
Hormones/Similar	Chlorobutanol	1.27
Anti-inflammatory	Dipyron	1.27

Source: Own elaboration.

*Active ingredients of pesticides of the insecticidal, acaricidal or nematicidal classes.

Disposal of animal healthcare services waste

Regarding the disposal of drug waste (leftovers and expired) and empty packaging, 79.7% of the interviewees revealed that they had never received information to carry out the proper disposal and only 20.3% had already received some information on how to dispose of packaging in agriculture.

The practices adopted by farmers to dispose of leftovers from post-treatment drugs and expired drugs are presented in *graph 2*. Drug

leftovers after use were reused at another time by 36.2% of farmers, however, 18.7% reported that after the application there are no leftovers. Nevertheless, 45% of the study participants still adopt some inappropriate practice for the disposal of these wastes, such as disposing them with domestic trash, they bury them, donate them to other people, burn or pour them on the sink drain. Expired drugs were disposed in the domestic trash by 21.0% of the sampled population, 14.4% were stored in the shed, 11.8% were returned to the place of purchase or buried (10.5%) (*graph 2*).

Graph 2. Practices adopted by farmers to dispose leftovers and expired drugs in the 84 rural properties of the municipality of São Joaquim, SC



Source: Own elaboration.

Regarding the disposal of empty plastic and glass packaging and sharp objects (needles), the highest percentage of farmers reported disposing such waste at home with other wastes

(table 2). The data also showed that farmers also tend to bury glass (16.2%) and sharp items (16.6%), while the plastic bottles are burned by 25.6% of the interviewed farmers.

Table 2. Practices adopted for the disposal of glass and plastic packaging and sharp materials of veterinary drugs in the rural properties of the municipality of São Joaquim, SC

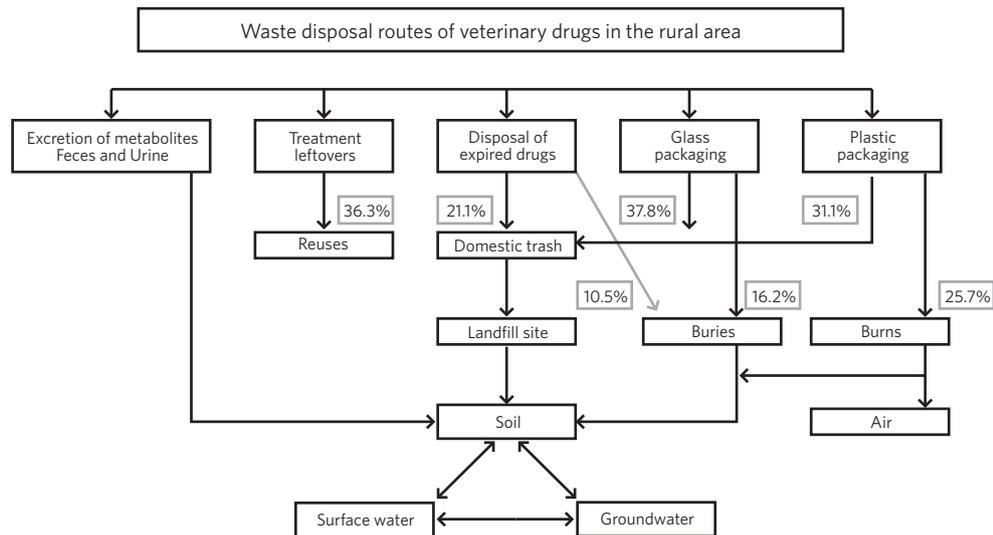
Adopted Practices	Glass (%)	Plastic (%)	Piercing objects (%)
Domestic trash	37.84	31.08	29.17
Buries	16.22	12.16	16.67
Stores in the Shed	13.51	8.11	5.56
Burns	9.46	25.68	4.17
Returns to the place of purchase	8.11	9.46	4.17
Returns with pesticide packaging	8.11	6.76	0.00
Recyclable solid waste	2.70	2.70	-
Puts in the Daub house	-	-	12.50
Septic tank	1.35	1.35	-
Stores	-	-	12.50
Reuses	0.00	0.00	9.72
Other	2.63	2.63	4.17

Source: Own elaboration.

In *figure 1*, there is a summary of the types of drug waste generated in the rural properties, the practices adopted for the

disposal of the waste and the possible routes of contamination of the environment.

Figure 1. Waste disposal routes of veterinary drugs in rural areas. The boxes in blue show the percentage of the main practices adopted by the farmers to dispose the waste.



Source: Own elaboration.

The variables related to level of education and age of the farmers were associated with the data obtained of the waste disposal of veterinary drugs. The chi-squared test showed a significant association ($X^2 = 36.36$, $p = 0.02$) between the age and the disposal of sharp objects, showing that farmers over 60 years old tend to reuse these objects, those in the age group of 41 to 60 years old burn the material, between 21 and 40 years dispose them in the domestic trash that is collected by the prefecture of the municipality and the farmers under the age of 20 years return the sharp objects to the place where they acquire the material.

There was also a significant association between the level of education and the way of obtaining instructions for the purchase and use of drugs ($X^2 = 35.39$, $p = 0.026$). The analysis

showed that farmers with incomplete higher education usually make the acquisition and application of the drugs through the information contained in the package insert, while those with complete higher education make non-oriented prescription.

Discussion

Characterization of rural properties and workers

Aging and low level of education of rural farmers, in addition to the predominance of the male worker evidenced in this study seems to reflect a reality of agriculture. Similarly, the

synthesis of social indicators of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) of 2017, when comparing sectors of Brazilian society, draws attention to the higher concentration of workers with the lowest level of education in agriculture, construction and domestic services²².

The low level of education added to the fact that 72.8% of the farmers do not have technical assistance evidences a worrying reality of the agriculture in the region of study. The unavailability of veterinary healthcare services to farmers and the lack of knowledge about the correct use of drugs may stimulate the use of over or sub-doses of drugs, generate difficulties to follow the instructions prescribed in the package insert and favor the suspension of the treatment before the end, which may cause adverse effects to the treatment of diseases². The authors Manyi-Loh et al.² also report that many farmers with this profile rely on knowledge and advice from more experienced farmers and drug sellers.

The predominance of small farms managed by family labor in the study region (92%) was similar to that of the IBGE census (2006) for the southern region of Brazil, where 84% of agricultural establishments belong to the sphere of family farmers²³. In the south of the Country, young farmers have migrated to cities in search of better education, a decision based on the reduced amount of land left to their children and low financial profitability, which hampers the modernization of properties and limits family leisure options²⁴. Thus, the absence of successors in family agriculture in southern Brazil has generated uncertainties in the continuity of productive activities of rural families²⁵.

Ribeiro et al.²⁶ emphasizes the importance of valorization and modernization of the Brazilian rural environment. According to the author, the current model of rural property is still centered on the conventional and conservative model. Hence, the properties of this study need to seek the concept of sustainable territorial development that aims to reduce the barriers between the rural and

urban worlds through eco-development, social equity and appreciation of the workforce of family agriculture.

Use of veterinary drugs in rural properties

Among veterinary drugs, antiparasitics, especially the active ingredients ivermectin and doramectin, were the most used by farmers in this study. Ivermectin and doramectin, derivatives of avermectin, are among the most commonly used antiparasitics for the control of endoparasites and ectoparasites, however, their waste produces adverse effects on the environment, since their waste is ecotoxicological and affects different trophic levels, since it persists in the soil between 14 and 217 days^{8,27}.

The indiscriminate use and overdosage of antiparasitics in cattle ranching may lead to the spread of diseases among animals, undesired occurrence of residues in products from treated animals and resistance to active ingredients, posing a risk to human health²⁸. In a study conducted by Souza et al.²⁹, on the resistance of the helminths of cattle of the Plateau of Santa Catarina to anthelmintics, evidenced resistance of the gastrointestinal parasites of the genera *haemonchus*, *cooperia*, *ostertagia* and *trichostrongylus* to the use of ivermectin, to levamisole phosphate and to albendazole sulfoxide.

Another active ingredient used by the respondents of the present study was the antiparasitic diacetate administered in cattle for the clinical signs of babesiosis and anaplasmosis. This drug has also been used in a study on the sanitary management of diseases of dairy cattle as a babesicide and successfully used as an alternative treatment of bovine cutaneous papillomatosis³⁰.

Of the 22 commercial names of antiparasitics registered in this study, nine (40%) have an active ingredient similar to that of pesticides. In this case, the chemical exposure of antiparasitics that are equivalent to pesticides, such as organophosphates and pyrethroids,

cause several adverse effects on the health of rural workers, such as muscle tremors and convulsions, endocrine changes and allergies³¹. According Silva, Moreira and Peres³¹, they state that the risks to the health of the rural worker are associated to the management of these veterinary products in the field, whose disinformation leads the producer not to use the Personal Protective Equipment (PPE) and to disrespect the grace period of each product. Another aggravating factor is that some antiparasitics used in veterinary drugs are not identified and labeled as pesticides²⁷.

In the present study, the antiparasitics cypermethrin, chlorpyrifos, citronellal, fipronil, abamectin, sulfacetamide, diflubenzuron, dichlorvos, deltamethrin and chlorfenvinphos were all found, all with active ingredient of pesticides in their formulation. The dossier of the Brazilian Association of Collective Health also alerted health professionals and researchers, as well as representatives of social and environmental organizations, to the fact that veterinary products are subject to a legislation different from that of other pesticides, although they have equivalent functions (e.g., insecticides) and often present the same active ingredient of other pesticides for agricultural use³². The Brazilian legislation provides that the registration of pesticides must be evaluated by the interministerial committee composed of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (Mapa), the Ministry of Health and the Ministry of the Environment, since the registration of veterinary pesticides is evaluated only by Mapa, thus, veterinary antiparasitics may have distinct toxicological classification from pesticides, although both have the same active ingredient.

Among antimicrobial class drugs, β -lactams represented by benzylpenicillin were the most used in the rural properties of this study (72% of the properties). This active ingredient is also called natural penicillin, used mainly for the treatment of mastitis in the dairy herd³³. Residues of this active ingredient in products of animal origin may lead to allergic reactions

in people sensitive to their compounds and may cause hypersensitivity³⁴, rashes, urticaria, asthma and even anaphylactic shock³². Also, according to Jones³⁵, between 5-10% of the world population is hypersensitive to penicillin, even in low concentrations.

Another antimicrobial widely used by farmers, oxytetracycline, representative of tetracyclines, is used in cattle for disease prevention and treatment and often used as growth promoters³⁶. In a study conducted by Olatoie, Ehinmowo³⁷, a high oxytetracycline residue index was shown, above the limits allowed in edible bovine products in Nigeria, indicating improper and generalized use of veterinary drugs.

Thus, inappropriate use of antimicrobials and antiparasitics in livestock may favor the presence of residues in foods derived from medicated animals, leading to the development of microbial and parasitic resistance, causing a reduction in the efficacy of these drugs³⁸. Antimicrobial resistance is a growing threat to public health^{2,39,40}. The use of antimicrobials to restore health or to ensure intensive production in livestock and agriculture promotes the selection of pathogenic bacteria, since most of these antimicrobials are not entirely metabolized, whose residues in the environment can trigger antimicrobial resistance in animals and humans^{2,39}. Many antimicrobials widely used in agriculture prescribed to treat production animals have the same mode of action or belong to the same classes as those used for humans².

The control of bacterial resistance requires concomitant action among agriculture, education, health and media sectors³⁹. The main areas of studies under the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) action plan for the period 2016-2020 on Antimicrobial Resistance (AMR) stand out: the need to deepen knowledge and threats related to AMR, improvements in monitoring and surveillance in agriculture and food, encouragement of good practices in agricultural and food systems, and use of required doses of antimicrobials⁴¹.

In addition, the One Health principles have emphasized the importance of involving

multiple disciplines that represent an integrated view of human, animal and environmental health, thus contributing to the problem of antimicrobial resistance³. Human, animal, and environmental health are interrelated in such a complex way that the division among them is only didactic, and the goal of one health is to promote, improve and safeguard the well-being and health of humans and animals through close cooperation and collaboration among professionals in the human and animal medical and environment⁴².

In general, to mitigate the indiscriminate use of antimicrobials, without the prescription and guidance of a veterinarian or supervision, it is necessary to improve the guidance to farmers through training courses involving practices of hygiene, biosafety, sanitation, adequate facilities that support a healthy life of animals avoiding the occurrence of diseases or infections, improvements in nutrition, waste management, using vaccines to boost the immune system, as well as vitamins, minerals, plants, prebiotics, probiotics, bactericides and bacteriophages². Moreover, healthcare worker interference should be dynamic including consumer orientation regarding the proper use and disposal of drugs⁴³. In addition, the subject of public health and the assumptions of One Health need to be included in the curriculum of undergraduate healthcare courses, including veterinary and human medicine⁴².

Disposal of animal healthcare services waste

This study showed that many of the practices adopted for the disposal of AHSW in rural areas are inadequate. The highest percentages of glass, plastic and sharp objects waste were disposed in the domestic trash, while leftovers from treatment drugs were reused (36.2%), indicating that the acquisition of larger quantities than those prescribed for the treatment is occurring, that the dose administered was not according to the prescription and/or there is a need for fractionation of the marketed

drugs. Another worrying datum is the high percentage (82.5%) of farmers who inappropriately dispose of expired drugs (domestic trash, soil and drain), while only 11.8% return them to the place where they purchased the pharmacological products.

The results regarding the disposal of waste of veterinary drugs show a worrying panorama of possible environmental contamination. A similar result was also reported in the study conducted by Sekyere⁴⁴, which showed that farmers dispose of their antimicrobial containers in ditches, dumps or directly on the ground. On the other hand, animal healthcare services establishments manage their waste more adequately, closely associated with the regulations and requirements of Brazilian legislation in force with healthcare service providers. According to Amarante et al.¹⁹, in a study carried out in the Lages, SC, most veterinary clinics (43%) dispose of drug leftovers as contaminated waste, pet shops (69%) in specific containers for chemical residues, however, many veterinary hospital professionals (32%) were unaware of the procedures adopted at the establishment. Moreover, 36% of individuals who work at clinics return the expired drugs to resellers, 62% of professional at pet shops store put away in containers for chemical waste and the interviewees of the hospital (48%) were unaware of the adopted procedures¹⁹.

In Brazil, due to the lack of sanitary structure of sewage treatment, the occurrence of drugs in the waste, surface and underground water is inevitable. This is evidenced in IBGE⁴⁵ data that showed that only 52.2% of the Brazilian municipalities have a sewage collection service and 33.5% of the households are served by a sewage system. The inadequate disposal of drugs, especially in the domestic trash or in the sewage network, may contaminate water and groundwater resources²⁰.

The location of the present study is situated on recharge areas of the Guarani Aquifer, considered the second largest aquifer in the world and it represents an important source of fresh water, whose physical characteristics of

the Botucatu sandstone favor the contamination, mainly by chemical products. Thus, it is necessary to adopt agricultural and management practices that promote the rational use of pesticides and the proper disposal of animal healthcare services waste.

In addition to environmental contamination, improper disposal of these wastes can cause occupational hazards to recyclable waste pickers, as these wastes are composed of various materials including glass, sharp objects and drug leftovers, which may lead to accidents such as cuts, perforations and even non-oriented prescription⁴⁶.

Many of the participants in this study also reported storing their drugs (packaging, expired and leftovers) along with other inputs. Sekyere⁴⁴ points out that unsafe storage practices under suboptimal conditions, vulnerable (in an easily accessible place for use of unauthorized people, including children) and in a location with temperature fluctuations, found on pig farms in an African country, may accelerate the decomposition of drugs, reducing their concentration and effectiveness.

In the present study, the practices adopted by farmers to dispose of waste were the disposal in the domestic trash, in the landfill and burning, which are ways of direct contamination of the environment. Studies carried out in different regions in Brazil also showed that the most common practice for the disposal of expired and drug leftover is in the domestic trash^{20,47,48}.

The form of disposal of residues of veterinary drugs seems to be explained by the lack of capacities of the sampled population, since 79.7% of respondents have never received information for the proper disposal of such waste. In addition, the practices adopted for the disposal of sharp objects are associated with the age range of farmers, whose younger participants tend to return this waste to the place where the veterinary inputs were purchased, an adequate form and recommended in current legislation. On the other hand, it was possible to observe that farmers with higher level of education treat animal diseases based on non-oriented prescription.

In general, this study showed that the practices adopted for the use, storage and disposal of animal healthcare service waste, especially veterinary drugs, in the rural area of the southern region of Brazil are being conducted in an inadequate manner, which may lead to environmental contamination and contribute to the load of antimicrobial resistance in the environment, human and animal health.

Conclusions

The forms adopted for the disposal of animal healthcare services waste on rural properties in a region of southern Brazil disagree with current Brazilian legislation and good production practices, which may have adverse effects on human, animal and environmental health. Although veterinary drugs are essential to produce sanitary quality food, it is necessary to implement improvements in current legislation to include instructions on the proper disposal of their waste (treatment leftovers, expired drugs and empty packaging, sharp objects), implementation of the reverse logistics for veterinary drugs, besides classifying the antiparasitic drugs as active principles of pesticides. In addition, it would be of great value to implement training courses for the actors involved in cattle ranching (rural producers, technicians, veterinarians) to guide them on the application and grace period of the drugs, current legislation, bacterial resistance to antimicrobials and proper management of animal health services waste. The results of this study may also contribute to the discussion on the role of the One Health approach in public health, considering that inadequate disposal of veterinary drugs can cause serious problems in public health.

Acknowledgment

The authors would like to thank the research projects 'Construindo a sustentabilidade

da pecuária familiar dos Campos e Matas de Araucária' (CNPq 441396/2017-8) and 'Avaliação de metais pesados em afluentes do rio canoas em área urbana de recarga do Aquífero Guarani' (Fapesc 2015TR1069).

Collaborators

The authors contributed to distinct activities in the manuscript: Oliveira KS (0000-0002-9376-4581)* contributed to the planning,

data collection, analysis, data interpretation and manuscript writing. Morello L (0000-0001-6557-1013)* and Oliveira SV (0000-0002-4717-445X)* also contributed to the planning and data collection of the manuscript. Agostinetto L (0000-0002-0468-883X)*, Silva BF (0000-0002-3513-8072)* and Sieglloch AE (0000-0002-4200-8532)* contributed to the planning, analysis, interpretation of data, elaboration of the draft, critical review of the content and approval of the final version of the manuscript. ■

References

1. Menin A, Reck C, Pilati, C, et al. Resíduos de serviços de saúde animal e possíveis indicadores de contaminação ambiental em granjas de suínos de Santa Catarina-SC. *Vet. Not.* 2008; 14(2):41-48.
2. Manyi-Loh C, Mamphweli S, Meyer E, et al. Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: potential public health implications. *Mol.* [internet]. 2018 [accessed in 2019 Mar 3]; 23(795):1-48. Available in: 10.3390/molecules23040795.
3. Xie T, Liu W, Anderson BD, et al. A system dynamics approach to understanding the One Health concept. *PLoS ONE.* 2017; 12(9):e0184430.
4. Boeckel TPV, Brower C, Gilbert M, et al. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2015; 112(18):5649-5654.
5. World Health Organization. One Health [internet]. 2017 [accessed in 2019 Aug 12]. Available in: <https://www.who.int/features/qa/one-health/en/>.
6. Baum SE, Machalaba C, Daszak, P, et al. Evaluating one health: Are we demonstrating effectiveness? *One Health.* 2017; (3):5-10.
7. Bila DM, Dezotti M. Fármacos no Meio Ambiente. *Quím. Nova.* 2003; 26(4):523-530.
8. Oliveira VM, Oliveira R, Amorim MJB, et al. Os medicamentos veterinários no meio ambiente: aplicações e implicações. *Captar.* 2009; 1(2):183-192.
9. Pereira LA, Jardim ICSF, Fostier AH, et al. Ocorrên-

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

- cia, comportamento e impactos ambientais provocados pela presença de antimicrobianos veterinários em solos. *Quím. Nova*. 2012; 35(1):159-169.
10. Bottoni P, Caroli S. Presence of residues and metabolites of pharmaceuticals in environmental compartments, food commodities and workplaces: A review spanning the three-year period 2014 – 2016. *Microchem. J.* 2018; 136(23):2-24.
 11. Stumpf M, Ternes TA, Wilken RD, et al. Polar drug residues in sewage and natural waters in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Sci. Total Environ.* 1999; 225(1-2):135-141.
 12. Locatelli MAF, Sodr e FF, Jardim WF. Determination of antibiotics in Brazilian surface waters using liquid chromatography electrospray tandem mass spectrometry. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2011; 60(3):385-393.
 13. Beretta M, Britto V, Tavares TM, et al. Occurrence of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) in marine sediments in the Todos os Santos Bay and the north coast of Salvador, Bahia, Brazil. *J. Soil. Sediment.* 2014; 14(7):1278-1286.
 14. Sodr e FF, Locatelli MAF, Jardim, WF. Occurrence of emerging contaminants in Brazilian drinking waters: a sewage-to-tap issue. *Water Air Soil Pollut.* 2010; 206(1-4):57-67.
 15. Asif MB, Hai FI, Price WE, et al. Impact of Pharmaceutically Active Compounds in Marine Environment on Aquaculture. In: Hai F, Visvanathan C, Boopathy R, editor. *Sustainable Aquaculture. Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future*. USA: Springer International Publishing; 2018. p. 265-299.
 16. Brasil. Lei n  12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*. 2 Aug 2010.
 17. Graciani FS, Ferreira GLBV. Descarte de medicamentos: Panorama da logística reversa no Brasil. *Espacios*. 2014; 35(5):1-11.
 18. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n  222 de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 29 de Mar 2018
 19. Amarante JAS, Rech TD, Sieglach AE. Avalia o do gerenciamento dos resíduos de medicamentos e demais resíduos de serviços de saúde na Região Serrana de Santa Catarina. *Eng. Sanit. Ambient.* 2017; 22(2):1-10.
 20. Pinto GMF, Silva KR, Pereira KR, et al. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.* [internet]. 2014 [accessed in 2019 Jul 10]; 19(3):219-224. Available in: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522014019000000472>.
 21. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federa o. Rio de Janeiro: IBGE; 2015.
 22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais-SIS. Primeiros resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federa o. Rio de Janeiro: IBGE; 2017.
 23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2006: agricultura familiar. Primeiros resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federa o. Rio de Janeiro: IBGE; 2006.
 24. Zago N. Migra o rural-urbana, juventude e ensino superior. *Rev. Bras. Educ.* 2016; 21(64):61-78.
 25. Mattei LA. importância do sistema familiar de produ o no estado de Santa Catarina. *Rev. Necat.* [internet]. 2016 [accessed in 2018 Apr 10]; 5(9):3-7. Available in: <http://stat.necat.incubadora.ufsc.br/index.php/necat/article/view/4170>.
 26. Ribeiro AC, Andion C, Burigo F. A o coletiva e coprodu o para o desenvolvimento rural: um estudo de caso do Colegiado de Desenvolvimento Territorial da Serra Catarinense. *Rev. Adm. Pública.* [internet]. 2015 [accessed in 2018 Apr 10]; 49(1):119-140. Available in: <http://bibliotecadigital>.

- fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/42967/0.
27. Souza AC. Parasitocidas Sintético e Natural em Bovinos: Escarabeíneos como Indicadores de Impactos Ambientais sobre Pastagens do Cerrado. [dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 2016. 67 p.
 28. Rath S, Schroder CHK, Silva CR, et al. Avermectinas no agronegócio brasileiro: uma solução ou um problema? *Vet. Zootec.* 2016; 23(1):8-24.
 29. Souza AP, Ramos CI, Belatto V, et al. Resistência de helmintos gastrintestinais de bovinos a anti-helmínticos no Planalto Catarinense. *Cien. Rural.* 2008; 38(5):1363-1367.
 30. Dantas CCO, Silva LCRP, Mattos NF. Manejo sanitário de doenças do gado leiteiro. *Pub.VET.* 2010; 4:924-930.
 31. Silva T, Moreira J, Peres F. Serão os carrapaticidas agrotóxicos? Implicações na saúde e na percepção de riscos de trabalhadores da pecuária leiteira. *Ciênc. Saúde Colet.* [internet]. 2012 [accessed in 2018 Aug 10]; 17(2):311-325. Available in: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000200006>.
 32. Carneiro FF, Rigotto RM, Augusto RGS, et al., organizadores. Dossiê ABRASCO um alerta sobre o impacto dos agrotóxicos na saúde: Saúde, Ambiente e Sustentabilidade. São Paulo: Expressão Popular; Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; Fiocruz; 2015.
 33. Martín JGP. Resíduos de antimicrobianos em leite – uma revisão. *Segur. Aliment. Nutr.* [internet]. 2011 [accessed in 2018 Sept 8]; 18(2):80-87. Available in: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634680>.
 34. Souza MIA, Lage ME, Prado CS. Resíduos de antibióticos em carne bovina. 2013. *Enciclopédia Bio. Cent. Cient. Conhecer.* 9(16):1917-1938. Available in: <https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/13847>.
 35. Jones GM. On-farm tests for drug residues in milk. VCE Publications [internet]. 2009 [accessed in 2018 Oct 9]; (404):404-401. Available in: <https://pubs.ext.vt.edu/404/404-401/404-401.html>.
 36. Tasho RP, Cho JY. Veterinary antibiotics in animal waste, its distribution in soil and uptake by plants: a review. *Sci. Total Environ.* [internet]. 2016 [accessed in 2018 Nov 11]; 1(563-564):366-376. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27139307>.
 37. Olatoye IO, Ehinmowo AA. Oxytetracycline residues in edible tissues of cattle slaughtered in Akure, Nigeria. *Nig. Vet. J.* [internet]. 2010 [accessed in 2018 Dec 10]. 31(2):93-102. Available in: <http://dx.doi.org/10.4314/nvj.v31i2.68952>.
 38. Borges JPR. Diagnóstico de situação do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – PNCRC/ MAPA para a produção de suínos no Brasil em 2012. Brasília, DF: Universidade de Brasília; 2013. Relatório.
 39. Korb A, Brambilla DK, Teixeira DC, et al. Riscos para a saúde humana do uso de antibióticos na cadeia produtiva leiteira. *Rev. Saúd. Pública* [internet]. 2011 [accessed in 2018 Abr 25]; 4(1):21-36. Available in: <http://revista.saude.sc.gov.br/index.php/inicio/article/view/91>.
 40. Mehrotra M, Li XZ, Ireland MJ. Enhancing antimicrobial stewardship by strengthening the veterinary drug regulatory framework. *Can. Commun. Dis. Rep.* [internet]. 2017 [accessed in 2018 Apr 25]; 43(11):220-223. Available in: <https://europepmc.org/articles/pmc5764736>.
 41. Pierini FG. Avaliação do uso de medicamentos veterinários e destinação de resíduos na microbacia do Mutum-APA do Rio Uberaba. [dissertação]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 2017. 84 p.
 42. Mcconnell I. One Health in the context of medical and veterinary education. *Revue Scientifique et Technique.* [internet]. 2014 [accessed in 2018 Apr 25]; 33(2):651-657. Available in: <https://pdfs.semanticscholar.org/3dc9/358eb6364a8e730a9ea4a2f51b6c93dad7ac.pdf>.

43. El-Hamamsy M. Unused Medications: How Cost and How Disposal of in Cairo, Egypt. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 2011; 2(1):21-27.
44. Sekyere J. Antibiotic types and handling practices in disease management among pig farms in Ashanti Region, Ghana. *J. Vet. Med.* [internet]. 2014 [accessed in 2018 Apr 26]. Available in: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/531952>.
45. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Brasília, DF: IBGE; 2010.
46. Carvalho FAH, Sá CR. A problemática dos resíduos farmacêuticos no Município de Rio Grande. *Rev. Ciênc. Saúde* [internet]. 2009 [accessed in 2018 May 5]; 21(1):59-72. Available in: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/1856>.
47. Ueda J, Tavernaro R, Marostega V, et al. Impacto ambiental do descarte de fármacos e estudo da conscientização da população a respeito do problema. *Rev. Cien. Amb.* 2010; 5(1):1-6.
48. Hoppe TRG, Araujo LEB. Contaminação do meio ambiente pelo descarte inadequado de medicamentos vencidos ou não utilizados. *Mon. Amb.* 2012; 6(6):1248-1262.

Received on 04/28/2019

Approved on 09/23/2019

Conflict of interests: non-existent

Financial support: Ministry of Science, Technology, Innovation and Communication (MCTIC), National Council for Scientific and Technological Development (CNPq 441396/2017-8) e Research and Innovation Support Foundation (Fapesc 2015TR1069)

A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza

The historical evolution of urban drainage: from traditional drainage to harmony with nature

Demetrios Christofidis¹, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção², Débora Cynamon Kligerman²

DOI: 10.1590/0103-11042019S307

RESUMO No Brasil, mais de 80% da população brasileira vive em cidades. Como consequência desse crescimento populacional, há impermeabilização do solo, ocupação das faixas marginais de proteção dos rios, desmatamentos, canalização de rios, quantidade crescente de resíduos sólidos que são jogados nesses corpos hídricos, dentre outras. Quando ocorre grande precipitação pluvial, os corpos hídricos transbordam provocando inundações com danos materiais, humanos, ambientais que impactam a saúde da população. No mundo, 20 milhões de pessoas sofrem anualmente com enchentes. O Brasil ocupa a 11^a colocação no ranking com 270 mil pessoas atingidas pelas inundações. Este artigo, pesquisa histórica, descritiva com pesquisa bibliográfica e documental, faz uma reflexão da evolução do processo de manejo de águas pluviais urbanas desde a fase da drenagem tradicional, com a implantação de medidas estruturais e não estruturais com o propósito de afastar as águas, passando pela drenagem sustentável, quando, com intuito de retardar o fluxo das águas são construídos reservatórios subterrâneos até a fase atual quando são propostas soluções baseadas ou em sintonia com a natureza, com estruturas cinzas e verdes. Deseja-se contribuir para a sensibilização de gestores e da população para que cada um cumpra o seu papel no consciente manejo adequado das águas pluviais urbanas.

PALAVRAS-CHAVE Manejo de águas pluviais. Controle de cheias. História. Tendências. Impactos na saúde.

ABSTRACT *In Brazil, over 80% of the Brazilian population live in cities. As a consequence of that population growth, there is waterproofing of the soil, occupation of marginal river protection strips, deforestation, river channeling, increasing amount of solid waste that is thrown into these water bodies, among others. When great rainfall occurs, water bodies overflow and cause flooding with material, human and environmental damage impacting the health of the population. In the world, 20 million people suffer annually from floods. Brazil occupies the 11th place in the ranking with 270 thousand people being affected by the floods. This article, therefore, makes a critical analysis of the evolution of the process of urban rainwater management from the traditional drainage phase, with the implementation of structural and non-structural measures with the purpose of repelling water, including the use of sustainable drainage, with the purpose of delaying the flow of water by constructing underground reservoirs, to the present phase when solutions*

¹Universidade de Brasília (UnB) – Brasília (DF), Brasil.

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. kliger@ensp.fiocruz.br

are proposed based on or in harmony with nature, with gray and green structures. We hope to contribute to raising the awareness of managers and of the population so that each one fulfills their role in the appropriate and conscious management of urban rainwater.

KEYWORDS *Stormwater management. Flood control. History. Tendency. Impacts on health.*

Introdução

A contextualização da gestão da drenagem urbana, conhecida como manejo das águas pluviais urbanas, considerou o ciclo das águas na porção terrestre do planeta e os avanços das formas de atuação técnica decorrentes. Os avanços técnicos foram associados à evolução da dinâmica da percepção hídrica. Ponderou-se, então, sobre três dimensões reflexivas que consideram a percepção humana sobre as águas pluviais. Essas dimensões estão vinculadas aos atributos e culturas.

A primeira fase, conhecida como drenagem urbana tradicional, quando o propósito era de controle das águas para reduzir o impacto das cheias, período em que predominou a adoção de medidas estruturais e não estruturais, caracterizou-se por um modo antropocêntrico, insuficiente para superar os problemas de águas urbanas, pela visão predominante ser localizada e focada na coleta e no afastamento imediato das águas pluviais, considerando as águas em excesso, por perceber a água pluvial como sendo água inconveniente, inadequada, indesejada, prejudicial e danosa. Uma cultura na qual a água, como atributo pluvial, era indesejada, um problema e deveria ser eliminada o mais imediato possível^{1,2}.

Na segunda fase, denominada por drenagem urbana sustentável, houve uma evolução nos paradigmas associados aos modos de gestão e de manejo das águas pluviais urbanas. Adicionou-se o controle das águas das chuvas na fonte e a indução à infiltração e à retenção das águas, como opções de recompor as

condições naturais do ciclo hídrico, reduzindo picos de cheias. Com isso, postergar o momento da ocorrência do pico, de modo a minimizar os impactos aos ambientes aquáticos e meios urbanos e circunvizinhos; e ainda, oferecer, maior atenção, condições e espaço para as ações associadas ao modo desenvolvimento sustentável serem praticadas em ampla escala.

A terceira fase representa um salto a uma nova dimensão, um nível de realidade na evolução humana, no qual passou a existir uma consciência ampliada no conhecer e no cuidar das águas, reconhecida como proposta de Soluções baseadas na Natureza (SbN) para a gestão da água^{1,3}. A atuação humana passa a ser centrada em perenes diálogos com os ecossistemas hídricos, o conversar com a água e ouvir a voz da água^{2,4}.

A gestão das águas em sintonia com a natureza eleva o patamar da existência humana pela admiração e contemplação das águas, dimensão que se denominou por hidrossuperação e hidromaturidade^{2,5}.

O modo ampliado de compreender às águas ocorre com a combinação da experiência adquirida nas práticas convencionais da engenharia, passando para o entendimento do conceito do desenvolvimento sustentável e nas preocupações atuais das mudanças climáticas causadas, em tese, pela ocupação agressiva humana no planeta; ressignificando em um despertar para a importância de aprimorar as realizações das atividades e empreendimentos em ambientes e ecossistemas hídricos, cooperando e dialogando com seus componentes, dedicando à harmonização com os

ciclos da natureza¹ e das águas, próprias dos conceitos de hidrocidadania, hidrofraternidade, hidrocooperação, hidrossuperação e de hidroética^{2,3,5,6}.

Realiza-se, assim, a evolução, ou melhor, a re-Visão paradigmática, surgindo um modo de ver, de sentir e de dialogar com a natureza, sintonizar e reconhecer a natureza hídrica. O conversar com as águas e o ouvir a voz das águas aprimoram a base dos propósitos, os modos de atuar do ser humano que serve à preservação da vida, aprimorando em sintonia com a natureza a sensibilidade hídrica.

Esse modo aperfeiçoa a gestão ambiental e das águas realizando atividades compatíveis com propósitos respeitosos com a natureza, propondo uma evolução paradigmática que adote alternativas em drenagem urbana, com as águas pluviais, que abandonem os preconceitos e que sejam efetivamente concebidas em sintonia com a natureza, em parceria, em diálogo com as águas. Essa composição possibilita uma conveniência pacífica e harmoniosa com a natureza.

Nessa dimensão, o ambiente saudável, por sua natureza, acolhe todos os reinos, cobrindo-os com o padrão da saúde em plenitude.

Metodologia

Este artigo foi elaborado com base em uma pesquisa histórica e descritiva. Como método, empregou-se a pesquisa bibliográfica e documental. Foram utilizados artigos indexados, livros e documentos na língua portuguesa e inglesa que abordassem a temática da

drenagem urbana, em todas as fases, desde a drenagem tradicional (1850 até década de 1970), drenagem sustentável (a partir de 1970) e as SbN (a partir de 2018).

O ciclo das águas

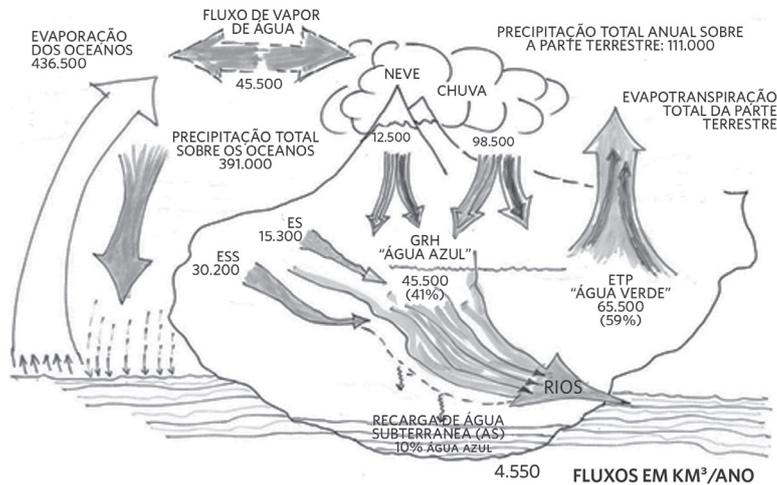
Para iniciar esse processo de sensibilização sobre gestão das águas e como se deve tratá-las no meio urbano e em todas as fases de seu ciclo, é importante compreendê-lo em todas as suas etapas.

A oferta de água renovável anual no planeta é constituída de sua precipitação nos oceanos e de outra porção de sua precipitação sobre a superfície terrestre⁷. Essa contribuição hídrica anual, à parte terrestre do planeta, corresponde de 111.000 km³, sendo de duas origens: das chuvas (98.500 km³) e das neves (12.500 km³).

Os profissionais dedicados à gestão das águas, didaticamente, descrevem a água precipitada à superfície do planeta em duas parcelas: a primeira foi nominada como água azul e corresponde à oferta anual de água renovável, da ordem de 45.500 km³ (41%), constituída do Escoamento Superficial (ES) (15.300 km³/ano) e do Escoamento Subsuperficial (ESS) (30.200 km³/ano). Esses dois escoamentos (ES+ESS) alimentam os cursos de água e proporcionam a recarga dos aquíferos, suprindo os mananciais de Água Subterrânea (AS)⁷.

A segunda parcela da precipitação de água renovável, 65.500 km³ (59%), que ocorre anualmente na superfície terrestre, na vegetação e nas camadas superiores dos solos, foi nominada por água verde, sendo a fonte de recursos básicos primários para os diversos ecossistemas (*figura 1*)⁷.

Figura 1. Oferta anual de água renovável no planeta: água azul e verde



Considerando-se que houve alta taxa de urbanização em muitas regiões do Brasil, ela passou de 82,5% em 2005, para 84,7% em 2015⁸, os impactos das chuvas no meio urbano e nos ecossistemas aquáticos ampliaram-se consideravelmente, potencializando os desafios para os gestores da drenagem, das áreas e das águas urbanas. Os sistemas tradicionais de drenagem urbana mostraram-se ultrapassados; e suas falhas, interferências negativas, intensas e amplas foram percebidas tanto nos componentes do ciclo hidrológico urbano como na população, nos ambientes urbanos e nas bacias hidrográficas¹.

Os principais fatores causais são: o modo de aproveitamento aplicado aos solos, vegetação e às águas; a atuação de forma setorial e fragmentada; as interferências danosas pela falta de integração entre os agentes; a desconexão entre atividades/serviços das agências em níveis distintos (federal, estadual, municipal e distrital) e em espaços ambientais e áreas físicas, culturais, comportamentais e de interesses amplos e com grande diversidade em escala. Contribui, também, o modo preponderantemente reativo do poder público à acelerada forma que a urbanização foi concebida e implantada sem consideração suficiente à dinâmica hídrica.

Esses são os principais aspectos motivadores para a ampliação do estreito olhar de controle de cheias que era típico dos gestores das águas urbanas para ver a complexidade e múltiplos objetivos que ocorrem no lidar com essas águas, superando, de certa forma, o preconceito, a ignorância e ampliando o respeito e o convívio para com as águas pluviais.

Os paradigmas da drenagem urbana

A DRENAGEM URBANA TRADICIONAL: O PARADIGMA SUPERADO

A drenagem urbana tradicional caracterizou-se no Brasil por uma abordagem denominada Higienista (Fase 1), que ocorreu no período entre 1850 e 1990, na qual havia a coleta e o afastamento imediato das águas pluviais para jusante, causando a elevação do pico de cheias nos cursos de água e a diminuição do tempo de concentração, agravando a situação das cidades, dos cidadãos e das águas, pelas características das soluções parciais que resultam em inúmeros problemas intersetoriais.

No histórico da ocupação urbana no País, podem-se citar casos de ocupações em áreas

antes pantanosas e de baixada levando ao ‘dessecamento’ de terras alagadiças e várzeas, aterros de áreas inundáveis e na limpeza de alguns rios e retificação de outros, cujas condições ambientais as tornavam vulneráveis às epidemias. A seguir, tem-se a prática de aterros e as obras de redução das grandes superfícies de água aparente que passam a ser largamente utilizadas para ganhar terras dos rios, que se tornam bens de consumo vendidos em séries de lotes⁹. Seus atributos negativos levam a drenagem tradicional a ser considerada como sendo um paradigma superado, especialmente por causar impactos adversos nos aspectos sociais, ambientais, técnicos e econômicos⁹.

As entidades, os empreendedores e os assentamentos humanos, que utilizam sistemas de drenagem urbana tradicional, são responsáveis pela geração de situações que se caracterizam pelo que ficou conhecido por: privatização dos benefícios e socialização dos custos. Isso ocorre especialmente em decorrência da acumulação sucessiva de vazões com a ampliação do porte das estruturas e dos custos; por meio de medidas estruturais em obras de engenharia civil, como escavação, movimentação de solos, dragagens, galerias moldadas, tubulações, canalizações, caixas de captação, poços de visitas, sarjetas, diques e equipamentos; e a necessidade de manutenções frequentes e onerosas, de predominância das medidas de comando e controle.

Nessa fase, em que houve intensa urbanização no Brasil, os rios transformaram-se em canalizações e/ou cederam espaços para as vias de tráfego de veículos: ou seja, os rios se tornaram ruas; e a reação a isso é que as ruas apresentam altas possibilidades de se tornarem rios nas ocasiões de chuvas intensas.

Existem ocasiões e constituintes da drenagem tradicional que apresentam possibilidades de otimizações, de aprimoramentos, denominados de *retrofit*. São as situações em que há componentes e alternativas que se apresentam como oportunidades de aperfeiçoamento, especialmente quando podem ser associadas a situações que, a depender da natureza dos ecossistemas hídricos, das especificidades e

das diversidades urbanas, possibilitam ampliar a integração com os padrões de escoamento preexistentes na natureza.

Uma transição evolutiva aconteceu após 1990, quando ocorreu um modo de atuar denominado Ambientalista (Fase 2), em que o manejo das águas pluviais urbanas adotou os princípios que já vinham sendo aplicados em muitos países, que ampliavam o olhar para resgatar aspectos da dinâmica das águas, em especial: a redução do ES das águas pluviais; a indução à maior infiltração e percolação das águas nos solos com sentido de controle, manejo quantitativo, qualitativo e de regularização da oferta hídrica; e à adoção de medidas de retenção de águas, incluindo obras alternativas para redução do pico de cheias e da velocidade das águas⁹.

A DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: O PARADIGMA DA SUSTENTABILIDADE NAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Cabe, entretanto relembrar que, desde a década de 1970, em diversos países, aconteciam avanços no modo de manejar as águas pluviais que apresentava uma constante evolução. Surgiram medidas, tais como; o controle na fonte, a indução à infiltração e à retenção, ampliando perenemente a introdução de componentes, de um modo de pensar da integração das águas urbanas e de menor interferência ao ciclo das águas⁹.

A descrição das inovações inseridas por essa fase, suas características inovadoras e vantagens introduzidas ultrapassaram o modo tradicional de apenas coletar e conduzir as águas pluviais, afastando o mais rápido possível as águas precipitadas do ambiente urbano central para as periferias; e aliaram a essa percepção a geomorfologia, os componentes estruturais e não estruturais (planejamentos, zoneamentos, medidas indutoras à ocupação de áreas menos vulneráveis às inundações, seguros contra inundações etc.). As medidas estruturais em conjunto com as medidas não estruturais ampliaram as possibilidades de indução a haver maior detenção, infiltração e percolação das águas, de modo a compensar as

consequências negativas da drenagem tradicional, passando a ser conhecida por drenagem urbana sustentável.

Em decorrência disso, pode-se dizer que houve uma forma de ver as águas pluviais, embora incipiente, com base nos conceitos de redução dos impactos ambientais. Essa afirmação decorre de uma base concebida e aplicada, inicialmente nos anos 1970, denominada por LID (Low Impact Development), que foi ampliada nas duas décadas seguintes (1980 e 1990) e disseminada, especialmente nos anos 2000 e 2010, a partir da inserção nas legislações do Canadá e dos EUA.

Na Nova Zelândia, esse novo paradigma em drenagem urbana expandiu-se e foi denominado por LIUDD (Low Impact Urban Design and Development)¹⁰, com os principais propósitos de restabelecer ou de manter as águas urbanas por meio de soluções locais e pontuais, integradas em uma paisagem funcional hidrológica, para proporcionarem o balanço hidrológico que existia na fase de pré-ocupação antrópica.

Uma segunda alternativa paradigmática de drenagem urbana sustentável surgiu, concomitantemente, nos anos 1980 e ampliou-se na década de 1990, conhecida pela sigla BMP (Best Management Practices)¹¹. O termo baseou-se em práticas agrícolas que se mostraram eficazes em aspectos conservacionistas nas atividades rurais dos EUA, cujos componentes e conceitos mostraram-se convincentes e foram adaptados para atenderem às atividades de drenagem urbana e de controle da poluição ambiental na América do Norte (Canadá e EUA).

Nesse período, diversos componentes e práticas tiveram aperfeiçoamento; e seus atributos e atitudes levaram a fazer parte do paradigma que foi associado aos conceitos de desenvolvimento sustentável, da interdisciplinaridade e da multissetorialidade.

As vantagens e as vulnerabilidades observadas ao longo da aplicação dessas novas concepções direcionaram para aspectos de otimização das soluções relacionadas com a gestão das águas pluviais urbanas e com a concepção de aprimoramentos vinculadores

às particularidades e peculiaridades do meio ambiente e das características urbanas.

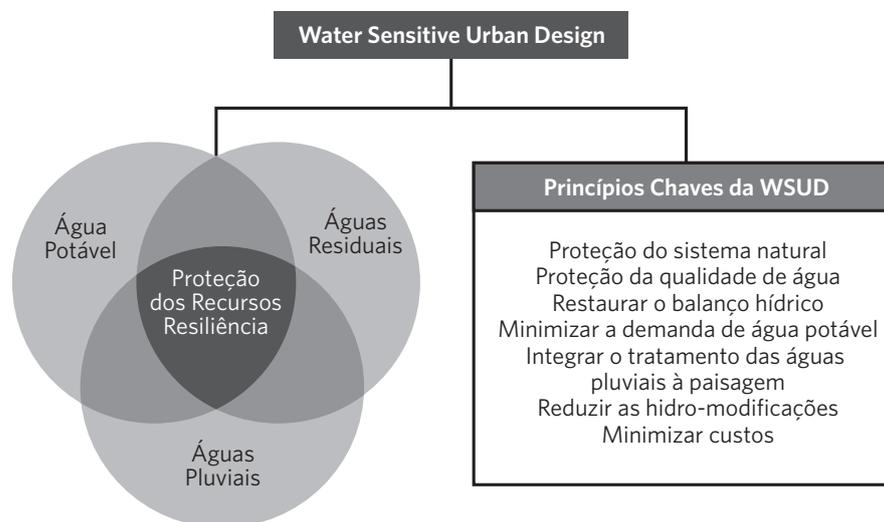
As novas soluções mostraram as vantagens em abandonar o modo aproveitamento, utilitarista e fragmentado de conceber os planejamentos urbanos e assentamentos humanos e dedicaram valor ao respeito à diversidade de visões, às características e especificidades sociais e ambientais. Essas soluções influenciaram e originaram, na década de 1990, na Austrália, o WSUD (Water Sensitive Urban Design)¹².

WSUD constituiu-se em um modo de conceber o urbanismo baseado no princípio da precaução¹³, no qual o planejamento proativo das cidades e dos assentamentos humanos tivesse condições de evitar ou minimizar os impactos hidrológicos da urbanização nos ambientes hídricos. Ao mesmo tempo, proporcionou opções e facilidades para a concepção dos sistemas de drenagem urbana expandindo o alcance dos sistemas de drenagem por considerar uma forma de gestão que ampliava os olhares além do simples controle das cheias, da indução à infiltração e a detenção das águas de chuva. Passou-se, então, a se constituir em um conjunto de oportunidades plurisetoriais e multidisciplinares de olhar sinérgico. Expandiu, também, a unificação do manejo fluvial com o pluvial, com a qualidade das águas e seus regimes.

Nesse sentido, um modelo integrado para o planejamento sustentável de WSUD integrando o gerenciamento do ciclo hidrológico urbano foi proposto¹⁴; ressaltando-se que, a partir dos anos 1990, surgiram proposições de modelos que integraram a gestão dos serviços de abastecimento d'água, tratamento de esgotos e controle de inundações, levando em conta o balanço hídrico local.

A sociedade, durante muito tempo, não valorizou os sistemas de infraestrutura de drenagem. No entanto, atualmente, vem percebendo a sua importância agregada em uma gestão integrada das águas e do meio ambiente, a integração das dimensões da água potável – serviço de abastecimento público, esgotos – coleta e tratamento e águas pluviais – drenagem e controle de inundações. Essa concepção WSUD pode ser visualizada na *figura 2*^{14,15}.

Figura 2. Water Sensitive Urban Design (WSUD)



O despertar dos agentes e tomadores de decisão decorrentes de uma busca por aperfeiçoamentos foram se sucedendo. Os países constituintes do Reino Unido, nos anos 2000, adotaram os Suds (Sustainable Urban Drainage Systems)¹⁶, decorrentes de modos de conceber sistemas que compatibilizam diversas tecnologias para comporem as diversas técnicas de drenagem e atuarem em conjunto, atendendo aos conceitos associados aos modos sustentáveis de lidar com as águas urbanas no contexto das bacias hidrográficas¹⁴.

Recentemente, houve um paradigma avançado e mais apropriado ao estágio atual da percepção das interrelações entre as medidas estruturais e os ecossistemas, denominado por SbN para a gestão da água, orientando para que as concepções dos planejamentos urbanos sejam compatíveis com a capacidade do ser humano, em melhorar nos cuidados de seu modo de atuar no ambiente, com a ampliação do olhar e da consciência para respeitar os ecossistemas e os ambientes hídricos⁴.

No Brasil, a visão da gestão integrada de águas urbanas foi motivo de diversos debates mostrando que se as cidades fossem planejadas de forma integrada, reduzir-se-iam os problemas ocasionados por cheias¹⁴.

Vale lembrar que, em 1997, foi criada a Lei nº 9.433, mais conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Entre outros benefícios da Lei das Águas, está a definição das bacias hidrográficas como unidades de planejamento para a gestão das águas. Ou seja, a partir da formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, a gestão torna-se descentralizada, sendo conduzida pelas prefeituras e sociedade civil organizada, bem como outras instâncias dos governos estadual e federal.

A sustentabilidade como meta passou a induzir a regras de uso e de ocupação dos solos de modo a preservar a natureza, assim, os sistemas podem receber o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, tratamento, a drenagem urbana e a coleta, o processamento e a reciclagem dos resíduos^{17,18}.

Ao se ocupar o solo das cidades, a complexidade ambiental não é considerada e, através dos tempos, o que se faz é 'enxugar gelo'. Os planos diretores urbanos são executados após os problemas já estarem instalados e consolidados. Neste cenário, a drenagem natural é destruída e o ciclo hidrológico sofre impactos,

muitas vezes irremediáveis, pelo alto custo de se renaturalizar o ambiente¹⁴⁽¹¹¹⁾.

Ainda, é necessário entender as correlações entre os sistemas para poder fazer um projeto de gestão integrada de águas urbanas, o relacionamento desses sistemas com a água, destacando a ocupação do solo como principal fonte de problemas^{17,18}.

O que a proposta de Tucci traz de diferente das demais é a grande quantidade de detalhes de como fazer a integração das diversas dimensões envolvidas¹⁴⁽¹¹¹⁾.

O Brasil, como país signatário da Organização das Nações Unidas (ONU), aderiu à campanha da Estratégia Internacional de Redução de Desastres (Eird) ante as possíveis mudanças climáticas. Com uma iniciativa da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec) e do Ministério da Integração Nacional, foi lançada a campanha: “Construindo Cidades Resilientes: Minha cidade está se preparando”¹⁸⁽²⁾. Esta destinava-se a “prefeitos, gestores públicos e outros atores”¹⁸⁽²⁾, e objetiva informar “sobre o que cada um pode fazer para tornar sua cidade mais segura frente aos desastres”¹⁸⁽²⁾.

Cidade Resiliente é aquela capaz de “resistir, absorver e se recuperar, de forma eficiente, dos efeitos de um desastre e de maneira organizada prevenir que vidas e bens sejam perdidos”¹⁹⁽¹²⁷⁾. A busca pela resiliência necessariamente passa por uma opção de gestão que integre as águas urbanas e pela percepção de uma nova ética para lidar com as águas e com a natureza, que reduza as condições de risco à saúde das populações.

A DRENAGEM URBANA EM SINTONIA COM A NATUREZA: O PARADIGMA DA SUPERAÇÃO E RECONCILIAÇÃO COM OS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

Esse paradigma recente, percebido em 2018, incentiva o ser humano a cooperar com os ecossistemas, a entender, a respeitar e a estar

em sintonia com os solos, com o relevo, com a fauna e com flora, com os ciclos das águas, com a dinâmica hídrica, associando as infraestruturas cinzas (obras e equipamentos) às infraestruturas verdes⁵, realizando o respeito à dinâmica dos ambientes, aos percursos preparados pelo meio natural ao longo dos tempos, que constituem os modos dos ecossistemas, em sua forma natural, realizarem a drenagem.

O manejo de águas pluviais urbanas em sintonia com os ecossistemas potencializa os principais atributos da gestão das águas com SbN⁵ que são: a redução representativa dos custos e a ampliação contínua, durável e sustentável dos benefícios ambientais, sociais e econômicos, ampliando o alcance de resultados da drenagem diante dos paradigmas do passado⁵.

Esse novo paradigma e modo de atuar, denominado gestão das águas em sintonia com a natureza, está associado à dinâmica da evolução humana¹⁹, superando o modo utilitarista e fragmentado de lidar com as águas, marcado pelo antropocentrismo, ampliando o olhar além dos atributos de forma, de objeto, de estruturas desassociadas do ambiental e social, saindo do que foi denominado por hidroaproveitamento, hidrofragmentação, hidroacumulação e hidroabuso, devido a estarem desapercibidas as necessidades e as vantagens do olhar sistêmico, integrado e amplo que deve existir no lidar pelos gestores que evoluem em sua dinâmica de percepção hídrica.

A dinâmica de percepção hídrica possibilita evoluir para um olhar holístico, uma visão ampla, possibilitando um movimento para com as águas com atributos de consciência, em níveis de consciência que valorizam a educação, a informação, a comunicação e a mobilização, e gerando, nesse novo nível de realidade, a movimentação, a integração e a sustentação necessárias para o despertar: de um ser humano hidrossolidário; de uma sociedade dedicada a cuidar das águas de modo plural; da hidrocidadania; do homem hidrossolidário e que proporciona hidrossustentabilidade e hidrossegurança ao meios urbanos e às bacias hidrográficas^{2,3,5,6,19,20}.

Assim, são as SbN que preconizam a integração entre as denominadas ‘infraestruturas cinzas’ e as ‘infraestruturas verdes’, apresentando fundamentos em aspectos que internalizam um modo de pensar e de atuar que inclui a diversidade humana e ambiental, as coletividades, com repercussões imediatas na saúde dos ambientes e nos corpos hídricos, em seus diversos ciclos. Dessa forma, poderão ser propagadas melhores condições de saúde de forma generalizada, proporcionando condições de ampliação plena e generalizada na saúde ambiental e de modo considerável à saúde humana. Incorpora-se o princípio da precaução, as atitudes preventivas e de proteção.

Na situação em que se encontram os corpos hídricos urbanos atualmente, devem-se ampliar e agilizar o alcance dos propósitos de reabilitação, restauração, despoluição, revisão, de renaturalização, revitalização, remediação e de reconhecimento e reidentificação de cursos de água que perderam suas identidades e se tornaram verdadeiras valas condutoras de resíduos^{2,5,6}.

Orienta-se para atuação na diversidade de desafios que apresentam os diversos corpos hídricos e no aprimoramento da manutenção da plenitude dos ambientes hídricos. Agindo de forma consciente, cooperativa, com intenções dedicadas ao coletivo, ao entendimento e convivência com os outros seres, poder-se-á alcançar um futuro de admiração da sinfonia que a natureza nos apresenta e a contemplação da sinfonia das águas.

A esse novo paradigma e modo de sentir e atuar, denominado gestão das águas em sintonia com a natureza, estão associadas a dinâmica da percepção hídrica e a dinâmica da evolução humana, ultrapassando o modo utilitarista e fragmentado de lidar com a natureza e com as águas, marcado pelo antropocentrismo; que dominou o mundo desde a 1ª Fase da evolução humana, do denominado ‘Conhecimento Pré-reflexivo’.

Avança a novos níveis de realidade, evoluindo além da visão de usufruto unilateral

da natureza hídrica, ultrapassando o modo hidroproveitamento, hidrofragmentado, hidroacumulativo, hidroabusivo que caracterizou o início da 2ª Fase da evolução humana, a do ‘Saber que Sabemos’ para ampliar os movimentos e adotar uma dinâmica de estar em harmonia com o ambiente natural, com as águas, em níveis de percepção e atributos de conscientização, um ‘Conjunto-Ação’ que considera a Conscientização, a Infirmiação e a Comunicação, que aliando-se à Educação, ao desenvolvimento de Capacitação, preparam os caminhos para transição à 3ª Fase evolutiva, a da ‘Consciência Pós-reflexiva’ que se apoia na Participação e na Mobilização, gerando a Integração necessária ao despertar da consciência em acolher e cuidar das águas. Amplia, assim, o comportamento de HidroCidadania, de HidroSSolidariedade e do Ser, que proporcionam a HidroSSegurança^{5,6,20}.

A SINTONIA COM A NATUREZA DEDICA-SE A REALIZAR NOSSA SUPERAÇÃO E A HUMANIZAÇÃO

A sintonia com a natureza eleva o ser humano a uma ‘nova idade’, ao patamar da ‘maturidade’, despertando valores em aspectos que internalizam um modo de pensar e de atuar que incluem o considerar ‘a diversidade na unidade e a unidade na diversidade’, o atuar a favor da coletividade, com repercussões imediatas na saúde dos ambientes e nos fluxos dos corpos hídricos e em seus diversos ciclos, propagando melhores condições de saúde de forma generalizada, beneficiando os diversos reinos, proporcionando condições de ampliação plena e generalizada na saúde ambiental e de modo considerável à saúde humana, incorporando o princípio da precaução, as atitudes preventivas e de proteção.

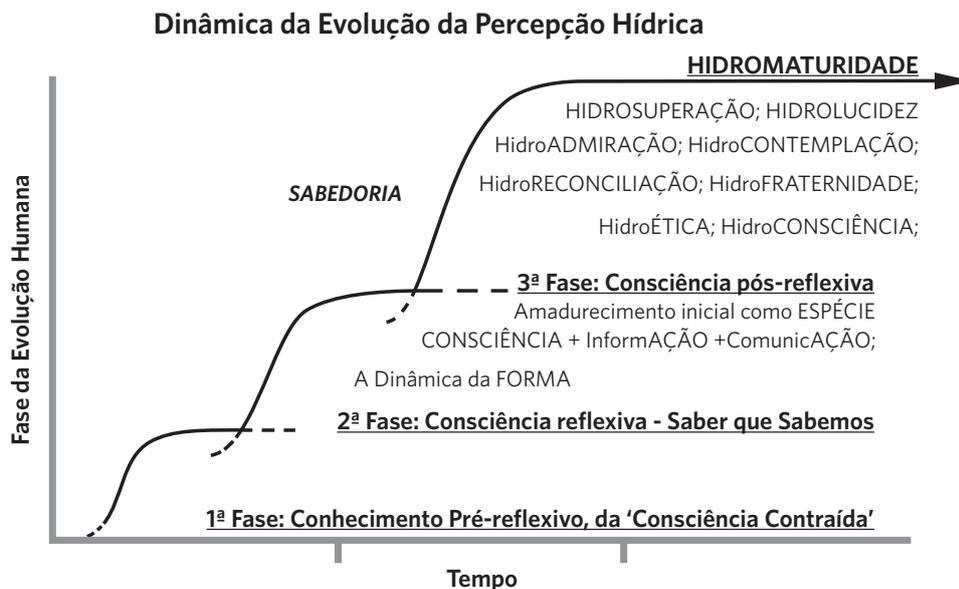
A etapa final da 3ª Fase de evolução humana amplia a consciência hídrica em direção à sabedoria humana, favorecendo,

entre outros, a prática da interdisciplinaridade, o exercício da multissetorialidade, o diálogo, a cooperação e a fraternidade hídrica, evoluindo para a ética com água, denominada: hidroética^{2,5}.

A hidroética constitui-se em um portal de acesso aos três atributos da 'dinâmica da

evolução humana'² inerentes ao amadurecimento do ser humano em seu modo de conviver respeitoso e em sintonia com as águas: que por extensão na 'dinâmica da percepção hídrica' denominada por HidroSSuperação, HidroLucidez e HidroMaturidade da espécie humana^{6,20}.

Figura 3. Dinâmica da evolução da percepção hídrica

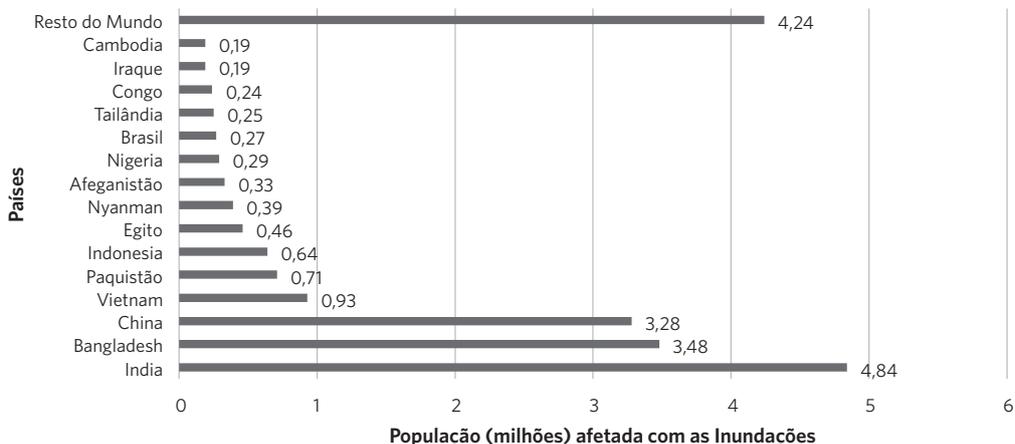


Impactos na saúde pela ausência de drenagem

Milhares de pessoas são afetadas anualmente com inundações decorrentes da falta de drenagem. Por meio da ferramenta Aqueduct Global Flood Analyzer, desenvolvida por cinco instituições: World Resource Institute (WRI); Deltares; Instituto de Estudos Ambientais da VU University Amsterdam; Utrecht University

e Agência de Avaliação Ambiental dos Países Baixos (PBL), foram identificados 164 países; e entre esses, os 15 primeiros países abrigam 80% da população que é afetada anualmente por enchente. Estimou-se que 20 milhões de pessoas sofrem anualmente com as inundações. O Brasil ocupa a 11ª posição. Anualmente, 270 mil pessoas são afetadas com as enchentes (*gráfico 1*)²¹.

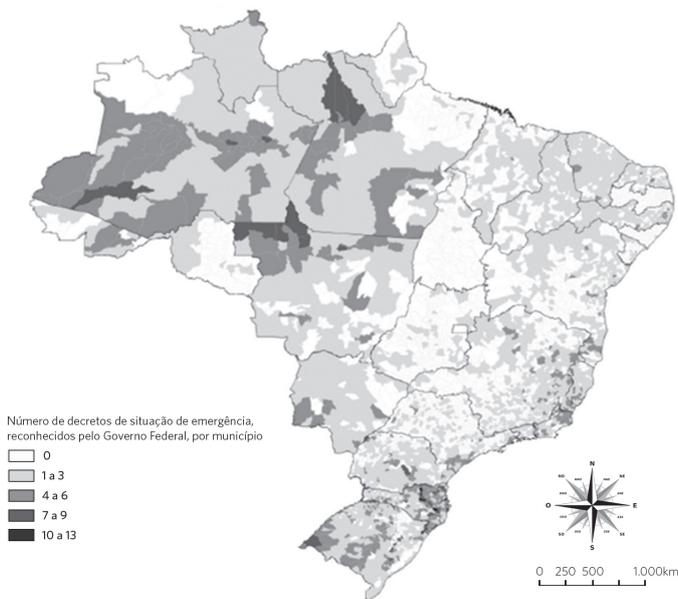
Gráfico 1. Os 15 países com população (milhões) afetadas com as inundações



No Brasil, o Sistema de Informações sobre Desastres identificou, no período de 1º de janeiro de 2000 a 31 de julho de 2017, 6.164 situações de emergência (ocorrência de enchentes) em 2.872 municípios (51,5% dos

municípios brasileiros), sendo 171 municípios na região Norte, 846 na região Nordeste, 757 na região Sudeste, 914 na região Sul e 184 na região Centro-Oeste²².

Figura 4. Distribuição espacial de localidades em situação de emergência no Brasil devido a enchentes, período 1/1/2000 a 31/7/2017



Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, 27 de setembro de 2017.

Alguns fatores considerados causadores das enchentes são: mudanças climáticas, acúmulo de lixo, impermeabilização do solo, ocupação dos solos à beira dos rios e os sistemas de drenagem precários, superados ou inexistentes^{23,24}.

Como consequências das enchentes, há impactos diretos ou indiretos sobre a saúde, que podem ser de curto, médio e longo prazo. Há danos materiais como na infraestrutura urbana, mas também traumas físicos e psicológicos, óbitos e doenças por veiculação hídrica: leptospirose, doenças diarreicas agudas, tétano acidental, acidente com animais peçonhentos, dengue, como também choques elétricos, além de agravos à saúde como transtornos psicossociais, estresse pós-transtorno, insônia, fobias e depressão.

Acrescentam-se efeitos aos determinantes da saúde (produção de alimentos, qualidade da água, comportamento de vetores e de agentes infecciosos) e efeitos sobre processos sociais como migração de pessoas e redução da qualidade de vida^{25,26}.

Em relação às doenças, além das relacionadas com a falta de saneamento ambiental, há também o aumento de bactérias e de fungos que causam as doenças respiratórias. Estudo também revelou laringites, pressão alta e infecções renais. Foram ainda apontados aumento de violência familiar, abuso no consumo de álcool e medicamentos entre adultos e distúrbios em jovens meninas devido a assédio sexual em abrigos temporários^{19,25}.

A intensidade dos impactos sobre a saúde da população depende da intensidade do evento e do grau de vulnerabilidade a que aquela população está sujeita. À medida que aumenta a vulnerabilidade daquela população ou de seu território, há tendência de alterar o perfil da morbidade e mortalidade daquela população, de aumentar a demanda pelos serviços de saúde e de reduzir ou interromper a prestação de serviços (saneamento, transporte, comunicação etc.); além de provocar ausência nos locais de trabalho, levando a consequências de ordem econômica^{23,24}.

Na maioria das enchentes, a maior demanda pelos serviços de saúde ocorre nas primeiras 24 horas a 48 horas. Após 72 horas, normalmente os atendimentos são pelo consumo de água contaminada, aglomeração de pessoas, exposição climática e aumento de vetores²³. Há estudos que apontaram para aumento da taxa de mortalidade nos 12 meses subsequentes ao evento que causam, além da morte de humanos, a de animais²⁶.

A resposta do setor saúde dependerá do conhecimento da região e da antecipação de ações de prevenção e preparação, já que as enchentes têm o potencial de causar surtos de doenças infecciosas, de agravar doenças crônicas como também de intensificar comportamentos de risco como abuso de álcool e de drogas. Portanto, além de conhecer o perfil epidemiológico da região, é necessário fazer o levantamento de ameaças e vulnerabilidades e ter recursos para atuar em épocas emergenciais.

As políticas e práticas de gestão de risco de enchentes devem se basear no fato de que a inundação não é um evento inesperado e devem atuar no sentido de minimizar estes eventos com o planejamento das cidades e ações, como o manejo adequado e sustentável das águas urbanas.

Considerações finais

As mudanças climáticas vêm intensificando as chuvas, que, aliadas ao processo de urbanização sem planejamento, são identificadas como as causas de enchentes frequentes e outros desastres ocorridos no País. Por outro lado, os sistemas tradicionais de drenagem urbana mostram-se ineficientes para o transporte do volume excedente de água; nem mesmo os sistemas constituídos de reservatórios de amortecimento aliviam os efeitos das chuvas de intensidades extremas. No entanto, acredita-se que as medidas preventivas aliadas à aplicação de políticas públicas adequadas poderão levar a mudanças de comportamento da população,

as quais mais conscientes e éticos poderão capacitar e estruturar as cidades à resiliência.

Aproxima-se a época em que a cultura retrógrada de perceber as águas pluviais terá uma grande alteração. Essa superação levará a que as águas encontrarão, em diversas etapas de seu ciclo, uma receptividade e um acolhimento inerentes à grandeza da consciência humana. Assim, as águas estarão presentes em quantidade, qualidade, oportunidade, regularidade na plenitude de seu dinamismo.

Perceber com base em um novo modo de sentir, de sintonizar-se com a água pluvial, acolhida, respeitada e bem tratada, potencializa seus atributos a favor de servir à realização dos modos de ser de todos os reinos, do vir a ser da vida saudável a todos os corpos no planeta.

Esse novo olhar para o ambiente integrado à vida humana com via de mão dupla será necessário para passar-se pelas mudanças climáticas com menos perdas de vidas e maior resistência às doenças. Caso isso não aconteça, ter-se-ão cada vez mais estatísticas de desastres em que a drenagem tradicional não funcionará, em que as encostas deslizarão por falta de um sistema de geotecnia adequado para os problemas de contenção e drenagem. Entretanto,

quis-se, com este artigo, chamar a atenção para a importância da mudança de olhar e de comportamento, em que a convivência com as águas com respeito, ética e maturidade poderá fazer toda a diferença para a saúde e para a sobrevivência humana no planeta para as próximas gerações.

Colaboradores

Christofidis D (0000-0001-7815-1480)* participou substancialmente da concepção e planejamento do artigo e da aprovação da versão final do manuscrito. Assumpção RSFV (0000-0001-8257-3950)* participou substancialmente da revisão crítica do conteúdo e da complementação da crítica à drenagem tradicional e do item drenagem sustentável e da aprovação da versão final do manuscrito. Kligerman DC (0000-0002-7455-7931)* participou significativamente da descrição da metodologia, da revisão crítica do conteúdo e complementação da crítica da drenagem tradicional, dos itens drenagem sustentável e impactos na saúde da drenagem e da aprovação da versão final do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

- Riguetto AM, Moreira LFF, Sales TEA. Manejo de águas pluviais urbanas. In: Riguetto AM. Manejo de águas pluviais urbanas. Rio de Janeiro: ABES; 2009, p. 19-73.
- Christofidis D. Hidroética: água, ética e meio ambiente. In: Sganzerla A, Rauli PMF, Renk VE. Bioética Ambiental. Curitiba: PUCPRESS; 2018. p. 209-234.
- Kocangul E, Tran M, Connor R, et al. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018. Soluções baseadas na natureza para gestão das águas [internet]. Itália: Unesco; 2018 [acesso em 2019 abr 14]. Disponível em: <http://infraverde.com.br/wp-content/uploads/2018/03/SOLU%C3%87%C3%95ES-BASEADAS-NA-NATUR-EZA-PARA-A-GEST%C3%83O-DA-%C3%81GUA-FATOS-E-DADOS.pdf>.
- Christofidis D. O ciclo da água, os paradigmas da drenagem urbana e a sintonia com a natureza. Brasília, DF: Universidade de Brasília. No prelo 2019.
- Christofidis D. Educação ambiental e mobilização social em saneamento. In: Cordeiro BS, organizadora. Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília, DF: Ministério das Cidades; SNSA; 2009. p. 413-424.
- Schueler TR. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Washington, DC: Department of Environmental Programs; 1987.
- Oki T, Kanae S. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. *Rev. Science*. 2006; (313):1068-1072.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 2016.
- Tucci CEM, Cordeiro OM. Diretrizes estratégicas para a ciência e tecnologia em recursos hídricos no Brasil. *REGA*. 2004; 1(1):21-35.
- Ignatieva M, Stewart G, Meurk C. Low Impact Urban Design and Development (LIUDD): matching urban design and urban ecology. *Landscape Review*. 2008; 12:61-73.
- United States. Environmental Protection Agency. Measurable goals guidance for phase ii small ms4s [internet]. [acesso em 2019 abr 14]. Disponível em: <https://www.epa.gov/npdes/national-menu-best-management-practices-bmps-stormwater-documents>.
- Melbourne Water. Introduction to WSUD [internet]. [acesso em 2019 abr 14]. Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/planning-and-building/stormwater-management/introduction-wsud>.
- Assumpção RF. O Princípio da Precaução como norteador da Gestão Sustentável das Águas. [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2009. 128 p.
- Assumpção RF. Petrópolis - um histórico de desastres sem solução? Do Plano Köeller ao Programa Cidades Resilientes. [tese]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2015. 246 p.
- Donofrio J, Kuhn Y, McWalter K, et al. Water-sensitive urban design: An emerging model in sustainable design and comprehensive water-cycle management. *Environmental Practice*. 2009; 11(03):179-189.
- Tucci CEM, Orsini LF. Águas urbanas no Brasil: Cenário atual e desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: Ministério das Cidades, SNSA; 2005. [acesso em 2019 abr 14]. Disponível em: http://www.snis.gov.br/arquivos_pmss/15_Cooperacao_Brasil_Italia/3.3-Componente_2/2005/livro_gestao_do_territorio_e_manejo_das_aguas_urbanas.zip.
- Tucci CEM. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA; 2007.

18. Coelho FBS, Viana Filho HÁ. Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se preparando – Campanha Mundial de Redução de Desastres [internet]. [acesso em 2019 abr 17]. Disponível em: <http://eird.org/curso-brasil/docs/modulo7/4.SEDEC-Cidades-Resilientes.pdf>.
19. Duane E. A Dinâmica da Evolução Humana. São Paulo: Cultrix; 2000.
20. Schueler TR. Site Planning for Urban Stream Protection (Environmental Land Planning Series). Washington: MWCG; 1995.
21. WRI Brasil. Os 15 países com mais pessoas expostas às inundações causadas pelos rios [internet]. WRI Brasil; 2015. [acesso em 2019 abr 14]. Disponível em: <http://wricidades.org/noticia/os-15-paises-com-mais-pessoas-expostas-a-inundacoes-causadas-pelos-rios>.
22. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Desastres naturais e saúde: análise do cenário de eventos hidrológicos no Brasil e seus potenciais impactos sobre o Sistema Único de Saúde. Boletim Epidemiológico. 2018; 49(10):1-3.
23. Freitas CM, Ximenes EF. Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. Ciênc. Saúde Colet. 2012; 17(6):1601-1615.
24. Vineis P. Climate change and the diversity of its health effects. Int J Public Health. 2010; 55(2):81-82.
25. Abridor de Lata - Comunicação Sindical. No mundo, mais de 20 milhões de pessoas são afetadas por enchentes [internet]. [acesso em 2019 abr 14]. Disponível em: <https://www.abridordelatas.com.br/no-mundo-mais-de-20-milhoes-de-pessoas-sao-afetadas-por-enchentes/>.
26. Falkenmark M, Rockstrom J. Balance Water for Humans and Nature - The New Approach in Ecohydrology. Londres: Earthscan; 2004.

Recebido em 22/04/2019
Aprovado em 04/09/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Uso de sistemas modulares vegetados para promoção da saúde urbana e atenuação do estresse térmico

Urban health promotion and thermal stress attenuation with the use of green roofs

Renato Castiglia Feitosa¹

DOI: 10.1590/0103-11042019S308

RESUMO O processo de urbanização possui efeitos significativos no microclima local, resultando no surgimento das ilhas de calor e comprometimento das condições térmicas no interior de habitações. A aplicação de sistemas modulares vegetados em telhados ou coberturas surge como alternativa à melhoria das condições térmicas no interior de habitações, dispensando, algumas vezes, a climatização artificial e promovendo melhores condições de salubridade no ambiente. A avaliação da atenuação do estresse foi realizada por meio da comparação entre duas habitações protótipos idênticas em que uma possui telhado e paredes vegetadas, e a outra, não. O estresse térmico foi avaliado com base no Índice de Calor, que considera os efeitos combinados da temperatura e umidade relativa. O sistema modular vegetado exerceu papel importante na atenuação do estresse térmico nas habitações, melhorando os parâmetros das condições de salubridade ambiental e minimizando riscos associados à saúde. Os Índices de Calor máximos registrados nos protótipos não vegetado e vegetado foram 57,5°C e 49,2°C respectivamente. Em termos de atenuação do estresse térmico, a adoção dos sistemas vegetados diminuiu o tempo de exposição de condições térmicas referentes às condições de ‘perigo’ a ‘perigo extremo’ de 17,3% para 5,4%.

PALAVRAS-CHAVE Áreas verdes. Transtornos de estresse por calor. Saúde da população urbana.

ABSTRACT *The urbanization process produces significant effects on local microclimate, resulting in heat islands and the worsening of thermal conditions inside housing facilities. The implementation of green roofs arises as an alternative in the improvement of indoor thermal conditions in housings, leading sometimes to energy savings as for air conditioning and promoting better health conditions. The evaluation of thermal stress attenuation was performed by comparing two identical prototype housings, where one has green roof and walls, and the other does not. Thermal stress was evaluated based on the Heat Index, which considers the combined effects of temperature and relative humidity. The green roof system played an important role in the attenuation of thermal stress in housings by improving environmental health conditions and minimizing health related risks. The maximum heat indices recorded in the non-vegetated and vegetated prototypes were 57.5 °C and 49.2 °C, respectively. In terms of thermal stress attenuation, the adoption of vegetated (green roof) systems decreases the time of exposure of thermal conditions regarding hazardous and extreme danger conditions from 17.3% to 5.4%.*

KEYWORDS *Green areas. Heat stress disorder. Urban health.*

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil
renatoensp@gmail.com



Introdução

O processo de transição de uma sociedade rural para urbana tem como consequências não só as mudanças nos hábitos e estilos de vida das populações, mas também a alteração dos microclimas locais. A mudança na ocupação e no uso do solo altera os fluxos de calor e, conseqüentemente, a temperatura no meio, contribuindo para uma conjuntura em que o acúmulo de calor é maior que sua dissipação. O resultado é a observância de temperaturas urbanas bem superiores às identificadas em áreas rurais e arborizadas. De acordo com a Agência de Proteção Ambiental Americana¹, a temperatura anual média dos grandes centros urbanos pode ser de 1°C a 3°C mais altas do que nas regiões periféricas. A cidade do Rio de Janeiro tem experimentado recordes de temperatura durante o verão. No mês de janeiro de 2019, a temperatura máxima de 40,8°C foi registrada em Santa Cruz, na Zona Oeste da cidade². De acordo com a mesma base de dados, temperaturas superiores à 35°C tiveram uma frequência de 16,4%.

A elevação crescente de temperatura nos centros urbanos promove impactos diretos e indiretos sobre a saúde. O calor pode ocasionar mortes em conjunturas específicas de temperatura, umidade, idade da população e etnias. Dados de diferentes regiões do mundo mostram uma associação entre o aumento das temperaturas diárias e o aumento do número de mortes, doenças, e números de hospitalizações³. Baseado em estudo realizado durante o verão em Brisbane, Austrália, um aumento de 10°C na temperatura foi associado a um aumento de 7,2% nas internações hospitalares⁴. De acordo com Nicholls et al.⁵, em situações nas quais a temperatura média diária excede 30°C, há um incremento na taxa de mortalidade de pessoas acima de 65 anos de 15% a 17%. Índices de mortalidade semelhantes também ocorrem quando as temperaturas mínimas diárias excedem 24°C. Adicionalmente, são também evidenciados o aumento no número de hospitalizações e a demanda por serviços médicos durante períodos de calor excessivo^{6,7}.

Dessa forma, o presente trabalho apresenta uma avaliação comparativa do estresse térmico entre duas edificações protótipo, em que uma delas possui paredes e telhado vegetado, e a outra, não. A avaliação do estresse térmico considerando a ação conjunta da temperatura e umidade relativa é baseada no conceito de ‘Temperatura Aparente’ ou ‘Índice de Calor (IC)’.

Adicionalmente ao impacto sobre a saúde, o aumento considerável da temperatura de regiões urbanas remete à demanda crescente pela geração de energia para climatização de ambientes residenciais e comerciais⁸⁻¹¹.

A busca por soluções sustentáveis, que objetivam a mitigação de problemas ambientais gerados pelo intenso processo de urbanização, é imprescindível para a melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos. A manutenção das áreas verdes e a recomposição das áreas desmatadas contribuem para atenuação dos efeitos das ilhas de calor e para a melhoria das condições térmicas no interior de edificações. Entretanto, em virtude do adensamento habitacional, ações de recomposição vegetal não são significativas devido à carência de áreas disponíveis para tal.

Uma solução que objetiva mitigar tais problemas é a adoção de sistemas modulares vegetados que possam ser aplicados em paredes e telhados de edificações novas e existentes. A aplicação desses sistemas em telhados e coberturas pode ter efeito potencial da atenuação de temperaturas internas em edificações, uma vez que busca aproximar as condições urbanas atuais das condições originais do terreno antes da ocupação humana. Entretanto, em virtude de grande parte das edificações nas grandes cidades serem constituídas por edifícios, é esperado que a aplicação de sistemas vegetados em paredes e fachadas possuam uma contribuição mais significativa na atenuação de ilhas de calor e de temperaturas extremas no interior das edificações. Dessa forma, a combinação de paredes e telhados vegetados promove um melhor desempenho no conforto térmico geral desde pequenas habitações até grandes edifícios. Com esse propósito, o

presente trabalho objetiva avaliar a atenuação do estresse térmico promovida pela aplicação de sistemas vegetados em uma edificação protótipo quando comparada a uma edificação idêntica totalmente desprovida de vegetação.

Sensação térmica: os impactos combinados da temperatura e umidade na saúde

A temperatura por si só não constitui fator determinante na sensação térmica experimentada pelos seres humanos. Outros fatores em conjunto com a temperatura, tais como velocidade do ar, fontes radiantes de calor, umidade relativa do ar, tipo de vestimenta, e atividade metabólica, são importantes na avaliação da salubridade ambiental^{12,13}. Considerando que a atividade metabólica e o tipo de vestimenta configuram condições particulares individuais, o estresse térmico dependerá das condições ambientais locais. Em habitações desprovidas de sistemas de ventilação forçada e condicionadores de ar, o conforto térmico humano fica sujeito basicamente à ação exclusiva da temperatura e à umidade relativa do ar. No que diz respeito aos riscos de estresse térmico nos seres humanos, os efeitos da temperatura são agravados sob elevados níveis de umidade relativa do ar, uma vez que esta regula as taxas de evaporação do corpo humano pelo suor. Ao evaporar, o suor absorve calor da pele, promovendo o arrefecimento do corpo humano. No caso de elevados níveis de umidade do ar, há diminuição da capacidade de evaporação do suor liberado pela pele, e a sensação de desconforto térmico aumenta. Já o inverso acontece quando os níveis de umidade não são elevados, ocorrendo uma maior capacidade

evaporativa, e a conseqüente melhora na sensação térmica experimentada¹⁴.

A avaliação dos níveis de estresse térmico é baseada em diferentes indicadores. De acordo com Epstein e Moran¹², a quantificação do estresse térmico baseada em um único índice, sob diferentes condições laborais e climáticas, foi objeto de numerosos estudos.

Na quantificação do estresse térmico em função de parâmetros ambientais, foram desenvolvidas metodologias ao longo do último século, tais como Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), IC, Humidex, Universal Thermal Climate Index (UTCI), entre outras.

O IC é baseado na pesquisa realizada por Steadman¹⁵⁻¹⁷, que atualmente compõe a base dos sistemas de alerta de calor nos Estados Unidos monitorados pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA –, National Weather Service – NWS). O IC expressa a sensação térmica ou temperatura aparente experimentada pela combinação simultânea de valores de temperatura e umidade relativa do ar. Esse índice pode ser calculado por um algoritmo que fornece a temperatura aparente para determinado par de umidade relativa e temperatura ou por tabelas.

A título de exemplo, considerando a temperatura do ar de 32°C, são experimentadas temperaturas aparentes equivalentes a 35°C e 51°C quando a umidade relativa do ar varia de 50% a 90% respectivamente. Isso mostra o quanto a umidade do ar pode afetar a termorregulação do corpo humano e comprometer a saúde das populações em situações de temperatura e umidade do ar extremas.

De acordo com o NWS¹⁸, conforme ilustra o *quadro 1* a seguir, o IC é classificado em categorias, baseadas na probabilidade de danos à saúde.

Quadro 1. Classificação dos IC com base nos possíveis danos ocasionados à saúde

Índice de calor	Possíveis danos à saúde
Abaixo de 27°C	Sem risco
27 - 32°C	Cuidado - possibilidade de fadiga após exposição e atividade prolongada
32,1 - 41°C	Cuidado extremo - hipertermia e câimbras de calor possíveis
41,1 - 54°C	Perigo - hipertemia e câimbras de calor prováveis
Acima de 54°C	Perigo extremo - hipertermia e câimbras de calor iminentes

Fonte: Elaboração própria.

A combinação de temperaturas e umidades relativas elevadas são comuns em boa parte do território brasileiro, e compreendem condições adversas em termos de estresse térmico. Desse modo, os riscos relacionados com o estresse térmico devem se basear no IC, e não apenas na temperatura.

Sistemas de alerta baseado em previsões climatológicas, que configuram futuros cenários de risco de estresse térmico, devem ter sua implantação avaliada municipalmente no sentido precaver principalmente a população idosa em tais conjunturas, aconselhando minimizar a exposição ao calor.

O papel da vegetação na atenuação das temperaturas urbanas

A arborização de ambientes urbanos, além do potencial de atenuação de temperaturas, possui também potencial na umidificação^{19,20}. De acordo com Nicodemo e Primavesi²¹, havendo água disponível no solo, a capacidade de transpiração das plantas é proporcional à área foliar. Desse modo, pode-se afirmar que cada metro quadrado de área vegetada, em função do tipo de espécie escolhida, seria substancialmente eficiente na umidificação e na atenuação de temperatura do ar. Com base em Heisler¹⁹ e Primavesi et al.²², é estimado que a superfície evapotranspirante de uma cobertura vegetal seja de quatro a dez vezes superior à mesma superfície coberta por água.

De acordo com Lanza e Stone²³, o plantio de árvores é uma estratégia altamente eficaz

para resfriar os ambientes urbanos. Lee et al.²⁴ também evidenciaram o papel de árvores e superfícies vegetadas na mitigação do estresse térmico em um distrito residencial de Freiburg, sudoeste da Alemanha. Roy et al.²⁵ apresentaram uma compilação de artigos, em que são destacadas 25 contribuições que atestam o papel das árvores na atenuação de temperaturas no meio urbano. A vegetação possui efeito na atenuação de temperaturas da superfície terrestre durante o dia e do ar durante a noite²⁶.

Tais diferenças nos níveis de temperatura são justificadas pelas diferenças existentes na ocupação e uso do solo. De acordo com Heisler¹⁹, além impedir a absorção de radiação solar sobre o solo evitando seu aquecimento, grande parte da energia solar interceptada pela vegetação é utilizada em seu processo metabólico e na sua transpiração. Considerando que o calor irradiado por uma superfície aquecida é proporcional à sua temperatura, o sombreamento das superfícies promovido pelas plantas impede essa irradiação. Em superfícies descobertas onde a absorção de radiação solar é direta, o calor absorvido é irradiado, aquecendo o ar em seu entorno e aumentando substancialmente a temperatura do meio urbano. O desconforto térmico e as condições adversas à saúde humana são substanciais devido à ação direta; e indireta radiada pelo solo e demais superfícies expostas à ação da radiação solar.

Em regiões urbanas, são observadas temperaturas noturnas significativamente superiores às temperaturas de áreas rurais,

devido ao efeito do calor irradiado pelas superfícies, tais como telhados, fachadas, pavimentos etc., aumentando os efeitos das ilhas de calor e a demanda crescente para geração de energia para climatização de ambientes¹. Adicionalmente, as edificações de grande altura aumentam consideravelmente a área de exposição lateral à ação da radiação solar por se tratarem, na grande maioria das vezes, de estruturas cujas áreas laterais, por vezes expostas ao percurso solar, são relativamente superiores às suas dimensões em planta. Nessa condição, em conjunto com os telhados verdes, o uso de paredes e fachadas vegetadas possui efeito considerável na atenuação da temperatura interna das habitações e na redução de gastos de energia com aquecimento ou resfriamento²⁷⁻³¹.

Métodos

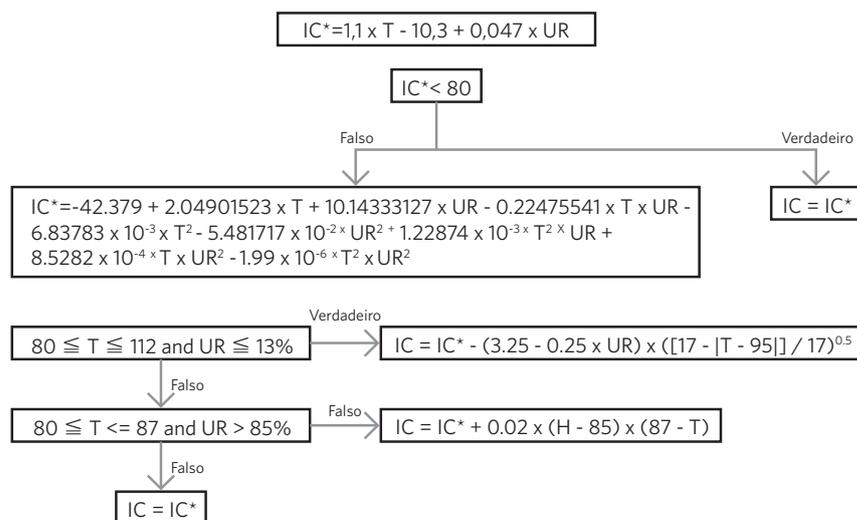
O papel da vegetação na atenuação do estresse térmico foi avaliado com base na comparação entre duas edificações protótipos idênticas, em

que uma delas possui o telhado e as paredes vegetadas, e a outra, não, durante um período de aproximadamente 130 dias (1º de outubro de 2016 a 8 de fevereiro de 2017). Tais edificações foram construídas em blocos de concreto e possuem as dimensões aproximadas de 1,2m x 1,5m em planta e 1,15m de altura. De modo a proporcionar condições idênticas de radiação solar, o aparato experimental foi montado na cobertura do prédio do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTH), da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) localizada no bairro de Manguinhos, Rio de Janeiro.

O IC utilizado pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (NWS) foi empregado no presente estudo na avaliação da melhoria do estresse térmico por meio do uso de sistemas vegetados em habitações protótipos.

O fluxograma na *figura 1* seguinte apresenta a metodologia de cálculo do IC17 em função da Temperatura (T) e Umidade Relativa (UR). As temperaturas são calculadas em graus Fahrenheit e depois convertidas para graus Celsius.

Figura 1. Processo de cálculo do Índice de Calor (IC), com base na metodologia proposta pela Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (NWS)



Fonte: Elaboração própria.

Os dados de umidade relativa e temperatura foram obtidos, simultaneamente, a cada 30 minutos no interior dos protótipos vegetado e não vegetado, utilizando medidores comerciais da marca Extech modelo RHT10, posicionados a 40 cm abaixo do telhado. A faixa de variação de umidade relativa e temperatura desses medidores correspondem, respectivamente, a 0% a 100% e -40°C a 70°C.

No sentido de oferecer uma alternativa à aplicação de vegetação em larga escala em edificações, optou-se por um sistema modular vegetado que pode ser aplicado tanto em telhados e coberturas quanto em paredes e fachadas. Tal metodologia é constituída por módulos vegetados com aproximadamente 5 cm de espessura, cuja aplicação pode ser viabilizada praticamente em qualquer estrutura existente devido à baixa sobrecarga do sistema (~80 kgf/m²). Os sistemas modulares foram aplicados na cobertura e nas paredes da habitação protótipo somente após o total desenvolvimento da vegetação. Pelo fato de o sistema apresentar característica modular removível, a eventual adubação, manutenção e replantio de vegetação constituem processos simples que podem

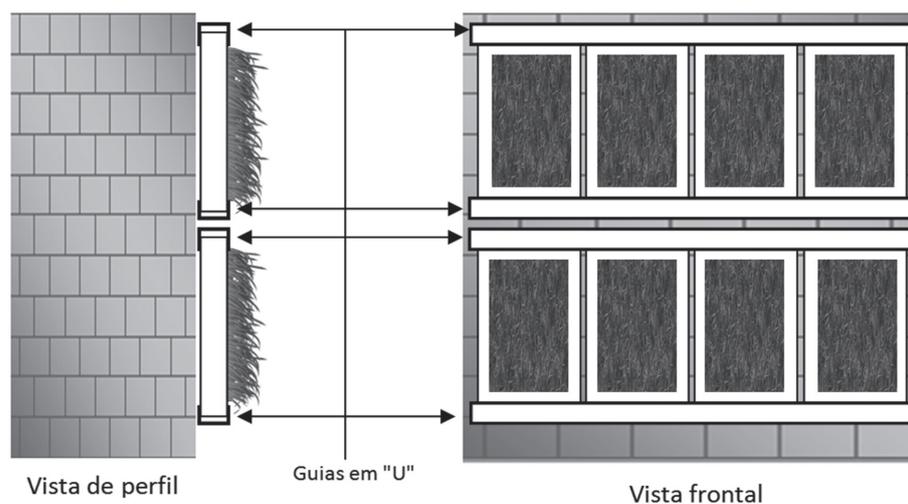
ser realizados fora do local da instalação, minimizando os riscos de operação e facilitando os procedimentos de manutenção.

A aplicação do sistema vegetado no telhado da edificação protótipo obedeceu a seguinte ordenação: preparo da caixa; colocação do tecido geotêxtil; disposição do solo e plantio da vegetação. Para que não ocorresse a perda de solo pelo sistema de drenagem, composto por pequenos orifícios na base do módulo vegetado, ela foi forrada com tecido geotêxtil, que permitiu a drenagem da água, mas impediu a passagem das partículas constituintes do solo.

O sistema modular aplicado nas paredes da edificação protótipo foi constituído por caixas com tampas que possuem seis aberturas nas quais a vegetação é plantada. O solo é previamente colocado nas caixas, e antes da colocação das tampas, é coberto com tecido geotêxtil que funciona como contenção do solo, quando os módulos são dispostos na vertical, em guias 'U' previamente fixadas nas paredes.

A *figura 2* a seguir ilustra o esquema de montagem do sistema cuja drenagem ocorre pelo bordo inferior das caixas.

Figura 2. Esquema ilustrativo da aplicação dos sistemas vegetados em paredes e/ou fachadas



Fonte: Elaboração própria.

O solo empregado nos módulos vegetados foi constituído por igual proporção de areia e terra adubada de modo a garantir boa capacidade drenante e isolante devido à sua elevada porosidade.

Considerando a impossibilidade da implantação de um sistema de irrigação no local do experimento, plantas do tipo suculentas foram adotadas nos sistemas vegetados devido a sua tolerância à seca e resistência às temperaturas elevadas. Sua composição não favorece seu ressecamento em períodos de estiagem, portanto, suas chances de pegar fogo são remotas. A utilização de tais espécies não é algo obrigatório, mas apenas sugestivo. A única restrição a ser destacada é com relação ao tamanho da vegetação a ser empregada. Devido à pequena espessura de solo adotada que confere baixo

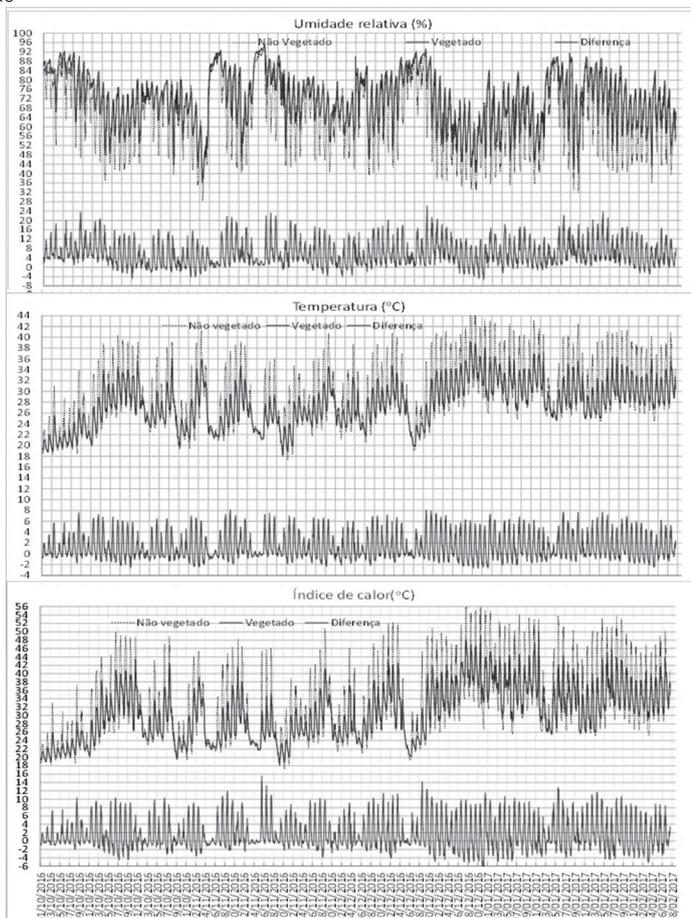
peso aplicado na estrutura, apenas vegetações de pequeno porte podem ser empregadas.

Resultados e discussões

A *figura 3* apresenta uma comparação entre temperatura, umidade relativa e IC calculado de acordo com NWS¹⁷ durante 130 dias. As linhas inferiores nos gráficos representam as diferenças simultâneas de umidade relativa, temperatura, e IC entre os protótipos não vegetado e vegetado.

Trabalhos semelhantes e complementares ao aqui apresentado foram anteriormente publicados por Wilkinson e Castiglia Feitosa³² e Castiglia Feitosa e Wilkinson³³.

Figura 3. Comparação entre registros de umidade relativa, temperatura e IC observado nos protótipos não vegetado e no protótipo vegetado



Fonte: Elaboração própria.

Algumas observações importantes podem ser tecidas com base nos resultados apresentados. As temperaturas máximas observadas nos protótipos não vegetado e vegetado foram, respectivamente: 45,3°C e 39,2°C. A diferença entre a temperatura verificada no interior do protótipo vegetado é consideravelmente inferior à do protótipo não vegetado. Nesse caso, são observadas diferenças simultâneas que variam entre 8,1°C e -2,7°C. As diferenças positivas indicam temperaturas superiores na casa não vegetada, que ocorrem no período diurno (entre 12 horas e 15 horas), enquanto as negativas, indicam o contrário e costumam ocorrer nas primeiras horas do dia (entre 1 hora e 6 horas). Tal fato indica que vegetação, além de atenuar os picos de temperatura, é também capaz de retardar a perda e o ganho de calor.

A umidade relativa varia em função da temperatura. Caso a quantidade de água presente no ar atmosférico permaneça em níveis constantes, a umidade relativa variará de uma maneira inversamente proporcional à temperatura. Isto é, a máxima umidade relativa ocorrerá nos períodos de menor temperatura e vice-versa. Entretanto, pode-se observar que a umidade relativa no interior do protótipo vegetado é maior praticamente todo o tempo, inclusive nos instantes em que a temperatura no protótipo vegetado é ligeiramente superior à do não vegetado. Tal fato indica que o protótipo vegetado é mais úmido devido ao aporte de umidade para seu interior em virtude do processo de evapotranspiração das plantas ao seu entorno.

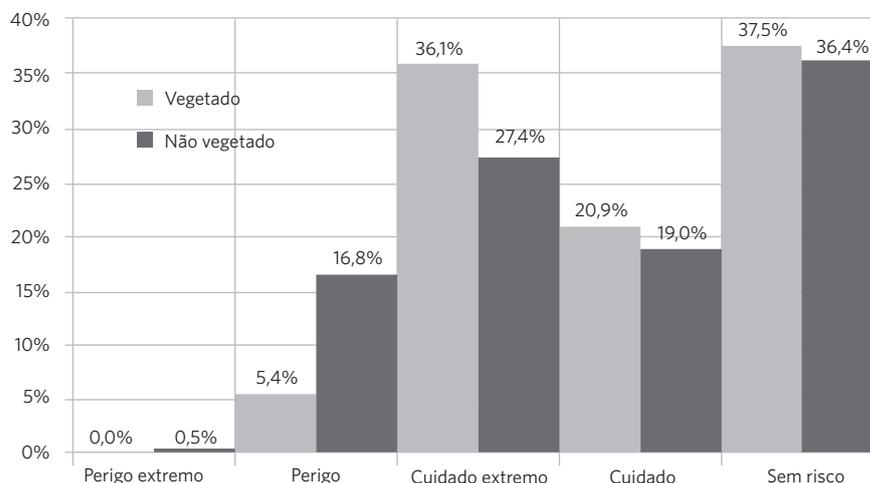
Os registros dos IC no interior da estrutura

não vegetada e vegetada corroboraram o papel significativo da vegetação na atenuação do estresse térmico. As médias das edificações protótipos não vegetadas e vegetadas foram, respectivamente, 32,1°C e 30,6°C, enquanto os maiores níveis de IC foram 57,5°C e 49,2°C. As diferenças observadas entre esses índices no interior dos protótipos não vegetado e vegetado variam de 15,5°C a -7,6°C. As maiores diferenças positivas ocorreram entre as 13 horas e as 16 horas, ao passo que as maiores diferenças negativas foram registradas durante a noite e o início da manhã.

Os 130 dias de avaliação do estresse térmico baseado no IC foram compilados na forma de histograma, por meio de uma análise comparativa da frequência observada nos protótipos vegetado e não vegetado (*gráfico 1*). As frequências relativas foram classificadas de acordo com as faixas de IC apresentadas no *quadro 1*, que correlaciona os níveis desse índice e os riscos associados à saúde.

De forma comparativa, com base no *gráfico 1*, a frequência relativa de condições representativas de condições térmicas extremas, compreendendo IC superiores a 41°C, apresentou um percentual de ocorrências de 17,3% e 5,4%, respectivamente, nos protótipos não vegetado e vegetado. Tal condição é categorizada de acordo com NWS¹⁸ (*quadro 1*) como 'perigo' e 'perigo extremo'. Em outras palavras, com base nos percentuais supracitados, pode-se afirmar que as condições extremas de calor no protótipo vegetado representam 31% das mesmas condições observadas no protótipo não vegetado.

Gráfico 1. Histograma comparativo do percentual de ocorrências dos IC para os protótipos vegetados e não vegetados



Fonte: Elaboração própria.

Considerando o período experimental de 130 dias e com base nos percentuais apresentados no histograma, pode-se inferir que as condições extremas (IC superior a 41°C) se deram por período equivalente a 22,5 dias no interior do protótipo não vegetado. A adoção de um sistema vegetado em um protótipo comparativo fez com que esse período fosse reduzido para apenas 7 dias, justificando o grande potencial na utilização dos sistemas vegetados na promoção da saúde.

Conclusões

A atenuação observada na temperatura interna na edificação protótipo vegetada foi significativamente inferior à do protótipo não vegetado. Os níveis de umidade relativa no interior do protótipo vegetado se mostraram superiores aos observados no protótipo não vegetado praticamente ao longo de todo período experimental, indicando um fluxo de umidade para o interior do protótipo vegetado devido ao processo de transpiração das plantas.

O IC é função da combinação dos níveis de

temperatura e umidade relativa na promoção do conforto térmico. Desse modo, um fluxo de umidade em virtude da transpiração das plantas para o interior do protótipo vegetado pode compensar as atenuações de temperatura promovidas pela própria vegetação, aumentando os valores dos IC. Isso ocorre uma vez que umidades relativas elevadas diminuem as taxas de evaporação de suor do corpo humano que auxilia na remoção do calor da pele, aumentando a sensação térmica experimentada.

É importante destacar que o fluxo de umidade observado para o interior dos protótipos em virtude da utilização de sistemas vegetados pode estar atribuído a particularidades experimentais, tais como a porosidade dos blocos de concreto que compõem as paredes das habitações.

A aplicação de vegetação nas paredes e nos telhados mostrou significativa contribuição na promoção do conforto térmico e nas condições de salubridade em habitações, mas também de modo indireto pode ter impacto relevante na economia de energia utilizada na climatização de ambientes.

É importante levar em consideração também a aplicação dos sistemas vegetados

nas paredes, visto que no caso de edifícios a cobertura vegetada promove melhoria no conforto térmico apenas no andar subjacente. Desse modo, é esperado que os sistemas vegetados aplicados em paredes e fachadas tenham uma contribuição mais significativa devido à maior área lateral de exposição à radiação solar.

Os sistemas vegetados possuem um papel relevante na atenuação do estresse térmico em edificações. A adoção de sistemas vegetados pode também colaborar para a absorção de gás

carbônico e poluentes atmosféricos. As plantas empregadas possuem, durante o processo fotossintético, capacidade de retenção de carbono atmosférico, podendo contribuir também para o combate ao aquecimento global.

Colaborador

Feitosa RC (0000-0003-0724-1993)* é responsável pela elaboração do manuscrito. *Orcid (Open Researcher and Contributor ID). ■

Referências

1. EPA United States Environmental Protection Agency. Heat Island Effect [internet]. [acesso em 2019 maio 25]. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatisland/index.htm>.
2. Fundação GEO-RIO. Sistema Alerta Rio [internet]. [acesso em 2019 ago19]. Disponível em: <http://alertario.rio.rj.gov.br/>.
3. Vutcovici M, Goldberg MS, Valois MF. Effects of diurnal variations in temperature on non-accidental mortality among the elderly population of Montreal, Quebec, 1984 – 2007. *Int J Biometeorol.* 2014; 58(5):843-852.
4. Hondula DM, Barnett AG. Heat-related morbidity in Brisbane, Australia: spatial variation and area-level predictors. *Environ. health perspect.* 2014; 122(8):831-836.
5. Nicholls NL, Skinner C, Loughnan M, et al. A simple heat alert system for Melbourne, Australia. *Int. J. Biometeorol.* 2008; 52(5):375-384.
6. Anderson GB, Bell ML, Peng RD. Methods to calculate the heat index as an exposure metric in environmental health research. *Environ. health perspect.* 2013; 121(10):1111-1119.
7. Gronlund CJ, Zanobetti A, Schwartz JD, et al. Heat, heat waves, and hospital admissions among the elderly in the United States, 1992 – 2006. *Environ. health perspect.* 2014; 122(11):1187-1192.
8. Kolokotroni M, Ren X, Davies M, et al. London's urban heat island: impact on current and future energy consumption in office buildings *Energy buildings.* 2012; 47(4):302-311.
9. Santamouris M, Papanikolaou N, Livada I, et al. On the impact of urban climate to the energy consumption of buildings. *J. Sol.* 2001; 70(3):201-216.

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

10. Santamouris M, Cartalis C, Synnefa A, et al. On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings – a review, *Energ buildings*. 2015; 98(1):119-124.
11. Susca T. Green roofs to reduce building energy use? A review on key structural factors of green roofs and their effects on urban climate. *Build. environ*. 2019; 162(9):106273.
12. Epstein Y, Moran DS. Thermal Comfort and the Heat Stress Indices, *Ind Health*. 2006; 44(3):388-98.
13. Chindapol S, Blair J, Osmond P, et al. A suitable thermal stress index for the elderly in summer tropical climates. *Procedia Eng*. 2017; 180(10):932-943.
14. Lamberts R, Dutra L, Pereira FOR. Eficiência Energética na Arquitetura [internet]. 3. ed. São Paulo: Procel/ProLivros; 2014. [acesso em 2019 ago 15]. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf.
15. Steadman RG. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *J Appl Meteorol*. 1979a; 18(4):861-873.
16. Steadman RG. The assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature. *J Appl Meteorol*. 1979b; 18(4):874-885.
17. Steadman RG. A universal scale of apparent temperature. *J. Appl. Meteor. Climatol*. 1984; 23(8):1674-1687.
18. National Weather Service. National Oceanic and Atmospheric Administration Heat Index Chart [internet]. [acesso em 2019 maio 26]. Disponível em: <https://www.weather.gov/ffc/hichart>.
19. Heisler GM. Trees and human comfort in urban areas. *J. for*. 1974; 72(8):466-469.
20. McPherson G, Nowak D, Heisler G, et al. Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystems*. 1997; 1(3):49-61.
21. Nicodemo LF, Primavesi O. Por que manter árvores na área urbana? [internet]. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste; 2009. [acesso em 2019 jul 14]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/82803/1/Documentos89.pdf>.
22. Primavesi O, Arzabe C, Pedreira MS. Aquecimento global e mudanças climáticas: uma visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos. [internet]. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste; 2007. [acesso em 2019 jul 17]. Disponível em: http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2007_Primavesi_et_al_Mudancas_EMBRAPA_DE3os.pdf.
23. Lanza K, Stone Jr B. Climate adaptation in cities: What trees are suitable for urban heat management? *Landscape urban Plan*. 2016; 153(9):74-82.
24. Lee H, Mayer H, Chen L. Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany, *Landscape urban Plan*. 2016; 148(4):37-50.
25. Roy S, Byrne J, Pickering C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban for urban Gree*. 2012; 11(4):351-363.
26. Shiflett SA, Liang LL, Cruma SM, et al. Variation in the urban vegetation, surface temperature, air temperature nexus, *Sci Total Environ*. 2017; 579(1):495-505.
27. Alexandria E, Jones P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Build. environ*. 2008; 43(4):480-493.
28. Cameron RWF, Taylor JE, Emmett MR. What's 'cool' in the world of green façades? How plant choice influences the cooling properties of green walls. *Build. environ*. 2014; 73(3):198-207.

29. Yaghoobian N, Srebric J. Influence of plant coverage on the total green roof energy balance. *Energy buildings*. 2015; 103(9):1-13.
30. Vox G, Blanco I, Schettini E. Green façades to control wall surface temperature in buildings, *Build. environ*. 2018; 129(2):154-166.
31. Malys L, Musy M, Inard C. A hydrothermal model to assess the impact of green walls on urban microclimate and building energy consumption, *Build. environ*. 2014; 73(3):187-197.
32. Wilkinson SJ, Castiglia Feitosa R. Retrofitting Housing with Lightweight Green Roof Technology in Sydney, Australia, and Rio de Janeiro, Brazil, *Sustainability*. 2015; 7(1):1081-1098.
33. Feitosa RC, Wilkinson S. Retrofitted green roofs and walls and improvements in thermal comfort. In: *Workshops and summer schools*; 2017 Jun 12; Sydney. *Off-Grid Technology Workshop*; 2017. p. 020006-1 - 020006-8.

Recebido em 29/04/2019

Aprovado em 11/10/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

Acesso ao Saneamento básico e Incidência de Cólera: uma análise quantitativa entre 2010 e 2015

Access to basic and analytical sanitation of cholera: a quantitative analysis between 2010 and 2015

Everaldo de Santana Silva¹, Deloar Duda de Oliveira¹, Amanda Pontes Lopes¹

DOI: 10.1590/0103-11042019S309

RESUMO As condições de saneamento básico são um dos principais determinantes nos índices de agravos à saúde humana, principalmente no tocante a doenças infectocontagiosas por veiculação hídrica. Dentre todas, destacamos neste trabalho a cólera: doença entérica causada pelas cepas toxigênicas do *Vibrio cholerae* (sorogrupos O1 e O139), que é caracterizada por um quadro de acentuada diarreia. O objetivo deste trabalho, por meio de levantamento de dados mundiais de Incidência de Cólera (IC) e percentual populacional de Acesso ao Saneamento (AS), é quantificar, evidenciar e discutir a relação entre esses dois indicadores no período de 2010 a 2015, assim como apontar outros possíveis fatores magnificantes de vulnerabilidade socioambiental para a patologia. No período analisado, foram registrados 1.575.168 casos da doença, com as maiores incidências na região do subcontinente africano-asiático e em países isolados nos demais continentes, como, por exemplo, Haiti (América) e Papua Nova Guiné (Oceania), que também apresentaram sérios problemas de acessibilidade a serviços de saneamento. Desta forma, apesar de sugerirmos a análise de outros fatores socioambientais, as condições de saneamento revelaram-se como um determinante expressivo para a incidência da cólera em todas as regiões do mundo.

PALAVRA-CHAVE Cólera. *Vibrio cholerae*. Saneamento básico. Doenças transmitidas pela água.

ABSTRACT Health conditions are among the main factors leading to human health damages, particularly concerning infectious diseases by water transmission. Among those cholera is highlighted in this work: the virus infection of *Vibrio cholerae* toxicity (serogroups O1 and O139), which is characterized by marked diarrhea. Using incidence data on cholera (CI) and the population percentage of Access to Sanitation (AS) collected throughout the world, the objective of this work is to quantify, highlight and discuss relationship between those two indicators over the period from 2010 to 2015, besides pointing out other possible magnifying factors of socioenvironmental vulnerability to this pathology. Over that period, 1,575,168 cases of the illness were analyzed, showing more frequent occurrences in the region of the African-Asian subcontinent and isolated countries in the other continents, such as Haiti (America) and Papua New Guinea (Oceania), which also presented serious problems regarding the access to sanitation services. Thus, although we suggest other socioenvironmental factors to also be analyzed sanitation conditions proved to be an expressive determinant for the incidence of cholera in all regions worldwide.

KEYWORD Cholera. *Vibrio cholerae*. Basic sanitation. Waterborne Disease.

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. everaldo.desantana@gmail.com



Introdução

Saneamento, segundo a Organização Mundial da Saúde¹, é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social – ou seja, é um conjunto de ações sobre o ambiente que visam a salubridade ambiental na prevenção e controle de doenças, promoção de saúde e qualidade de vida².

O saneamento envolve ações primordiais e básicas de esgotamento sanitário, limpeza pública, drenagem urbana, controle de vetores e tratamento e abastecimento de água³. Estima-se que 25% da população mundial não possuem acesso a habitação segura e serviços básicos, vivendo em condições ambientais e sanitárias precárias, criando um cenário negativo para o controle de surtos e epidemias⁴.

Aproximadamente 83% dos agravos à saúde e 23% das mortes prematuras são ocasionados por exposição a ambientes insalubres e saneamento deficiente⁵. Destes, as doenças diarreicas causam, em todo o mundo, quase 2,5 milhões de mortes anualmente, principalmente entre crianças com menos de cinco anos de vida em países em desenvolvimento^{6,7}.

Doenças relacionadas ao sistema de água, por despejo de esgoto inadequado, geram milhões de mortes anualmente em países de baixa renda – Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* inferior a US\$ 825,00, com ênfase em regiões de clima quente que experimentam situações tanto de inundações quanto de secas⁴. Segundo Feachem et al.⁸, um único grama de fezes de indivíduos infectados pode conter cerca de 10^6 vírus, 10^8 bactérias, 10^4 protozoários e 10^4 ovos de helmintos patogênicos que, caindo em um sistema de saneamento deficiente, podem dar origem a processos de agravos à saúde local.

A prevalência dessas enfermidades representa um forte indicativo de fragilidade de políticas e da infraestrutura de saneamento⁹. Segundo Waddington e Snilstveit¹⁰, investimentos em saneamento poderiam reduzir em até 37% a ocorrência dessas enfermidades.

O processo epidemiológico de doenças transmissíveis envolve uma série de processos complexos, com várias determinantes sociais e econômicas. Na grande maioria das ocorrências, alterações de recursos hídricos causadas por problemas de saneamento e por poluição têm papel relevante na evolução dessas enfermidades³.

As situações econômicas e sociais exercem influência direta sobre a vulnerabilidade e a situação de saúde de um determinado extrato populacional cujas condições de vida acarretam intrinsecamente grande parte da carga de doenças¹¹. Assim sendo, a saúde deve ser analisada como resultado de todas as variáveis ambientais, ou seja, os fatores naturais, sociais e econômicos que afetam as condições de vida, aumentando ou diminuindo a vulnerabilidade da população exposta, associando assim importância fundamental aos indicadores sociais de desenvolvimento nesta análise¹².

Entre todas as doenças desencadeadas neste cenário, destacamos a cólera – doença entérica causada pelas cepas patogênicas do *Vibrio cholerae* O1 ou O139¹³, encontradas em ambientes aquáticos tanto em vida livre como parasitando organismos quitinosos, visto que apresentam função ecológica de degradação de quitina^{14,15}.

Podem sobreviver em condições ambientais desfavoráveis por um período de tempo: o estado VNC (Viável, mas Não Cultivável), sugerindo esse processo como uma adaptação ambiental em regiões como altos níveis de salinidade, temperatura e pH¹⁶. De acordo com Mai et al.¹⁷, em estudos laboratoriais, as células no estado VNC podem permanecer viáveis por anos, e geralmente são encontradas na superfície de copépodos. Em contato com o intestino humano, no entanto, passam para o estado Viável (VC)¹⁸.

A patogenicidade do microorganismo depende principalmente da expressão da toxina colérica e do píllus de colonização celular¹⁵, pois a virulência em humanos só é possível com a ingestão de no mínimo 10^8 células, devido à acidez da região estomacal. De acordo com Figueiredo et al.,¹⁹, a flexibilidade da aquisição da expressão gênica para

a produção de toxina da cólera foi percebida pelo processo de transferência horizontal (conjugação), que é o processo de troca genética entre procariotas. Contribuindo mais para esta discussão, Rivera et al.²⁰ demonstrou um grande potencial de aquisição patogênica em indivíduos dos sorogrupos não O1 e não O139.

A infecção em humanos se dá quando o vibrio é levado à boca, por mão suja ou pela ingestão de água ou alimentos lavados com água contaminada, ocasionando um quadro de intensa diarreia. Assim, a reposição de eletrólitos deve ocorrer rapidamente, a fim de impedir a evolução da condição grave da doença, que pode ocasionar a morte do indivíduo²¹.

No caso das doenças infectocontagiosas entéricas, entre elas a cólera, o indicador mais relevante é o saneamento²². Em países em desenvolvimento que apresentam infraestrutura sanitária precária, esta situação acaba por ocasionar altas taxas de morbidade e mortalidade oriundas dessas doenças, revelando vulnerabilidade dos sistemas e políticas públicas de saneamento e saúde²³.

Assim sendo, conhecer regiões onde determinadas condições de risco ocorrem pode contribuir de maneira significativa para ações de prevenção e controle de doenças, quantificando e medindo a frequência com que os problemas de saúde ocorrem em populações humanas, e contribuindo para a construção de um arcabouço de ações de vigilância epidemiológica em saúde²⁴.

O artigo tem como objetivo relacionar dados de Acesso ao Saneamento básico (AS) com a IC no período de 2010 a 2015, analisando o comportamento associativo entre estes dois parâmetros, e discutindo outros possíveis fatores magnificantes de vulnerabilidade para a patologia.

Material e métodos

Foram utilizados dados quantitativos secundários sobre IC entre os anos de 2010 a 2015 (seis anos), disponíveis no *site* da Organização Mundial da Saúde (OMS)²⁵ (http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/cholera/

[atlas.html](#)); e a verificação aos dados de AS, extraída do Banco Mundial²⁶, disponíveis em <http://databank.worldbank.org/>. Esse intervalo de tempo foi escolhido por se confirmar como o período de maior surto da doença em todo o mundo durante todo o século XXI, principalmente na região das Américas.

Para melhor análise regional dos indicadores, procurou-se nas principais plataformas utilizadas como referência (OMS, Organização Pan-Americana da Saúde – Opas e Banco Mundial) um critério de regionalização dos países verificados. Apesar de conter processos classificatórios diferenciados, nenhuma delas representou os dados levantados com clareza, de forma quantitativa visual, o que impossibilitou uma visão efetiva da relação entre os indicadores.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada²⁷, a regionalização é um desafio de ordem espacial, pois apresenta uma infinidade de fatores de agrupamentos que, dependendo do objetivo, devem construir elementos de visão e operação estratégicas para a análise, contendo, assim, elementos de subjetividade do classificador. Assim sendo, os países foram regionalizados por área (*tabela 1*) de acordo com a proximidade espacial e IC, para melhor análise da localização de picos de incidências.

Foram selecionados apenas os países: (i) com total IC igual ou maior que 18 (média de três/ano) em todo o período analisado; e (ii) com registro de AS em todo o período analisado.

Os países utilizados como ponto de discussão (determinados como críticos) foram os que revelaram IC acima de mil casos/ano e AS entre 1 e 50 por ano.

Fomentando a análise de outras vias e/ou outros fatores de vulnerabilidade, determinou-se como possível exceção a relação entre os dois indicadores propostos – ou seja, países que apresentaram elevada IC (IC>500) e com AS satisfatório (AS>80).

Todos os dados foram tabulados e analisados utilizando Microsoft Excel 2007[®]. A Análise de Correlação de Pearson também foi realizada no mesmo *software*.

Resultados

Foram selecionados 58 países, divididos em 12 áreas de análises, conforme as regras metodológicas no período do estudo. Registraram-se 1.667.058 casos de cólera,

com destaque para os anos iniciais de 2010 a 2012, que somaram 1.150.256 acometimentos (68,99% de todo o período analisado). As IC, assim como a porcentagem da população com AS encontrados no período estão descritas na *tabela 1*.

Tabela 1. Relação de IC e AS, por país/área

Área	País	2010		2011		2012		2013		2014		2015		Total
		IC	AS	IC	AS	IC	AS	IC	AS	IC	AS	IC	AS	
África Central	Burkina Faso	0	17,4	20	18	143	18,6	0	19	0	19,4	0	19,7	163
	Burundi	333	46,9	1.072	47,2	214	47,5	1.557	47,8	582	48	442	48	4.200
	Chade	6.395	11,6	17.267	11,8	0	12	0	12	0	12	0	12,1	23.662
	Etiópia	1.682	21,7	0	23	0	24,3	0	25,5	0	26,8	0	28	1.682
	Malavi	1.155	38,8	120	39,2	187	39,7	0	40,1	0	40,6	693	41	2.155
	Mali	0	22,4	2.220	22,9	219	23,3	23	23,8	0	24,2	0	24,7	2.462
	Níger	1.154	9,5	2.324	9,8	5.284	10,1	585	10,5	2.059	10,8	51	10,9	11.457
	República Central da África	0	20,7	117	21,1	21	21,1	0	21,6	0	21,7	0	21,8	138
	República Democrática do Congo	13.884	14,3	21.700	14,4	33.661	14,4	26.944	14,8	22.230	14,9	19.182	15	137.601
	Sudão do Sul	0	6,5	0	6,6	0	6,6	0	6,7	6.421	6,7	1.818	6,7	8.239
Uganda	2.341	18	0	18,3	6.326	18,5	748	18,8	309	19	1.461	19,1	11.185	
Zâmbia	6.794	42,8	330	43	198	43,2	0	43,5	0	43,7	0	43,9	7.322	
TOTAL (12 Países)		33.738		45.170		46.253		29.857		31.601		23.647		210.266
África Centro Atlântica	Angola	1.484	46,2	1.810	47,6	1.215	49,1	6.655	50,6	213	51,1	0	51,6	11.377
	Benin	983	17,3	755	17,8	625	18,4	528	19	832	19,6	0	19,7	3.723
	Camarões	10.759	44,7	22.433	44,9	363	45,2	26	45,4	3.355	45,6	124	45,8	37.060
	Congo	0	26,8	762	27,2	1.181	27,6	1.624	27,9	0	28,3	0	28,7	3.567
	Costa do Marfim	32	20,9	1.261	21,3	424	21,6	56	22	235	22,3	199	22,5	2.207
	Gana	438	13,7	10.268	14	9.548	14,4	50	14,7	28.944	14,8	692	14,9	49.940
	Guiné	0	17,9	3	18,4	7.350	18,9	319	19,4	1	20	0	20,1	7.673
	Guiné Bissau	0	18,9	0	19,6	3.068	20,2	969	20,5	11	20,7	0	20,8	4.048
	Libéria	1.546	15,6	1.146	15,8	219	16,1	92	16,4	44	16,6	0	16,9	3.047
	Mauritânia	0	35,7	46	36,9	0	38,2	0	39,5	0	39,7	0	40	46
	Nigéria	44.456	30,5	23.377	30,2	597	29,9	6.600	29,6	35.996	29,3	5.290	29	116.316
	Serra Leoa	0	12,6	0	12,7	23.124	12,8	377	13	0	13,1	0	13,3	23.501
	Togo	72	9,5	4	9,8	61	10,1	166	10,5	262	10,8	35	10,9	600
TOTAL (13 Países)		59.770		61.865		47.775		17.462		69.893		6.340		263.105

Tabela 1. (cont.)

África Índica	Quênia	3.188	29,2	74	29,4	0	29,6	0	29,9	35	30,1	13.291	30,1	16.588
	Moçambique	7.430	18,8	1.279	19,3	647	19,8	1.869	20,3	480	20,4	8.739	20,5	20.444
	Somália	3.510	23,3	77.636	23,5	22.572	23,5	6.864	23,5	28.020	23,5	7.536	23,5	146.138
	Tanzânia	4.469	13,1	942	13,6	286	14	270	14,5	0	15	11.563	15,6	17.530
TOTAL (04 Países)		18.597		79.931		23.505		9.003		28.535		41.129		200.700
África Centro Meridional	Djibuti	2.047	48,4	0	47,3	0	47,3	0	47,3	0	47,4	0	47,4	2.047
	TOTAL (01 País)		2.047		0		0		0		0		0	
América Centro Caribenha	Cuba	0	91,7	0	92,2	417	92,7	181	93,1	76	93,2	0	93,2	674
	Haiti	179.379	25,9	340.311	26,3	112.076	26,7	58.809	27,1	27.753	27,4	36.045	27,6	754.373
	República Dominicana	195	82,1	20.851	82,5	7.919	82,5	1.954	83,3	603	83,6	546	84	32.068
TOTAL (03 Países)		179.574		361.162		120.412		60.944		28.432		36.591		787.115
América Norte	Canadá	2	99,8	9	99,8	0	99,8	1	99,8	4	99,8	3	99,8	19
	EUA	15	99,9	42	100	18	100	14	100	14	100	4	100	107
	México	1	82,3	1	83	2	83,7	187	84,4	14	85,1	1	85,2	206
TOTAL (03 Países)		18		52		20		202		32		8		332
TOTAL (02 Países)	Chile	0	97,7	1	98,3	0	98,8	2	99	24	99	0	99,1	27
	Venezuela	0	93	49	93,5	0	94	4	94,4	0	94,4	0	94,4	53
	TOTAL (02 Países)		0		50		0		6		24		0	
Ásia Cen- tro Oriental	China	157	70,8	26	71,9	77	73,1	53	74,2	24	75,4	13	76,5	350
	Japão	0	100	12	100	3	100	8	100	10	100	7	100	40
TOTAL (02 Países)		157		38		80		61		34		20		390
Ásia Meri- dional	Iêmen	300	52,7	31.789	53	0	53,3	0	53,1	0	52,9	0	52,8	32.089
	Irã	0	88,6	1.187	89,3	53	89,6	256	89,9	0	89,9	86	90	1.582
	Iraque	2	83,3	127	84	4.693	84,8	1	85,6	0	85,6	4.965	85,6	9.788
TOTAL (03 Países)		302		33.103		4.746		257		0		5.051		43.459
Ásia Su- deste	Afeganis- tão	2.369	29,3	3.733	29,9	12	30,5	3.957	31,1	45.481	31,8	58.064	31,9	113.616
	Camboja	588	33,6	0	35,4	0	37,2	0	39	0	40,8	0	42,4	588
	Filipinas	33	70,5	120	71,1	1.864	71,8	6	72,5	4.547	73,2	0	73,9	6.570
	Índia	5.155	35,5	0	36,5	0	37,5	6.008	38,5	4.031	39,5	889	39,6	16.083
	Malásia	443	95,4	586	95,7	282	95,9	171	96	189	96	244	96	1.915
	Mianmar	95	76,6	19	78	174	79,4	33	79,5	400	79,5	103	79,6	824
	Nepal	1.790	37,9	12	39,5	34	41,1	0	42,6	993	44,2	80	45,8	2.909
	Paquistão	164	54,8	527	56,5	144	58,3	1.069	60	1.218	61,8	0	63,5	3.122
República Democrática do Laos	237	58,7	0	61,7	0	61,7	0	67,6	0	70,5	0	70,9	237	

Tabela 1. (cont.)

	Tailândia	1.974	93,3	279	93,3	12	93,2	8	93,1	12	93	125	93	2.410
	Vietnã	606	69,7	3	71,4	0	73,1	0	74,7	0	76,3	0	78	609
TOTAL (11 Países)		13.454		5.279		2.522		11.252		56.871		59.505		148.883
Europa Central	Inglaterra	8	99,2	32	99,2	17	99,2	6	99,2	14	99,2	15	99,2	92
	Ucrânia	0	95,6	33	95,7	0	95,8	0	95,8	0	95,9	0	95,9	33
TOTAL (02 Países)		8		65		17		6		14		15		125
Oceania	Austrália	3	100	6	100	5	100	3	100	4	100	2	100	23
	Papua Nova Guiné	8.997	19	1.535	18,9	0	18,9	0	18,9	0	18,9	0	18,9	10.532
TOTAL (02 Países)		9.000		1.541		5		3		4		2		10.555
TOTAL (58 Países)		316.665		588.256		245.335		129.053		215.440		172.308		1.667.057

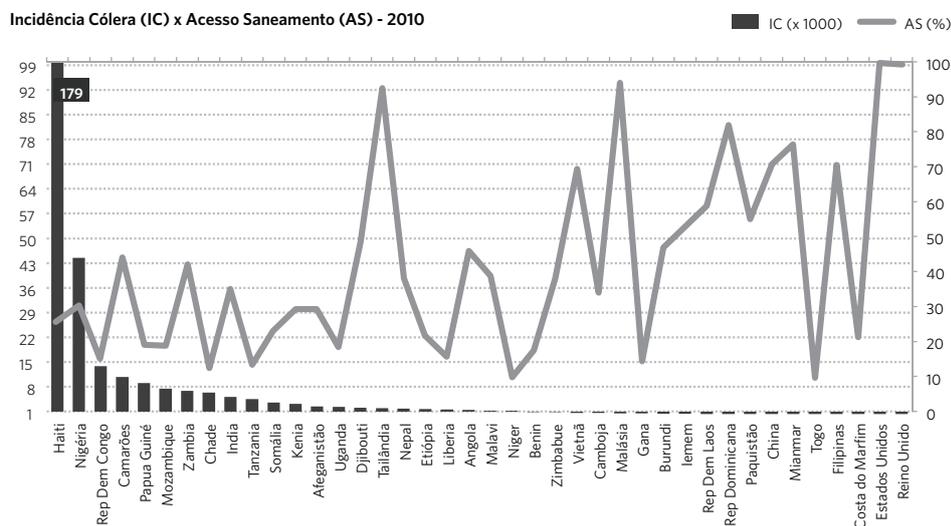
Fonte: Adaptado de WHO²⁵ e World Bank²⁶.

Ano de 2010. Foram registrados 316.665 casos da doença em 43 países, com destaque para a região da América Centro-caribenha, com 179.574 ocorrências, 179.379 dos quais ocorreram no Haiti. A região da África Centro-atlântica apresentou 59.770 casos, com destaque para a Nigéria, com 44.456 casos. Os países da África Central somaram 33.738 acometimentos, dos quais 13.884 foram registrados na República Democrática do Congo. Foram registrados 13.454 casos do Ásia Sudeste, sendo 5.155 somente na Índia, nove mil na Oceania, e 8.977 casos em Papua Nova Guiné (*gráfico 1*).

Quanto ao AS, dos 43 países que registraram casos de cólera, 27 contavam com menos de 50%

de AS, com destaque para o Afeganistão (Ásia Sudeste), Haiti (América Centro-caribenha), Papua Nova Guiné (Oceania), Chade, Etiópia, Níger, Uganda, República Democrática do Congo (África Central). Costa do Marfim, Gana, Libéria e Togo (África Centro-atlântica), Quênia, Moçambique, Somália e Tanzânia registraram níveis inferiores a 30% para este indicador. Nos países com casos de cólera mais expressivos no período analisado (barras aparentes no *gráfico 1*), a relação IC e AS sugere uma relação inversamente proporcional. Com alta incidência de casos e acesso a saneamento aparecem a Tailândia (AS=93,3% e IC=1.974) e Malásia (AS=95,4% e IC=443).

Gráfico 1. Incidência de Cólera (IC) e Acesso ao Saneamento (AS) no ano de 2010



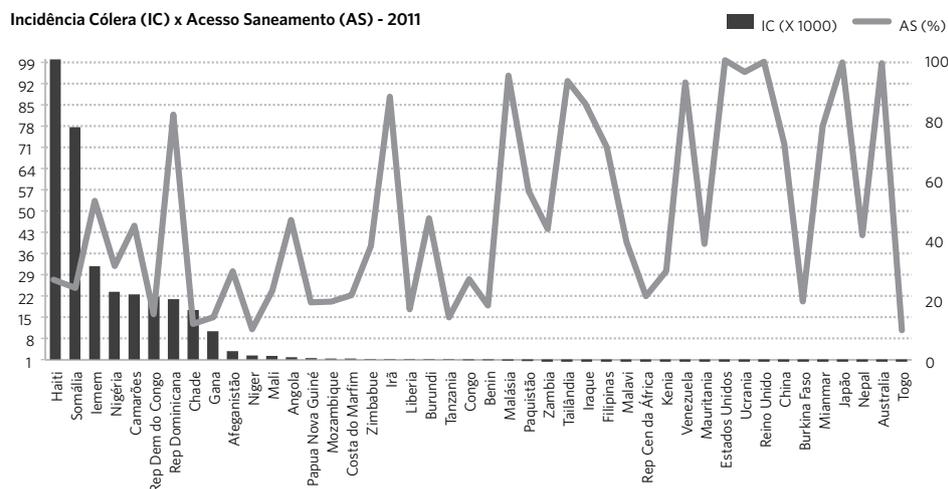
Fonte: Adaptado de WHO²⁵ e World Bank²⁶.

De acordo com os dados da análise de correlação para o período, este índice foi negativo nas regiões da África Central ($r=-0,076$), da África Índica ($r=-0,48$), na América Centro-caribenha ($r=-0,990$), na Ásia Meridional ($r=-0,991$) e na Ásia Central ($r=-0,438$); e foi positiva para as demais regiões, sendo $r=0,29$ na África Centro-atlântica e $r=0,55$ na América do Norte.

Ano de 2011. No ano de 2011, foram registrados 588.262 casos da doença (aumento de 46,17% em comparação com 2010) em 48 países. A região da América Centro-caribenha registrou 361.162 casos, sendo 340.311 no Haiti; a África Índica teve 79.931 acometimentos, sendo 77.636 na Somália. Países da região da África Centro-atlântica registraram 61.865 casos, dos quais 23.377 ocorreram na Nigéria. A África Central com 45.170 registros, sendo 21.700 na República Democrática do Congo. A Ásia Meridional registrou 33.103, e o maior representante foi o Iêmen, com

31.789 ocorrências. Na Ásia Sudeste ocorreram 5.279 casos, sendo 3.733 no Afeganistão, e 1.541 casos foram registrados na região da Oceania, dos quais ocorreram somente em Papua Nova Guiné (*gráfico 2*). Dos 48 países com casos de cólera, 28 registraram AS abaixo de 50%: Afeganistão (Ásia Sudeste), Haiti (América Centro-caribenha), Papua Nova Guiné (Oceania), Burkina Faso, Chade, Málí, Níger, República Centro-africana, República Democrática do Congo (África Central), Benin, Congo, Costa do Marfim, Gana, Guiné, Libéria. Apresentaram AS abaixo de 30% Togo (África Centro-atlântica), Quênia, Moçambique, Somália e Tanzânia (África Índica). A relação entre o IC e o AS sugere o mesmo padrão do ano anterior. Alta incidência e acesso a saneamento foram registrados na Malásia (AS=95,7% e IC=586), na Tailândia (AS=93,3% e IC=279), no Irã (AS=89,3% e IC=20.581) e na República Dominicana (AS=82,1% e IC=20.850).

Gráfico 2. Incidência de Cólera (IC) e Acesso ao Saneamento (AS) no ano de 2011



Fonte: Adaptado de WHO²⁵ e World Bank²⁶.

No que se refere à correlação entre as variáveis, observou-se uma correlação negativa para América Centro-caribenha ($r=-0,996$), Ásia Meridional ($r=-0,986$), e Ásia Sudeste ($r=-0,337$). As demais regiões apresentaram correlação positiva: África Central ($r=0,415$), África Índica ($r=0,194$), América do Norte ($r=0,658$). Entretanto para a África Centro Atlântica não houve correlação.

Ano de 2012. Em 2012, foram notificados 245.335 casos de cólera em 46 países (queda de 47,40% na comparação com 2011). A região da América Centro-caribenha registrou 120.412 ocorrências, sendo 112.076 somente no Haiti; África Centro-atlântica registrou 47.775, sendo 23.124 em Serra Leoa. A região da África Central teve 46.253 notificações, sendo 33.661 somente na República Democrática do Congo; E ainda 23.505 casos na África Índica, sendo 22.572 na Somália; 4.746 na Ásia Meridional, sendo 4.693 no Iraque; Ásia sudeste teve 2.522 registros, sendo 1.864 nas Filipinas. No mesmo período, dos 46 países analisados, 27 não atingiram 50% de AS. Para Haiti (América Centro-caribenha), Burkina Faso, Mali, Níger, República Central-africana, República Democrática do Congo, Uganda (África Central), Gana, Guiné, Guiné-Bissau,

Libéria, Nigéria, Serra Leoa, Togo (África Centro-atlântica), Moçambique, Somália e Tanzânia, o AS ficou abaixo de 30%. A relação entre IC e AS manteve a tendência dos anos anteriores. Malásia (AS=95,9% e IC=282), Cuba (AS=92,7% e IC=417), Iraque (AS=84,8% e IC=4.693) e República Dominicana (AS= 82,5% e IC=7.919) são os casos de países com altos índices de saneamento que registraram ocorrências de cólera.

A correlação entre as variáveis foi negativa para África Central ($r=-0,273$), África Centro-atlântica ($r=-0,405$) e América Centro-caribenha ($r=-0,996$). As outras regiões apresentaram correlação positiva: África Índica ($r=0,167$), América do Norte ($r=0,419$), Ásia Meridional ($r=0,399$) e Ásia Sudeste ($r=0,237$).

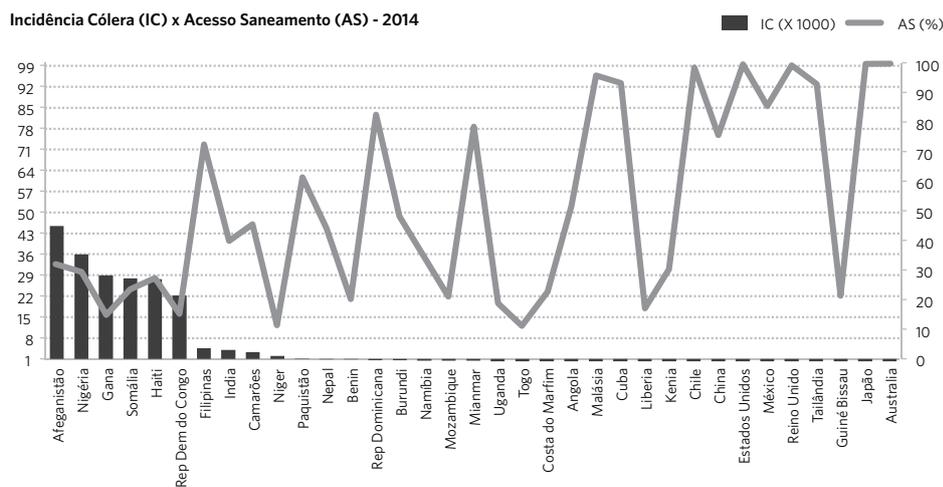
Ano de 2013. Em 2013, registraram-se em 41 países, 129.053 casos de cólera – uma queda de 40,63% em comparação com o ano anterior. A região da América Centro caribenha registrou 60.944 ocorrências, sendo 58.809 somente no Haiti; 29.857 casos na região da África Central, dos quais 26.944 ocorreram na República Democrática do Congo. A África Centro-atlântica registrou 17.462 acometimentos de cólera, sendo 6.600 na Nigéria; A Ásia Sudeste teve 11.252 notificações, sendo 6.008 somente na Índia; e 9.003

casos ocorreram na região da África Índica, sendo 6.894 na Somália. Quanto ao saneamento, dos 41 países com notificação de cólera, 22 apresentaram AS abaixo de 50%. O índice de AS foi inferior a 30%: em alguns países de algumas regiões na África Central (Níger, República Democrática do Congo, Uganda e Mali) na África Centro-atlântica (Togo, Serra Leoa, Gana, Libéria, Benin, Guiné, Guiné-Bissau, Costa do Marfim, Congo e Nigéria); na África Índica (Tanzânia, Moçambique e Somália); e na América Centro-caribenha (Haiti). No tocante à análise entre os indicadores IC e AS, no período de 2013, manteve-se a mesma relação dos três anos anteriores, quando foram registrados altos índices de saneamento e de incidência: Malásia (AS=95,9% e IC=282), Cuba (AS=92,7% e IC=417), Iraque (AS=84,8% e IC=4.693) e República Dominicana (AS= 82,5% e IC=7.919).

A correlação foi negativa na África Central ($r=-0,187$), na América Centro-caribenha ($r=-0,993$), na América do Norte ($r=-0,997$) e no Ásia Sudeste ($r=-0,589$). A correlação positiva foi observada na África Centro-atlântica ($r=0,503$), na África Índica ($r=0,075$) e na Ásia Meridional ($r=0,592$).

Ano de 2014. Foram notificados em 2014 215.440 casos de cólera em 37 países – um aumento de 40,10% em comparação com ano anterior. A região da África Centro-atlântica registrou 69.893 ocorrências, sendo 35.996 na Nigéria; no Ásia Sudeste houve 56.871 ocorrências, sendo 45.481 no Afeganistão; a África Central registrou 31.601 acometimentos, sendo 22.230 na República Democrática do Congo; a África Índica notificou 28.535 casos, sendo 28.020 na Somália; na América Centro-caribenha foram registrados 28.432 casos, sendo 27.753 no Haiti (gráfico 3). Em relação ao AS, dos 37 países analisados, 21 países apresentaram AS abaixo de 50%. Registraram esse índice abaixo de 30% Sudão do Sul, Níger, República Democrática do Congo e Uganda (situados na região da África Central); Togo, Gana, Libéria, Benin, Guiné, Guiné-Bissau, Costa do Marfim e Nigéria (na África Centro-atlântica); Moçambique, Somália (na África Índica) e Haiti (na América Centro-caribenha). Nos países com valores de IC mais expressivos, a relação entre os indicadores manteve tendências anteriores, com AS=83,6% e IC=603, sendo que a República Dominicana registrou valores elevados para os dois indicadores.

Gráfico 3. Incidência de Cólera (IC) e Acesso ao Saneamento (AS) no ano de 2014



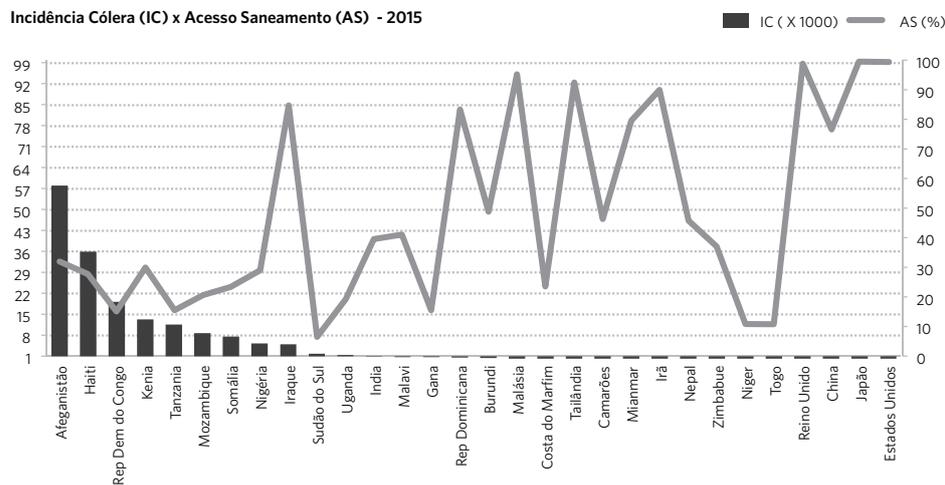
Fonte: Adaptado de WHO²⁵ e World Bank²⁶.

Durante esse período, apenas a região que da África Índica apresentou correlação positiva, com $r=0,13$. Na Ásia Meridional não houve correlação entre os dados, e as demais regiões tiveram correlações negativas: África Central ($r=-0,342$), África Centro-atlântica ($r=-0,06$), América Centro-caribenha ($r=-0,992$), América do Norte ($r=0,489$) e Ásia Sudeste ($r=-0,515$).

Ano de 2015. No último ano de observação, foram registradas 172.308 ocorrências de cólera em 32 países – uma redução de 20,02% de casos em comparação a 2014. A região do Ásia Sudeste registrou o maior número de ocorrências da doença, com 59.505 casos, sendo 58.064 no Afeganistão. A África Índica registrou 41.129 acometimentos, sendo 13.291 no Quênia. A América Centro-caribenha registrou 36.591 casos, sendo 36.045 no Haiti; a região da África Central notificou 23.647

casos, dos quais 19.182 foram registrados na República Democrática do Congo; e a África Centro-atlântica registrou 6.340 acometimentos, sendo 5.290 na Nigéria (*gráfico 4*). Em 2015, 19 dos 32 países analisados registraram menos que 50% de AS. Índices inferiores a 30% de AS foram registrados para Sudão do Sul, Níger, República Democrática do Congo e Uganda (região da África Central); Togo, Gana, Costa do Marfim e Nigéria (região da África Centro-atlântica); Tanzânia, Moçambique, Somália (África Índica); e Haiti (América Centro-caribenha). Entre os países com IC mais expressivos, a relação entre os indicadores, manteve-se mais uma vez dentro do padrão esperado, repetindo a tendência de todos os anos anteriores. Altos índices de saneamento e de incidência foram registrados no Iraque (AS=85,6% e IC=4.965) e na República Dominicana (AS=84 e IC=546).

Gráfico 4. Incidência de Cólera (IC) e Acesso ao Saneamento (AS) no ano de 2015



Fonte: Adaptado de WHO²⁵ e World Bank²⁶.

Por fim, em 2015, as correlações negativas só foram observadas nas regiões da África Central ($r=-0,237$), da América Centro-caribenha ($r=-0,993$), e do Ásia Sudeste ($r=-0,501$). As demais obtiveram correlação positiva: África Centro-atlântica ($r=0,05$), África Índica ($r=0,301$), América do Norte ($r=0,948$) e Ásia Meridional ($r=0,417$).

Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho indicam o quanto o Saneamento Básico é importante e fundamental para a saúde humana. De acordo com Heller²⁸, a relação entre saúde e saneamento é vital no contexto da prevenção de agravos à humanidade. Ainda segundo o autor, a problemática do saneamento encontra-se fortemente associada ao modelo econômico, que exclui os benefícios do desenvolvimento a parcela da população mais vulnerável.

A inacessibilidade a recursos ocasionada pela posição de um grupo abaixo da linha de pobreza, e outro acima, determina a instalação de desigualdades absolutas, enquanto desigualdades dentro de um mesmo grupo social ocasionam desigualdades relativas, as quais, em saúde, podem ser descritas em duas vertentes: (i) aquelas que se referem ao perfil patológico da população, fortemente relacionadas pela organização social e pela inserção do indivíduo na mesma; e (ii) aquelas que se referem à oferta de serviços, que são mais fortemente influenciadas pela política nacional da saúde, as quais poderão ser reduzidas ou eliminadas por meio de sistemas universais²⁹.

A proximidade da relação entre saúde e ambiente traça duas linhas complementares: no olhar da saúde, acaba por valorizar o ambiente como fator determinante de agravos à saúde; e sob a ótica do ambiente, vislumbra as alterações, em si próprio, como agente ativo deste circuito²⁸.

A interatividade entre ambiente e saúde é reforçada quando a doença infecciosa é

considerada emergente ou recorrente, devido à íntima relação entre o meio ambiente e condições de saneamento básico insatisfatórias. Neste contexto, há uma relação diretamente proporcional entre problemas sociais e degradação ambiental e, consequentemente, maior risco do surgimento de doenças infectocontagiosas²⁹.

Os países africanos experimentam historicamente grave vulnerabilidade quanto às doenças infectocontagiosas, principalmente por sua frágil situação socioambiental²⁵. O continente registrou alta incidência em todas as sete pandemias de cólera³⁰. Segundo Mengel et al.³¹, a região apresentou muitas condições agravantes, que influenciaram episódios epidêmicos de cólera, tais como mecanismos impulsores de contaminação inicial, fragilidade de resiliência humana e mecanismos eficientes de propagação do agravo.

Nos períodos analisados no estudo, o continente africano foi a região com a maior interação entre os indicadores analisados: 678.879 casos de cólera (40,7% de todos os casos mundiais), devido a gravíssimos problemas de AS – aproximadamente 86% da população com AS > 50%, e precária disponibilidade de serviços básicos, geralmente em situações de conflito armado, exploração de riquezas e gestão política em decadência³².

Além de todas as formas de transmissão da cólera, a bactéria pode viajar globalmente no intestino de pessoas assintomáticas, o que dificulta a determinação exata dos locais de origem³³. No entanto, segundo Rosen³⁴, os primeiros registros da cólera datam de 400 A.C. a 500 A.C., com origem na Ásia, mais especificamente na Índia, ocorrendo sua propagação em rituais hindus nas águas do Ganges.

Entre os indicadores estabelecidos, os resultados obtidos no continente asiático sugerem uma reflexão de endemismo da patologia, como preconizado por Rosen³⁴, e chamam atenção para a importância da análise de outros indicadores de vulnerabilidade. A região apresentou IC alto (192.760 registros) com cerca de 63% dos países analisados, registrando AS acima de

70% nos anos observados. No entanto, seguindo a tendência mundial, os países que tiveram os índices mais elevados de IC mantiveram baixos índices de AS.

Os países asiáticos, principalmente da parte sul-sudeste, experimentam severos problemas sociais, como conflitos armados, fome, inexistência de sistema de segurança social e de saúde, e administração política precária, o que acaba por agravar a fragilidade do sistema de prevenção, controle e resposta de problemas de saúde coletiva. Ilustrando esta situação, o Iêmen registrou em 2017 cerca de um milhão de casos de cólera²⁵, tornando-se a pior epidemia de cólera já registrada.

O continente americano apresentou 787.890 registros de cólera, perdendo apenas para o continente africano, com AS variando de satisfatório (acima de 70%) a bom (acima de 80%). O Haiti, no entanto, que não apresentou relatos pretéritos, mesmo com surtos reportados na região do Caribe no decorrer do século XIX³⁵, impulsionou a região na majoração do número de casos em todo o período da análise. Proporcionalmente, foi o país com situação mais alarmante em incidência (IC igual a 754.373), especialmente no ano de 2010²⁵, quando foi abalado por um terremoto e um furacão, que acabou por comprometer ainda mais as frágeis condições da população³⁶.

Nos cinco anos analisados, o país em nenhum momento superou o índice de 28% de AS, e experimentou problemas sociais e econômicos graves. Este cenário sugere uma reflexão sobre os surtos que acometeram seu vizinho, a República Dominicana, que apresentou 32.068 casos, apesar de revelar índices satisfatórios de saneamento (média de 83%)²⁵.

Duas hipóteses surgiram para a rápida propagação do surto no Haiti. A primeira delas é o aquecimento global, defendida pelos pesquisadores David Sacks e Rita Colwell^{37,38} e a introdução do vibrião por indivíduos infectados, provenientes de países onde a doença é endêmica, com foco nas tropas da missão de paz das Nações Unidas e em Organizações Não Governamentais^{39,40}. Segundo Orata et

al.⁴¹, a missão da ONU no Haiti contou com a colaboração de soldados provenientes do Nepal. Casos de cólera foram semanas antes da missão⁴², confirmados por Hendriksen et al.³³, por meio de investigação gênica.

Uma vez que a maior parte dos países do continente Oceânico é formada por ilhas, a conectividade populacional torna-se um pouco mais difícil e, conseqüentemente, também a propagação da doença. No entanto, a região apresentou IC=10.541, sendo que 98% dos casos foram registrados na Papua Nova Guiné, onde o índice de AS foi inferior a 20% em todos os anos de observação. No restante dos países, o AS se manteve quantitativamente em níveis satisfatórios (AS>75% em todo o período analisado).

As nações europeias não apareceram no total de registro geral da ocorrência de cólera apresentados no presente estudo. A região apresentou condições sanitárias adequadas no que se refere ao acesso à água potável e ao esgotamento sanitário. Segundo a OMS²⁵, os 144 registros se deram em função de casos importados – exposição em viagens a locais onde a doença ocorre endemicamente ou por contágio com visitantes estrangeiros.

Quanto às análises de correlação realizadas ao longo de todo o período, os índices apresentaram-se majoritariamente negativos, mostrando a relação entre a cólera e as questões sanitárias.

Entretanto, correlações negativas foram observadas durante o período de 2014 a 2016 na região da América do Norte, que apresentou AS= 95% e IC= 234. Este fato sugere uma reflexão sobre atribuir a incidência da doença exclusivamente a problemas derivados da questão sanitária da região, fomentando uma significância a outros fatores socioambientais na tentativa de gerar uma visão complexa e mais ampla do problema.

Quando a correlação foi positiva, observamos que esta foi impulsionada pela ausência de casos registrados da doença, ou por serem consideravelmente inferiores aos demais países da região em relação ao índice de saneamento oferecido.

As regiões da África Centro-meridional, América do Sul, Ásia Centro-oriental, Europa Central e Oceania não tiveram correlações calculadas por estarem agrupadas em menos de três países cada.

Considerações finais

Ações em melhorias de esgotamento sanitário, qualidade e quantidade de águas servidas, assim como boas práticas de higiene têm-se mantido como medidas eficazes no controle e na prevenção do agravamento em todo o mundo. Nota-se, todavia, que, para uma parte da população mundial, a o acesso aos serviços de saneamento básico ainda é um privilégio, principalmente nos países em desenvolvimento, o que acaba por aumentar a vulnerabilidade a surtos e, assim, aumentar gastos financeiros em ações corretivas de controle da doença. As ações epidemiológicas de controle da cólera não devem ser pautadas somente no saneamento: outros fatores socioambientais podem surgir como explicação – ou elemento sinérgico – da incidência em regiões que apresentam saneamento satisfatório – por exemplo, processos migratórios, contaminação via água de lastro, eventos climáticos, proximidade com regiões endêmico-epidêmicas, entre outros. Assim sendo, ações de prevenção, monitoramento e resposta devem abranger uma análise ampla em determinantes ambientais, direcionada para a realidade de cada região.

Outro fator importante na construção de

planos de prevenção e resposta para todas as doenças infecciosas é o mapeamento das incidências e o estabelecimento de relações com determinantes ambientais associativos, e, conseqüentemente, a construção de metodologias de regionalização para ordenação de investimentos em ações de vigilância.

Por fim, ficou evidente a relação entre condições de AS e a qualidade desse serviço e a incidência da patologia, que extrapola para a maioria das doenças infectocontagiosas. Na grande maioria dos casos, existe uma relação íntima entre AS e incidência da doença, mas a relação entre os indicadores deve ser observada com cuidado, e sempre de forma criteriosa, avaliando as individualidades de cada espaço geográfico, e lançando mão de outras variáveis para a construção de um melhor diagnóstico do problema.

Assim sendo, a análise destes indicadores se configura de maneira geral, como uma ferramenta essencial e eficaz na elaboração de medidas de vigilância epidemiológica da cólera.

Colaboradores

Silva ES (0000-0003-1271-947X)* foi idealizador do artigo, escreveu a introdução e a metodologia, e analisou e escreveu os resultados, além da discussão. Oliveira DD (0000-0003-1771-1645)* fez as análises dos resultados, escreveu a conclusão, resumo e *abstract*. Lopes AP (0000-0002-3051-4550)* realizou a busca e organização de dados referentes ao AS e ao IC. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. World Health Organization. Water, Sanitation and Hygiene Link to Health. Genebra: WHO; 2004.
2. Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Lei de diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. Diário Oficial da União. 11 Jan 2007.
3. Razzolini MTP, Günther WMR. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. *Saúde Soc.* 2008; 17(1): 21-32.
4. Neri MC. *Trata Brasil: Saneamento e Saúde*, 2007. Rio de Janeiro: FGV;IBRE; 2008.
5. World Health Organization. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. Genève: WHO; 2006.
6. Kosek M, Bern C, Guerrant RL. The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000. 2003. *Bull World Health Organ.* 2003; 81(3):197-204.
7. Mathers CD, Lopez AD, Murray CJL. The burden of disease and mortality by condition: data, methods, and results for 2001. 2006. In: Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, et al., editores. *Global burden of disease and risk factors*. New York: Oxford University Press. 2006. p.45-240.
8. Feachem RG, Bradley DJ, Garelick H, et al. *Sanitation and disease. Health aspects of wastewater and excreta management*. Chichester: John Wiley & Sons; 1983.
9. Daniel LA, Brandão CSS, Guimarães JR, et al. Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. 2001. Rio de Janeiro: RiMa; ABES; 2001.
10. Waddington H, Snilstveit B. Effectiveness and sustainability of water, sanitation, and hygiene interventions in combating diarrhea. *Journal Dev Effect.* 2000; (1):295-335.
11. Carvalho AI. Determinantes sociais, econômicos e ambientais da saúde. In: Fundação Oswaldo Cruz. *A saúde no Brasil em 2030 - prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro: população e perfil sanitário*. Rio de Janeiro: Fiocruz; Ipea; Ministério da Saúde; Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República; 2013. p. 19-38. Volume 2.
12. Organização Pan-Americana da Saúde. *Saúde nas Américas: 2007*. Washington, DF: Opas; 2007.
13. Silveira DR, Milan C, Rosa JV, et al. Fatores de patogenicidade de *Vibrio* spp. de importância em doenças transmitidas por alimentos. *Arq. Inst. Biol.* 2016; 83:1-7.
14. Bratlet DH, Azam F. Chitin: Cholerae and competence. *Sci. New York.* 2005; 310(5755):1824-7.
15. Campos LC, Ferreira EO. *Vibrio Cholerae*. In: *Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Microbiologia*. 5. ed. São Paulo: Atheneu; 2008. p. 347-354.
16. Martinelli JEM. A associação entre o zooplâncton e o *Vibrio cholerae* no complexo estuarino de Santos – Bertioga e plataforma adjacente [dissertação]. Universidade de São Paulo; 2007. 151 p.
17. Mai UEH, Shahamat M, Colwell RR. Survival of *Helicobacter pylori* in the aquatic environment. In: Menge H, Gregor M, Tytgat GNJ, et al, editores. *Helicobacter pylori 1990*. Heidelberg: Springer; 1991. p. 91-94.
18. Altug G, Gurun S, Cardak M, et al. The occurrence of pathogenic bacteria in some ship's ballast water incoming from various marine regions to the Sea of Marmara, Turkey. *Mar Environ Res.* 2012; 81:35-42.
19. Figueiredo SCA, Neves-Borges AC, Coelho A. The Neuraminidase gene is present in the non-toxicogenic *Vibrio cholerae* Amazonia strain: a different allele in comparison to the pandemic strains. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 2005; 100(6):563-569.
20. Rivera IN, Chun J, Huq A, et al. Genotypes associa-

- ted with virulence in environmental isolates of *Vibrio cholerae*. 2001. *Appl Environ Microbiol.* 67(6):2421-9.
21. Bennish MI. Cholerae: Pathophysiology, clinical feature. 1994. In: Waschsmuth Ik, Blake Pa, Olsvik. *Vibrio cholerae and cholerae: molecular to global perspectives.* Am. Soc. Microb. 1994; (15):229-256.
 22. Silva ES, Viana CM, Rivera ING, et al. Verificação de *V. cholerae* em águas portuárias da cidade do Rio de Janeiro, Brasil: um ensaio metodológico. 2015. *Vig. Sanit. Debate.* 4(1):13-19.
 23. Teixeira JC, Oliveira GS, Viali AM, et al. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. *Eng. Sanit. Amb.* 2014; 19(1):87-96.
 24. Medronho RA, Werneck GL, Perez MA. Distribuição das doenças no Espaço e Tempo. In: Medronho RA, Bloch KV, Luiz RB; et al. *Epidemiologia.* 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2009. p. 83-102.
 25. World Health Organization. Cholerae: Number of reported cases [internet]. Genebra; 2017 [acesso em 2018 dez 31]. Disponível em: http://gamapserv.who.int/gho/interactive_charts/cholera/atlas.html.
 26. World Bank. Data Bank and Databases [internet]. [acesso em 2018 dez 6]. Disponível em: <http://data-bank.worldbank.org/>.
 27. Boueri R, Costa MA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Brasil em Desenvolvimento 2013: estado, planejamento e políticas públicas.* 2013. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2013.
 28. Heller L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. *Ciênc. Saúde Colet.* 1998; 3(2):73-84.
 29. Barata RCB. O desafio das doenças emergentes e a revalorização da epidemiologia descritiva. *Rev. Sau Publ.* 1997; 31(5):531-537.
 30. Hérnandez-Flórez CE, Cáceres-Manrique FM. Cólera se aproxima uma nueva pandemia. *Méd. UIS.* 2014; 27(2):97-83.
 31. Mengel MA, Delrieu I, Heyerdahl L, et al. Cholera Outbreaks in Africa. In: Nair G, Takeda Y, editores. *Cholera Outbreaks. Current Topics in Microbiology and Immunology.* Heidelberg: Springer; 2014.
 32. Gallo F. O silencioso drama da República Democrática do Congo: Narrativas de refúgio em São Paulo. *Hades-Unifesp.* 2017; (1):1-24.
 33. Hendriksen RS, Price LB, Schupp JM, et al. Population genetics of *Vibrio cholerae* from Nepal in 2010: Evidence on the origin of the Haitian outbreak. *Micro Jour.* 2011; 2(4):1-9.
 34. Rosen G. *Uma História da Saúde Pública.* 2. ed. São Paulo: Unesp; 2000.
 35. Ministeré de La Santé Publique et de La Population. *Rapport journalier* [internet]. Paris; 2014. [acesso em 2019 jan 28]. Disponível em: http://mspp.gouv.ht/site/downloads/Rapport%20Web_07.01_Avec_Courbes_Departementales.pdf.
 36. USA. United States Geological Survey Magnitude 7.0 - Haiti region [internet]. Denver: USGS Earthquake Hazards Program; 2010. [acesso em 2019 fev 1]. Disponível em: https://strongmotioncenter.org/NCES-MD/data/haitiregion_12jan2010/eqinfo.htm.
 37. Knox R. Earthquake not to blame for the cholera outbreak in Haiti [internet]. National Public Radio. 2010 out 26. [acesso em 2019 jan 28]. Disponível em: <http://www.npr.org/blogs/health/2010/10/26/130832317/earthquake-had-nothing-to-do-with-cholera-outbreak-haiti>.
 38. Parker AA. Cholera in Haiti - The Climate connection. *Circle of Blue Water news.* 2010 nov 11. [acesso em 2019 mar 3]. Disponível em: <http://www.circleofblue.org/waternews/2010/world/hold-cholera-in-haiti-the-climate-connection/>.
 39. Walker S. Haiti: A year in reports. *Al Jazeera English.* 2011 set 14. [acesso em 2019 out 16]. Disponível em: <https://www.aljazeera.com/programmes/aljazeera->

- correspondent/2011/09/2011913144553324479.html.
40. Katz JM. UN probes base as a source of Haiti cholera outbreak [internet]. Associated Press. 2010 out 28. [acesso em 2019 fev 28]. Disponível em: <http://www.thejakartapost.com/news/2010/10/28/un-probes-base-source-haiti-choleraoutbreak.html>.
41. Orata FD, Keim OS, Boucher Y. The 2010 Cholera Outbreak in Haiti: How Science Solved a Controversy [internet]. PLoS Pathogens. 2010 abr 3. [acesso em 2019 fev 28]. Disponível em: <https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1003967>.
42. Maharjan L. Cholera outbreak looms over capital [internet]. The Himalayan Times. 2010 mar 29. [acesso em 2019 jan 5]. Disponível em <http://www.thehimalayantimes.com/fullNews.php?headline=Cholera+outbreak+looms+over+capital&NewsID=258974>.

Recebido em 13/03/2019
Aprovado em 16/09/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Escala de apego à moradia em área de risco: construção e evidências baseadas no conteúdo

Hazardous housing attachment scale: construction and evidence based on content

Roberta Borghetti Alves¹, Ariane Kuhnen², Roberto Moraes Cruz²

DOI: 10.1590/0103-11042019S310

RESUMO A pesquisa visou construir uma escala de apego à moradia em área de risco e buscou evidências de validade baseada no conteúdo dos itens. Para a sua construção, utilizou-se o modelo tripartite de Scannell e Gifford, o qual entendem que o apego ao lugar é formado pelos fatores pessoa, lugar e processo psicológico. Foram elaboradas 68 afirmativas de autorrelato em uma escala tipo Likert de 5 pontos, na qual se realizou a análise de juízes por 7 pós-graduandos da área e a análise semântica por 30 pessoas que residiam em área suscetível à ocorrência de enchente e/ou deslizamento. Para a análise de juízes, utilizou-se a Razão de Validade de Conteúdo em que 36 itens foram considerados como relevantes (RVC=1,0); e 32, como irrelevantes (RVC= -0,42 a -0,14), sendo estes excluídos. Já na análise semântica, 35 itens foram avaliados como claros, e em 1 foi alterada a escrita. Três foram excluídos por não representar características da população ou tender o resultado. A escala preliminar obteve 33 itens com evidências de validade baseada no conteúdo itens. Identificaram-se fragilidades no modelo teórico tripartite utilizado para entendimento do construto de modo a necessitar sua testagem empírica. Sugerem-se estudos que busquem outras evidências de validade e indícios de precisão.

PALAVRAS-CHAVE Afeto. Psicometria. Psicologia ambiental. Reprodutibilidade dos testes. Habitação.

ABSTRACT *The research aimed to build a hazardous housing attachment scale and sought evidence of validity based on the content of the items. For its construction, it used the tripartite model of Scannell and Gifford, who understand that attachment to a place is formed by the factors: person, place, and psychological process. Sixty-eight self-reported statements were elaborated on a five-point Likert scale, where the analysis of judges by seven postgraduates of the field and the semantic analysis by thirty people residing in an area susceptible to flooding and/or landslides. For the analysis of judges, we used the Content Validity Ratio where 36 items were considered as relevant (RVC = 1.0) and 32 as irrelevant (RVC = -0.42 to -0.14), which were excluded. In the semantic analysis, 35 items were evaluated as clear and in one the writing was altered. Three were excluded because they did not represent population characteristics or tend the result. The preliminary scale obtained 33 items with evidence of validity based on content items. Weaknesses were identified in the tripartite theoretical model and used to understand the construct in a way that it requires its empirical testing. Studies are suggested that seek other evidence of validity and evidence of accuracy.*

KEYWORDS *Affect. Psychometrics. Environmental psychology. Reproducibility of results. Housing.*

¹Universidade do Vale do Itajaí (Univali) - Itajaí (SC), Brasil.
roberta_alves@univali.br

²Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis (SC), Brasil.



Introdução

Em janeiro de 2010, na Região Serrana do Rio de Janeiro, ocorreu um dos maiores deslizamentos do Brasil¹. Moradores fugiam e escondiam-se em uma mata enquanto chegavam os helicópteros que traziam os mantimentos. Neles, pairava o temor de serem removidos de suas moradias². Profissionais que atuavam na Defesa Civil, naquele momento, alertavam as pessoas a deixarem as suas residências devido ao risco de acidentes fatais, mas elas permaneciam na moradia. Essas situações ocorrem diversas vezes no País. Jornais e noticiários trazem reportagens sobre pessoas que quiseram permanecer na casa após algum desastre. No debate sobre essa temática, o discurso técnico confronta-se com as práticas cotidianas das pessoas que residem em áreas suscetíveis à ocorrência de desastres, consideradas como áreas de risco.

Avalia-se como área de risco quando há a probabilidade de um determinado fenômeno climático oferecer perigo às pessoas e aos lugares que residem, os quais apresentam irregularidades para sua ocupação, tais como: ausência de saneamento básico, acúmulo de lixo, moradia localizada perto de encosta ou margem do rio³. A relação entre essas características contribui para suscetibilidade ao desastre. Neste trabalho, o termo utilizado para desastre natural será desastre socioambiental, por entender que há um conjunto de fatores que contribuem para sua ocorrência, desde a vulnerabilidade da população⁴, até a ocupação humana do ambiente, o material utilizado para a construção da moradia, a gestão integral do risco municipal, entre outros.

Dessa forma, compreende-se o desastre socioambiental como o impacto causado por fenômenos naturais extremos ou intensos (seca, enchentes, entre outros) sobre um sistema social, que ocasiona prejuízos que excedem a capacidade de a comunidade atingida lidar com tal desastre⁵. Esse desastre afeta muitas pessoas e traz diversos impactos, seja sob o aspecto dos danos físicos sofridos, seja por perdas materiais, ou, ainda, pelos danos psicológicos diante das perdas vivenciadas⁶, de modo a ser

compreendido dentro de um contexto social, político e econômico no qual ele ocorre⁷.

Diante do debate acerca das áreas de risco, as pessoas que residem nesses locais são trazidas à tona. Tal população cria vínculos, associa histórias e momentos com a moradia, de modo a apegar-se a esse lugar e, assim, colocar o risco como plano secundário em suas vidas⁸. O apego ao lugar é um objeto de estudo complexo da Psicologia Ambiental, subárea da Psicologia que estuda as interações entre a pessoa e o ambiente⁹.

Nesta pesquisa, compreende-se o referido construto por meio do modelo teórico tripartite proposto por Scannell e Gifford¹⁰ que parte da premissa que o apego ao lugar é um fenômeno multifacetado. Ele é formado pelo vínculo de uma pessoa ou de um grupo com o lugar e pode variar em termos de especificidade, nível espacial e características físicas e/ou sociais⁹. O apego ao lugar passa a ser entendido como um fenômeno formado pela pessoa, a qual tem o apego, o lugar que é o local onde foi estabelecido o vínculo e o processo psicológico que seria a manifestação deste apego¹⁰. A dimensão pessoa passa a ser entendida a partir dos aspectos culturais/grupais e aspectos individuais. O lugar parte de suas características físicas e sociais. Ademais, o processo psicológico será expresso por meio dos aspectos afetivos, cognitivos e comportamentais.

Diante da delimitação do apego ao lugar, salienta-se a importância de haver em âmbito nacional uma medida para mensurá-lo. A existência de tal medida poderia favorecer a avaliação do modelo teórico, realizar testes empíricos de hipóteses, assim como obter respostas ante a população que reside em área de risco, avaliar a efetividade ou propor intervenções diante dos escores dos participantes¹¹. Para que o instrumento possa ser utilizado, precisa haver evidências de validade e precisão. Uma das primeiras fontes de informação da validade baseia-se no conteúdo dos itens. Nesse tipo de evidência, analisa-se o conteúdo das afirmações de modo a verificar se há representatividade das características e dos comportamentos que são apresentados no modelo teórico do construto por meio da análise de pesquisadores experientes na área, assim

como analisa-se a clareza dos itens na perspectiva da população-alvo do instrumento¹².

Diante do que foi salientado, a fim de comprovar a relevância científica desta pesquisa, realizou uma pesquisa nos últimos dez anos nos Portais Biblioteca Virtual de Psicologia e Capes com os descritores ‘apego ao lugar’, ‘instrumento de medida’, ‘escala’, ‘inventário’, ‘validade’, ‘confiabilidade’ e suas respectivas terminologias em inglês, a fim de verificar a produção científica atual dedicada aos instrumentos de apego ao lugar. Encontram-se somente dois estudos internacionais que elaboraram uma escala de apego ao lugar e relataram a evidência baseada no conteúdo dos itens. No entanto, nenhum deles utilizou o modelo teórico tripartite deste estudo. Dessa forma, ressalta-se a importância desta pesquisa, bem como a necessidade de serem construídos instrumentos de medida sobre o apego com evidência de validade e adequados ao contexto sociocultural do Brasil. Além disso, a publicação desta pesquisa contribui para os pesquisadores que almejam construir escalas com evidências de validade de conteúdo e que não têm conhecimento das etapas a serem realizadas. Dadas essas considerações, este estudo objetivou construir uma escala de apego à moradia em área de risco, assim como buscou evidências baseadas no conteúdo dos itens de modo que tais afirmações tivessem uma equivalência semântica e contextual.

Métodos

Delineamento

Considerou-se esta pesquisa de natureza aplicada, pois visou produzir conhecimento científico com a finalidade de aplicação imediata¹³. Foi construída uma escala voltada ao apego à moradia de pessoas que residem em área de risco em que se buscou evidências de validade de conteúdo do instrumento. Esta pesquisa caracterizou-se como descritiva. O construto foi observado de modo indireto por meio de

pesquisa teórica e de campo¹⁴, na qual foi realizada a análise de juízes e análise semântica dos itens da escala com pessoas que residem em área de risco. Para a construção dos itens da escala e para a análise semântica, adotou-se uma análise qualitativa; e para avaliar a concordância dos juízes, foram aplicados procedimentos de estatística descritiva¹⁵. Abaixo, segue a descrição utilizada para a elaboração da escala.

Procedimentos teóricos para elaboração da escala

O processo de elaboração do instrumento foi caracterizado como circular e que envolveu diferentes etapas. A fim de clarificar todas as etapas, foi realizada uma divisão, unicamente pedagógica, a fim de visualizar e sistematizar o método de trabalho¹⁶. Para tal elaboração, foram seguidos os passos recomendados por Pasquali¹⁷. O primeiro deles foi a delimitação do construto, como visto a seguir:

1^a) etapa – definição do construto, na qual se realizou o detalhamento sobre o fenômeno apego ao lugar¹⁶ por meio do modelo teórico tripartite de Scannell e Gifford¹⁰. 2^a) Delimitação do universo de fenômeno, na qual foram descritas as características do construto, por meio das dimensões do construto, sendo elas: a pessoa, o lugar e o processo psicológico. A dimensão pessoa subdivide-se em aspectos culturais/grupais e aspectos individuais. A dimensão lugar subdivide-se nas subdimensões física e o social. A dimensão de processos psicológicos subdivide-se nas facetas afetiva, cognitiva e comportamental. 3^a) Definição da representatividade de construto, em que se delimitou a proporção com que cada dimensão será representada na escala de modo que foram elaborados, no mínimo, 20 itens para cada fator, sendo eles: a pessoa, o lugar e o processo psicológico. 4^a) Elaboração de um quadro de especificação, em que deveria constar o construto com suas respectivas dimensionalidades e características¹⁷, conforme pode ser evidenciado no *quadro 1*. Tal quadro contribuiu para que os pesquisadores elaborassem os itens de acordo com as características do construto.

Quadro 1. Síntese do modelo teórico tripartite de Scannell e Gifford

Construto	Dimensão	Subdimensões	Características
Apego ao lugar	Pessoa	Aspectos Individuais	Experiências, realizações pessoais, marcos, metas.
		Aspectos Culturais/Grupais	Valores, aspecto religioso, cultural, familiar, rituais.
	Lugar	Físico	Características físicas, aspectos simbólicos do lugar.
		Social	Área social do lugar, laços sociais, interação social, vizinhança.
	Processo Psicológico	Afeto	Felicidade, orgulho, amor, medo, contentamento e ambivalência.
		Cognição	Memória, conhecimento, pensamento e crenças. Proximidade, manutenção, reconstrução do lugar e desejo de permanecer no lugar.

Fonte: Scannell e Gifford¹⁰.

5^a) Construção do instrumento: elaboraram-se os itens que representaram os atributos do construto. A construção dos itens seguiu os critérios propostos por Pasquali¹⁸:

a) Critério comportamental: os itens descrevem o comportamento em si, e não o construto. b) Desejabilidade: os itens não sugerem ou dão a entender ao participante respostas certas ou erradas; c) Simplicidade: os itens buscaram ser escritos de forma clara, de modo a evitar ambiguidade, assim como apresentaram apenas uma característica do construto d) Clareza: as afirmações buscaram ser entendidas pelos diferentes estratos de escolaridade dos participantes; e) Relevância: todo item foi construído com base no conhecimento científico de modo a atender ao foco da pesquisa; f) Precisão: cada item tentou mensurar de forma precisa o comportamento investigado; g) Variedade: os itens elaborados buscaram evitar a monotonia e a tendenciosidade de quem irá respondê-los.

No que consiste às dimensões do construto, Pasquali¹⁸ propõe dois critérios:

a) Amplitude: o conjunto de itens referentes a uma dimensão buscou representar todas as características desse atributo; b) Equilíbrio: os itens que contemplaram cada dimensão foram elaborados com diferentes níveis de dificuldade.

Procedimentos empíricos

ANÁLISE DE JUÍZES

Após a elaboração dos itens, a escala foi submetida à análise de juízes, a qual se referia à avaliação dos itens por pesquisadores ou profissionais que possuíam conhecimento, no que concerne à Psicometria, à elaboração de instrumento de medida¹⁸ e ao fenômeno de mensuração. Neste estudo, foram convidados sete estudantes de um Programa de Pós-Graduação do Curso de Psicologia de uma Universidade Federal do Sul, dos quais quatro faziam parte de um Laboratório de Psicologia Ambiental e possuíam conhecimento acerca do objeto de estudo, e três integravam um Laboratório que possuía experiência em construção de instrumentos de medida.

Para os juízes, foi enviado um documento em Word® via *e-mail*, para que pudessem efetuar a análise em seu tempo e local de preferência. Ele continha a definição do construto apego ao lugar, adotada nesta pesquisa, acompanhada da definição de cada uma das três dimensões e de suas respectivas subdimensões. Posteriormente, havia uma tabela contendo os 68 itens elaborados

e randomicamente ordenados. Nela havia os itens, os cinco pontos da escala tipo Likert, uma coluna para colocar o nome da referida dimensão e subdimensões, outra coluna para avaliar item e, por fim, a última coluna, que foi intitulada ‘observações’, a fim de que os juízes pudessem dar sugestões de melhoria, tanto para o item quanto para o formato da escala. Na coluna voltada à avaliação do item, os avaliadores tiveram que assinalar uma das categorias, ‘se o item era essencial’ enquanto mensuração do fenômeno, ‘útil, porém não essencial’ ou ‘não necessário’¹⁹.

Nessa etapa, buscou-se verificar a pertinência de cada item na mensuração do construto, correspondência da afirmação à dimensionalidade proposta e clareza das informações. Nessa análise, investigou-se primeiramente a Razão de Validade de Conteúdo (RVC) de modo a verificar a quantidade de concordância observada pelos juízes quanto à pertinência deles. Como se tratava de sete juízes, adotou-se o valor mínimo da RVC de 0,99²⁰ a fim de que tal concordância não ocorresse por acaso. Depois dessa análise, verificou-se o Kappa de Cohen (k) de modo a identificar a magnitude da concordância dos juízes sobre as dimensões e subdimensões do construto. A referida análise avalia o grau de acordo e, conseqüentemente, a confiabilidade da classificação. O resultado de Kappa varia de -1 a 1, sendo este analisado da seguinte maneira: $k < 0$: indica que não houve concordância entre os juízes; $0 \leq k < 0,21$: ínfima concordância; $0,21 \leq k < 0,41$: fraca; $0,41 \leq k < 0,61$: moderada; $0,61 \leq k < 0,81$: substancial; $0,81 \leq k \leq 1,00$: quase perfeita²¹. Entre as possibilidades de índices de acordo interjuízes, o coeficiente Kappa de Cohen tem sido um dos mais utilizados na literatura, pois considera a probabilidade de haver concordância ao acaso para diminuir o valor obtido²².

ANÁLISE SEMÂNTICA

Após a análise de juízes, foi realizada a análise semântica por pessoas que compunham a população-alvo do instrumento de medida.

Com essa análise, buscou-se verificar a clareza dos itens para que pessoas com menor grau de escolaridade consigam compreender o instrumento. Para tanto, a escolha dos participantes foi do tipo intencional, composta por procedimento não probabilístico, uma vez que foram estabelecidos critérios de inclusão para os participantes²³. Destacam-se os critérios: a) morar em uma área considerada de muito alto, alto ou médio risco considerado pelo Serviço Geológico do País; b) possuir a idade mínima de 18 anos no momento da coleta de dados, pois os sujeitos menores estão sob a tutela legal dos pais, e podem não ter autonomia e/ou independência (financeira) suficiente para decidirem o lugar para morar. Ressalta-se que, nesta pesquisa, não houve preferência entre sujeitos casados e solteiros, homens ou mulheres, pois, de acordo com Ruiz, Villodres e Vilela²⁴, ambos são suscetíveis ao apego ao lugar. Foi pesquisado um participante por moradia, de modo a aplicar a escala com quem estivesse presente no momento da coleta de dados.

Inicialmente, foi explicada a pesquisa; em seguida, mediante o aceite e assinatura em duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), a escala foi aplicada na moradia do participante. Os pesquisadores colocaram-se à disposição para realizar a leitura e o preenchimento da escala caso fosse de interesse do participante. Nessa etapa, foi solicitado aos participantes o *feedback* acerca da clareza e da compreensão das instruções, do conteúdo dos itens e da escala apresentada²³. Além disso, foi avaliado se as respostas dos participantes davam efeito teto ou efeito chão, ou seja, se as respostas tendiam no mínimo 80% para um ponto extremo (concordo totalmente ou discordo totalmente). Para isso, foi realizada a análise da média e da porcentagem de respostas por cada item. Esta análise contribui para verificação de itens não discriminatórios, assim como para avaliar o entendimento da população perante o tipo de escala utilizada.

Desse modo, participaram da análise semântica 30 pessoas que residem em área de muito alto e alto risco pertencentes à cidade de

Brusque e Itajaí, localizadas na Região do Vale do Itajaí, Santa Catarina. Em ambas as cidades, o Serviço Geológico do País conta com o auxílio da Defesa Civil e do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (Ceped) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), os quais já haviam realizado o mapeamento das principais áreas de risco, o que contribuiu para a realização desta pesquisa.

CUIDADOS ÉTICOS

Salienta-se que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFSC (CAAE: 64632016.4.0000.0121). Os participantes da análise semântica, além de assinarem o TCLE, foram informados quanto ao anonimato dos dados, ao aspecto voluntário de sua participação, aos riscos e aos benefícios da pesquisa, bem como sobre a possibilidade de desistência em qualquer momento da pesquisa.

Resultados

Foi elaborada uma escala de apego à moradia em área de risco com 68 itens, que indicaram afirmativas de autorrelato que deveriam ser

respondidas em uma escala tipo Likert de 5 pontos, indo do 1-Discordo totalmente ao 5-Concordo totalmente. Buscou-se elaborar, no mínimo, 20 itens para cada fator¹⁸ a fim de haver uma ampla representatividade dos atributos do construto. Desse modo, foram criados: 21 itens para dimensão lugar, sendo 13 itens voltados às características físicas, e 8, para as sociais; 22 itens para a dimensão pessoa, sendo 10 para os aspectos pessoais e 12 para as características culturais; e 25 itens para a dimensão processo psicológico, dos quais 10 itens se referiram à cognição, 9, ao comportamento, e 6, ao afeto.

Análise dos juízes

Os juízes analisaram o conteúdo dos itens e a dimensão e a subdimensão que se enquadravam. Inicialmente, foi verificada a RVC entre os juízes, ou seja, o quão importante e essencial era o item para mensuração do construto e para a escala. Adotou-se o critério de valor mínimo de RVC de 0,9919. Abaixo, segue o *quadro 2* em que constam primeiramente a dimensão e a subdimensão de cada afirmação da escala apego ao lugar, o item em si e resultado de seu RVC.

Quadro 2. Índice de RVC entre os juízes de acordo com a dimensão e subdimensão do apego ao lugar

Dimensão: Subdimensão	Número do Item	RVC
Pessoa: aspectos individuais	EAM 4- Moro nessa casa para não depender financeiramente de outras pessoas.	-0,14
	EAM 10- Me sinto independente morando nessa casa.	-0,14
	EAM 12- Esta é a única casa que tenho para morar	-0,14
	EAM 25- Essa casa foi onde construí uma família	1,0
	EAM 42- Para mim, ter esta casa é a realização de um sonho.	1,0
	EAM 45- Moro nessa casa para não pagar aluguel.	-0,14
	EAM 57- Essa casa é o único bem que tenho.	1,0
	EAM 62- Moro nessa casa porque consigo pagar as despesas.	-0,14
	EAM 63- Esta foi minha primeira casa própria	1,0
	EAM 68- Essa casa foi um sonho que se realizou.	-0,14

Quadro 2. (cont.)

Pessoa: aspectos culturais	EAM 8- Durante a enchente ou o deslizamento ajudamos uns aos outros.	1,0
	EAM 13- É meu destino morar nessa casa.	1,0
	EAM 15- Avisamos uns aos outros quando a água é cortada.	1,0
	EAM 17- As pessoas que moram comigo acreditam que devemos permanecer aqui.	-0,14
	EAM 28- Deus protege minha casa.	-0,42
	EAM 31- Temos o costume de ajudar uns aos outros quando ocorre enchente ou deslizamento.	-0,42
	EAM 33- Essa casa é um presente de Deus.	1,0
	EAM 35- Avisamos uns aos outros quando a Defesa Civil chega ao bairro.	-0,14
	EAM 43- Cuidamos uns das casas dos outros.	-0,14
	EAM 51- Deus me deu forças para reconstruir a minha casa.	1,0
	EAM 54- Posso praticar minha religião em minha casa.	-0,42
EAM 64- Abrigamos uns aos outros quando ocorre enchente ou deslizamento.	-0,42	
Lugar: aspectos sociais	EAM 6- Morar aqui me faz sentir parte dessa comunidade.	1,0
	EAM 9- As pessoas que são importantes pra mim moram nessa comunidade.	1,0
	EAM 21- Me sinto próximo das pessoas que moram nessa casa.	-0,42
	EAM 27- As pessoas do meu bairro controlam a vida uns dos outros.	1,0
	EAM 34- A maioria das pessoas que eu conheço moram nesse bairro.	1,0
	EAM 39- Meus familiares moram perto da minha casa.	1,0
	EAM 49- Posso contar com a ajuda dos meus vizinhos.	-0,14
EAM 53- Posso receber amigos e familiares em minha casa.	1,0	
Lugar: aspectos físicos	EAM 2- Para mim é importante morar perto do centro.	1,0
	EAM 3- Considero frágil a estrutura física da minha casa.	1,0
	EAM 5- Tenho espaço para aumentar a casa onde moro.	1,0
	EAM 11- Para mim é importante morar em um lugar silencioso.	-0,14
	EAM 14- A temperatura dentro da minha casa é agradável.	1,0
	EAM 18- A localização dessa casa me deixa insegura	1,0
	EAM 19- Para mim é importante morar perto dos lugares que frequento.	1,0
	EAM 24- Considero importante ter esgoto tratado em minha casa.	1,0
	EAM 30- Sinto cheiro de esgoto quando estou em casa.	1,0
	EAM 41- Considero importante ter água tratada em minha casa.	1,0
	EAM 44- Minha casa é muito pequena.	1,0
EAM 56- Gosto da aparência física da minha casa.	1,0	
EAM 59- Sinto falta de natureza ao redor da minha casa.	-0,14	
Processo Psicológico: aspectos afetivos	EAM 16- Sinto falta da minha casa quando estou longe	1,0
	EAM 23- Eu sofreria muito se eu tivesse que sair da minha casa	1,0
	EAM 40- Gosto da minha casa.	1,0
	EAM 48- Me sinto feliz em morar nessa casa.	1,0
	EAM 55- Tenho orgulho de morar nessa casa.	-0,14
EAM 61- Me sinto ligado a minha casa.	-0,42	

Quadro 2. (cont.)

Processo Psicológico: aspectos cognitivos	EAM 1- A minha casa é meu porto seguro.	1,0
	EAM 7- Minha casa significa minha privacidade.	-0,14
	EAM 26- Essa casa é o meu lugar de descanso.	1,0
	EAM 29- A minha casa significa meu lar.	-0,42
	EAM 32- Prefiro morar nessa casa do que em outro lugar.	1,0
	EAM 36- Morar nessa casa é perigoso.	-0,42
	EAM 46- A minha casa significa muito para mim.	-0,42
	EAM 47- Morar nessa casa é seguro.	-0,42
	EAM 60- Eu me identifico com as pessoas que moram aqui.	-0,14
	EAM 67- Essa casa é confortável.	1,0
Processo Psicológico: aspectos comportamentais	EAM 20- Mantenho meu terreno limpo.	1,0
	EAM 22- Quando saio de casa quero voltar o mais rápido possível	1,0
	EAM 37- Reconstruo minha casa depois que a chuva estragou.	1,0
	EAM 38- Gostaria de morar em outra casa.	-0,14
	EAM 50- Ajudei a construir essa casa.	1,0
	EAM 52- Seria difícil para eu me acostumar em outra casa.	1,0
	EAM 58- Mantenho essa casa limpa	-0,42
	EAM 65- Defendo minha casa de possíveis ameaças.	-0,42
	EAM 66- Gostaria de passar mais tempo nessa casa.	-0,14

Conforme demonstrado no *quadro 2*, 32 itens não foram considerados essenciais perante a análise dos juízes. Todos os referidos itens encontram-se destacados com o resultado negativo, pois menos da metade dos juízes consideram como itens relevantes para a mensuração do construto. Desse modo, foram realizadas as exclusões de sete itens respectivamente da subdimensão 'Pessoa: aspectos culturais' e da subdimensão 'Pessoa: aspectos individuais'. Seis itens não foram relevantes da subdimensão 'Processo Psicológico: aspectos cognitivos', cinco itens do 'Processo Psicológico: aspectos comportamentais', três da subdimensão 'Lugar: aspectos físicos' e dois respectivamente das subdimensões 'Lugar: aspectos sociais' e 'Processo Psicológico: aspectos afetivos'.

Em seguida, foi realizada a análise do Kappa de Cohen (k), de modo a identificar a magnitude da concordância dos juízes da escala preliminar composta por 36 itens. A referida análise avalia o grau de acordo e, consequentemente, a confiabilidade da classificação dos juízes²¹. Para realizar a análise do Kappa, foi utilizada como gabarito a avaliação do pesquisador principal da pesquisa, a fim de permitir comparação com as demais análises, conforme demonstrado na *tabela 1*, posteriormente, avaliou-se a magnitude de concordância entre os juízes acerca da identificação da subdimensão em que o item representava, como evidencia-se na *tabela 2*.

Tabela 1. Frequência das categorias dos juízes (36 itens)

Dimensão: subdimensão	Gabarito	Juiz 1	Juiz 2	Juiz 3	Juiz 4	Juiz 5	Juiz 6	Juiz 7
Pessoa: aspectos individuais	3	1	4	7	5	5	6	5
Pessoa: aspectos culturais	5	1	1	5	0	0	0	0
Lugar: aspectos sociais	6	5	5	6	5	5	6	4
Lugar: aspectos físicos	10	5	11	8	13	6	11	12
Processo Psicológico: aspectos afetivos	4	6	4	2	4	5	5	4
Processo Psicológico: aspectos cognitivos	4	12	9	5	7	12	5	7
Processo Psicológico: aspectos comportamentais	4	6	2	3	2	3	3	7
Total	36	36	36	36	36	36	36	36

Tabela 2. Kappa combinado e por subdimensão

Kappa combinado e por subdimensão (n=36)	Kappa (k)
Pessoa: aspectos individuais	0,477
Pessoa: aspectos culturais	-0,004
Lugar: aspectos sociais	0,386
Lugar: aspectos físicos	0,533
Processo Psicológico: aspectos afetivos	0,417
Processo Psicológico: aspectos cognitivos	0,351
Processo Psicológico: aspectos comportamentais	0,284
Valor de Kappa combinado	0,398

A distribuição dos itens mostrou que houve uma discrepância nas categorizações dos juízes, em relação ao gabarito, principalmente no que concerne à subdimensão ‘Pessoa: aspectos culturais’, corroborando o resultado do Kappa que obteve uma concordância ruim. Essa subdimensão foi a que mais teve itens considerados como irrelevantes pelos juízes. Na coluna destinada às observações, os juízes relataram dificuldade em codificar os itens em suas respectivas subdimensões devido ao modelo teórico tripartite do apego ao lugar ter

algumas características e definições semelhantes. Já o fator que teve mais consonância entre os juízes foi o ‘Lugar: aspectos físicos’, indo ao encontro do resultado encontrado pelo RVC de modo a obter um Kappa moderado ante as demais subdimensões.

A partir do índice de Kappa geral, verificou-se que houve um acordo razoável entre os juízes. Analisando as subdimensões, identificou-se que ‘Processo Psicológico: aspectos afetivos’, ‘Pessoa: aspectos individuais’ e ‘Lugar: aspectos físicos’ obtiveram uma concordância

moderada ($k= 0,41$ a $0,53$). As subdimensões ‘Processo Psicológico: aspectos comportamentais’, ‘Processo Psicológico: aspectos cognitivos’ e ‘Lugar: aspectos sociais’ demonstraram haver um acordo regular entre os juízes ($k= 0,28$ a $0,38$). Já a ‘Pessoa: aspectos culturais’ demonstrou discordância ($k=-0,004$), pois os juízes tiveram dificuldades em entender os atributos dessa subdimensão, assim como identificar entre os itens características que seriam culturais a esse grupo, mesmo havendo a explicação no documento enviado.

Análise semântica

Todos os sujeitos da pesquisa que participaram da análise semântica possuíam casa própria, moravam em média 11 anos na residência, já tinham sido afetados por pelo menos um desastre, sendo 21 deles atingidos por três desses eventos. Quanto ao grau de escolaridade: 19 dos participantes possuíam ensino fundamental incompleto; 5, ensino médio incompleto; 3, ensino médio completo; 2, ensino fundamental completo; e 1 dos participantes era analfabeto. 20 participantes eram mulheres, e 10, homens. Acerca da faixa etária, 13 participantes tinham entre 18 anos e 28 anos; 6, entre 51 anos e 61 anos; 5 participantes tinham de 29 a 39 anos; 4, de 62 a 72 anos; e 2, de 40 a 50 anos. A renda per capita é, em média, de R\$ 690, menor que um salário-mínimo. Evidencia-se a baixa renda econômica dos participantes.

No tocante à compreensão, à clareza dos itens e ao formato da escala apresentada, destaca-se que os participantes tiveram dificuldade em entender as palavras voltadas à estrutura da escala tipo Likert, sendo elas de ‘Discordo Totalmente’ a ‘Concordo Totalmente’. Foi sugerida a substituição dos rótulos da escala por ‘não muito’, ‘não pouco’, ‘mais ou menos’, ‘sim pouco’ e ‘sim muito’, a

fim de que eles pudessem entender melhor o que era solicitado.

Além do formato da escala, um item foi avaliado como vago (‘a localização dessa casa me deixa insegura’), sendo solicitado alterá-lo, por não deixar claro o tipo de risco que a população podia correr. Os participantes questionaram se a sensação de insegurança se referia aos assaltos, tráfico ou à ocorrência de desastres. Desse modo, o item foi alterado e descrito da seguinte maneira: ‘sinto-me inseguro (a) em morar em uma área que pode ocorrer desastres’.

Quanto à exclusão de itens, salienta-se que um item (‘avisamos uns aos outros quando a água é cortada’) representou a característica somente de uma parte dos participantes que residiam em área de risco. Em um dos municípios em que foi realizada a coleta de dados, os participantes tinham a escritura das casas. Desse modo, a ação de cortar a água como medida ‘punitiva’ para que as pessoas saíssem de suas casas não ocorria nesse município.

Acerca dos efeitos teto e chão, foi identificado que os participantes tenderam à resposta em dois itens para o ‘sim muito’, ocorrendo efeito teto, ou seja, quando mais de 80% dos participantes assinalam tal alternativa como resposta. Um dos itens denotava a crença religiosa (‘Pessoa: aspectos culturais’), de modo a descrever ‘essa casa é um presente de Deus’. O outro item voltado à importância de ter acesso ao saneamento básico (Lugar: aspectos físicos) de modo a relatar ‘considero importante ter esgoto tratado em minha casa’. Tais itens foram excluídos. Assim, dos 36 itens decorrentes da análise dos juízes, foram excluídas mais três afirmações na análise semântica para obter uma escala preliminar com 33 itens. Tal escala apresentou evidências de validade baseadas no conteúdo dos itens, uma vez que eles tiveram uma equivalência semântica e contextual, conforme pode ser verificado no *quadro 3*.

Quadro 3. Escala de apego à moradia em área de risco com evidências de validade de conteúdo

Responda abaixo, numa escala de 0 (não muito) a 4 (sim muito), qual o seu grau de concordância ou discordância com cada uma das afirmações abaixo					
Itens	Não muito	Não pouco	Mais ou Menos	Sim pouco	Sim muito
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					

Fonte: Elaboração própria.

Discussão

Na análise da RVC, 36 itens foram considerados como relevantes, e 32 itens como irrelevantes. As subdimensões que mais tiveram itens excluídos nesta análise voltavam-se aos aspectos culturais e individuais da pessoa, assim como aos aspectos cognitivos referentes ao processo psicológico proveniente da relação pessoa-lugar. Esses resultados são corroborados pela discordância entre os juízes na análise do Kappa de Cohen (k). No Kappa geral, houve um acordo razoável entre os juízes, o que demonstra pouca concordância entre eles. Tal resultado poderá ter ocorrido pela sobreposição conceitual entre as três subdimensões que acabam refletindo nos itens, pois a subdimensão ‘Pessoa: aspectos individuais’ traz características voltadas às experiências pessoais, marcos, metas que a pessoa teve com a moradia, assim como a faceta ‘Pessoa: aspectos culturais’ reflete os valores, os aspectos culturais relacionados com a casa; e a subdimensão ‘Processo Psicológico: aspectos cognitivos’ reflete as crenças das pessoas sobre a moradia, as quais estão interrelacionadas com os valores e experiências pessoais⁹ da pessoa com a sua casa. Assim, evidencia-se a dificuldade que os juízes tiveram ao escolher somente uma subdimensão que representassem o item, pois tais características, a partir do modelo teórico, estão interligadas e, em alguns momentos, sobrepostas. Pasquali¹⁶ salienta a necessidade de operacionalização do modelo teórico para elaboração dos itens. Quando o modelo teórico dificulta sua operacionalização, irá refletir na estrutura e semântica dos itens de modo a evidenciar uma necessidade de revisão do próprio modelo teórico, como ocorrido neste estudo. Este processo contribui para o aprimoramento do próprio construto.

Já as subdimensões ‘Processo Psicológico: aspectos afetivos’, ‘Pessoa: aspectos individuais’ e ‘Lugar: aspectos físicos’ obtiveram uma concordância moderada. Infere-se que tais subdimensões tiveram maior concordância diante das demais devido às definições destas

facetas terem características mais distintas entre os demais atributos. Consequentemente, os itens podem ter sido mais claros para os juízes, principalmente no que concerne ao ‘Lugar: aspectos físicos’, ao qual atribuem-se características físicas e simbólicas ao lugar. As características físicas voltam-se aos aspectos de infraestrutura do lugar, sendo essa definição clara, concreta e não semelhante com as demais subdimensões. Já os atributos simbólicos do lugar assemelham-se às características da faceta ‘Processo Psicológico: aspectos cognitivos’, a qual possui processos básicos, tais como a memória e as crenças que contribuem para a construção do significado da moradia¹⁰. Essa semelhança conceitual contribuiu para o acordo razoável entre os juízes na subdimensão ‘Processo Psicológico: aspectos cognitivos’. Esse resultado também foi evidenciado no ‘Lugar: aspectos sociais’ e ‘Processo Psicológico: aspectos comportamentais’. Acredita-se que a faceta ‘Processo Psicológico: aspectos comportamentais’ tenha obtido esse resultado pela elaboração de alguns itens não terem expressado com clareza os atributos voltados à proximidade, à manutenção e à reconstrução do lugar.

Já a faceta ‘Pessoa: aspectos culturais’ demonstrou discordância entre os juízes. Hipotetiza-se que esse resultado evidencie a proximidade conceitual de duas subdimensões. A ‘Pessoa: aspectos culturais’ caracteriza-se como significados do lugar que são compartilhados pelo grupo, tais como: eventos históricos, crenças, valores transgeracionais, ou outra construção simbólica compartilhada entre a comunidade. No ‘Lugar: aspectos sociais’, há duas maneiras de pensar este apego: uma como sendo o vínculo com as pessoas que convivem naquele lugar, das quais compartilham situações em comum; e a outra forma seria o apego devido à possibilidade de contato social com as outras pessoas que residem no entorno da moradia¹⁰. Ambas as subdimensões denotam a interrelação da pessoa com a sua comunidade, podendo haver uma sobreposição conceitual.

Na análise semântica, foi realizada uma sugestão acerca da semântica das categorias

de respostas da escala. Hipotetiza-se que essa sugestão seja corroborada pelo fato de 20 dos 30 participantes não possuírem ensino fundamental completo. Essa sugestão torna-se importante para que a população-alvo possa compreender a magnitude das categorias e, assim, consiga responder à escala. Além disso, um item teve sua escrita alterada, e três itens foram excluídos. Tais alterações da escala evidenciam a importância da busca por evidências de validade baseadas no conteúdo dos itens de modo a oportunizar voz as pessoas que serão o foco da escala; ao passo que este procedimento não foi identificado na pesquisa de Magalhães e Calheiros²⁵, as quais também buscaram tal evidência para uma escala de apego ao lugar adaptada. Já Budruk²⁶ realizou análise fatorial confirmatória para verificar a semântica dos itens da escala de apego ao lugar adaptada por meio da equivalência de linguagem cruzada da escala na versão em inglês e em Marathi, porém, o índice do modelo teórico não apresentou um bom ajuste, como tem sido verificado nesta pesquisa.

Considerações finais

Esta pesquisa elaborou uma escala de apego à moradia em área de risco e buscou evidências baseadas no conteúdo dos itens para que tais afirmações tivessem uma equivalência semântica e contextual. Sobre o modelo teórico utilizado para elaborar os itens, salienta-se que houve dificuldades na operacionalização e descrição destes por haver características das subdimensões semelhantes, tais como ‘Pessoa: aspectos culturais’ e ‘Lugar: aspectos sociais’, ‘Lugar: aspectos físicos’ e ‘Processo Psicológico: aspectos cognitivos’. Outro aspecto a ser destacado refere-se ao desafio ao construir itens que separassem a pessoa de seu processo psicológico, pois, quando um item é elaborado, deve expressar uma manifestação do comportamento, e o comportamento em si já era uma subdimensão. A referida dificuldade também foi expressa pelos juízes a partir dos

resultados de suas avaliações, de modo que na RVC, foram considerados 32 itens como irrelevantes, e no índice de Kappa, obteve-se um acordo razoável entre os juízes. A subdimensão ‘Pessoa: aspectos culturais’ foi a faceta que mais demonstrou discordância entre os juízes, salientando a necessidade de rever os itens, assim como o modelo teórico tripartite do apego ao lugar.

Já a análise semântica foi um aspecto essencial para obter evidências voltadas ao conteúdo dos itens, pois necessitou rever os rótulos da escala tipo Likert, a escrita de um item, assim como teve-se que excluir afirmações que tendiam à resposta para um rótulo. Tal procedimento contribuiu para que a escala, após alterações, fosse clara e estivesse de acordo com a perspectiva da população-alvo.

No que concerne à limitação deste estudo, destaca-se o não detalhamento sobre o que é uma área de risco, pois alguns juízes não compreenderam as vivências culturais das pessoas que residiam em um lugar suscetível à ocorrência de desastres. Sugere-se que, para as pesquisas da área da psicologia ambiental e relações pessoa-ambiente que buscam evidências de validade baseadas no conteúdo de escalas elaboradas, sejam delimitadas de maneira clara as características do lugar que será foco do instrumento, a fim de contribuir para a avaliação dos juízes do instrumento de medida.

Outras limitações do estudo foram os resultados do Kappa de Cohen, os quais apresentaram somente em três subdimensões concordância moderada. Tal resultado pode ter ocorrido pela sobreposição conceitual entre as subdimensões que acaba refletindo nos itens, assim como por ter sido solicitada aos juízes a avaliação das subdimensões ao invés das dimensões do construto. Os resultados evidenciaram a necessidade da revisão do modelo teórico, assim como de sua testagem empírica. Sugere-se a continuidade do desenvolvimento desta pesquisa, principalmente quanto à busca de evidências de validade voltadas à estrutura interna dos itens por meio da análise fatorial, a fim de testar e aprimorar o modelo teórico tripartite de Scannell e Gifford¹⁰. Além disso,

sugere-se a utilização da Teoria de Resposta ao Item a fim de verificar o nível de dificuldade dos itens. Destaca-se também a necessidade da verificação de outros parâmetros psicométricos, tais como evidências de validade relacionadas com outras variáveis e indicadores de precisão.

A partir desses resultados, demonstrou-se que a escala de apego à moradia em área de risco possui evidências iniciais baseadas no conteúdo dos itens, de modo que 33 itens representaram as características do construto apego ao lugar. Identificaram-se somente dois estudos publicados que demonstraram a aplicabilidade dessa fonte de evidência, assim como não foram encontradas pesquisas que utilizaram o mesmo modelo teórico

para elaborar uma medida de apego ao lugar, o que dificultou o diálogo com outros estudos. Em contrapartida, evidencia-se a relevância desta pesquisa.

Colaboradores

Alves RB (0000-0002-1866-699X)*, Kuhn A (0000-0001-9635-9306)* e Cruz RM (0000-0003-4671-3498)* contribuíram igualmente na realização das seguintes atividades: 1) concepção e o planejamento do manuscrito, assim como análise e a interpretação dos dados; 2) elaboração do manuscrito e revisão crítica do conteúdo; e 3) aprovação da versão final do manuscrito. ■

Referências

1. Dourado F, Arraes TC, Silva MF. O Megadesastre da Região Serrana do Rio de Janeiro: as causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução no pós-desastre. *Anu. Inst. Geocienc.* 2012; 35(2):43-54.
2. Vargas D. “Eu fui embora de lá, mas não fui”: a construção social da moradia de risco. In: Valencio N, Siena M, Marchezini V, et al. *Sociologia dos desastres – construção, interfaces e perspectivas no Brasil*. São Carlos: RiMa; 2009. p. 80-95.
3. Junges AE, Schadeck R. Desafios do mapeamento das áreas de risco. *Cad. Percebendo Risc. Prev. Perdas.* 2010; (30):154-162.
4. Guimarães RB, Guerreiro JAS, Peixoto JAS. Considerações sobre os riscos ambientais e urbanos no tocante aos desastres e emergências. *Rev. Vera Cidade.* 2008; 3(3):1-12.
5. Brasil. Ministério da Integração Nacional. *Política Nacional de Defesa Civil*. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional; 2007.
6. Alves RB, Lacerda MAC, Legal EJ. A atuação do psicólogo diante dos desastres naturais: uma revisão. *Psicol. em Estudo.* 2012; 17(2):307-31
7. Favero E, Sarriera JC, Trindade MC. O Desastre na Perspectiva Sociológica e Psicológica. *Psicol. em Estudo.* 2014; 19(2):201-209.

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

8. Alves RB, Kuhnen A, Battiston M. “Lar Doce Lar”: Apego ao Lugar em Área de Risco diante de Desastres Naturais. *Psic.* 2015; 46(2):159-168.
9. Günther H. Reflexões sobre a sustentabilidade da Psicologia Ambiental no Brasil. In: Tassara E, Rabinovitch E, Guedes M. *Psicologia e Ambiente*. São Paulo: Educ; 2004. p. 119-131.
10. Scannell L, Gifford R. Defining place attachment: A tripartite organizing framework. *J. of Environmental Psych.* 2010; (30):1-10.
11. Hauck F, Zanon C. Questões básicas sobre mensuração. In: Hutz CS, Bandeira DR, Trentini CM. *Psicometria*. Porto Alegre: Artmed; 2015. p. 23-43.
12. Pacico JC, Hutz CS. Validade. In: Hutz CS, Bandeira DR, Trentini CM. *Psicometria*. Porto Alegre: Artmed; 2015. 71-84.
13. Gil AC. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas; 2017.
14. Fonseca JJS. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC; 2007.
15. Dancey CP, Reidy J. *Estatística sem matemática para a Psicologia*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed; 2013.
16. Bartilotti CB. Fatores da Senso-percepção relacionados à atividade do condutor no sistema trânsito: construção e validação de um instrumento de medida [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2009. p. 153.
17. Pasquali L. *Psicometria: Teoria dos testes na Psicologia e na Educação*. In: *Validade dos testes*. Petrópolis: Vozes; 2013. p. 158-191.
18. Pasquali L. Princípio de Elaboração de Escalas Psicológicas. *Rev. Psiq. Clínic.* 1998; 25(5):206-2013.
19. Cohen RJ, Swerdlick ME, Sturman ED. *Testagem e avaliação psicológica: introdução a testes e medidas*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH; 2014.
20. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. *Perso. Psych.* 1975; 28(4):563-575.
21. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Bio.* 1977; (33):159-174.
22. Fonseca R, Silva P, Silva R. Acordo inter-juízes: O caso do coeficiente kappa. *Laboratório de Psicologia*. 2007; 5(1):81-90.
23. Cozby PC. *Métodos de pesquisa em ciências do comportamento*. São Paulo: Atlas; 2003.
24. Ruiz BH, Villodres MC, Vilela LD. Predictores de apego al lugar. In: Sabucedo JM, García-Mira R, Ares E, et al. *Libro de comunicaciones*. Barcelona: Publicacions Barcelona; 1998. p. 39-45.
25. Magalhães E, Calheiros MM. Psychometric properties of the Portuguese version of place attachment scale for youth in residential care. *Psicothema*. 2015; 27(1):65-73.
26. Budruk M. Cross-Language Measurement equivalence of the Place Attachment Scale: a multigroup confirmatory factor analysis approach. *J. of Leisure Research*. 2010; 42(1):25-42.

Recebido em 30/04/2019

Aprovado em 11/09/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

Terrorismo químico: proposta de modelagem de risco envolvendo ricina em eventos de grande visibilidade no Brasil

Chemical terrorism: risk modeling proposal for attacks involving ricin in mass gatherings in Brazil

Carolina Gomes Raffagnato¹, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso², Fábio de Vasconcelos Fontes², Mariana Montez Carpes¹, Simone Cynamon Cohen², Luís Américo Calçada³

DOI: 10.1590/0103-110420195311

RESUMO Grandes eventos estão no centro de estratégias terroristas e vem-se repetindo com frequência no âmbito internacional. Durante os últimos anos, o Brasil é palco de megaeventos esportivos; e este ano sediará a Copa do Mundo Fifa Sub-17. Assume-se que a maior exposição, nesses contextos, aumenta a vulnerabilidade ante as ameaças não convencionais, assim, é necessário que o planejamento da segurança brasileira seja apoiado em estudos sobre gestão de risco. Considera-se que um maior conhecimento sobre o tema é o primeiro passo para um sistema de defesa eficiente. A literatura apresenta relatos de episódios de emprego da ricina como arma química. Assim, este estudo objetivou avaliar a probabilidade de risco de um ataque terrorista com ricina, em um modelo matemático. Para isso, foi utilizada a teoria dos jogos e a equação de probabilidade de Major para análise de risco de terrorismo. A escolha da ricina justifica-se pelo fato de se tratar de uma biotoxina de extração relativamente simples, proveniente da mamona, que é uma planta endêmica no território brasileiro. Os parâmetros analisados foram os recursos de ataque, defesa e valor do alvo. A equação de probabilidade foi otimizada para defesa.

PALAVRAS-CHAVE Terrorismo químico. Ricina. Probabilidade. Simulação por computador. Gestão de riscos.

ABSTRACT *Mass gatherings are at the center of terrorist strategies and are being repeated more frequently at international level. During the last years, Brazil has been the stage of mass gatherings, and it is supposed to host the Fifa Sub-17 World Cup this year. It is assumed that large exposure in these contexts increases vulnerability to threats, therefore it is necessary that safety planning be supported in risk management studies. It is considered that a greater knowledge of the topic is the first step towards an efficient defense system. This study aims to evaluate the probability of a ricin terrorist attack on a mathematical model. Existing literature shows reports of episodes of use of ricin as a chemical weapon. The choice of ricin is justified because it's a relatively easy biotoxin extraction from castor bean, which is an endemic plant in the Brazilian territory. For such study, we used game theory and the Major probability equation for terrorism risk analysis. The parameters analyzed were the resources of attack, defense, and value of the target. The probability equation has been optimized for defense.*

KEYWORDS *Chemical terrorism. Ricin. Probability. Computer simulation. Risk management.*

¹Escola de Comando e Estado Maior do Exército (Eceme), Instituto Meira Mattos (IMM) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil. carolina.raffagnato@gmail.com

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Departamento de Engenharia Química (DEQ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Introdução

Ainda que o fenômeno do terrorismo não seja uma novidade do século XXI, após os atentados de 11 de setembro de 2001, nota-se um esforço internacional no sentido de prevenir e combater essa ameaça. Antes circunscrito às lutas principalmente políticas domésticas, o terrorismo contemporâneo caracteriza-se por sua transnacionalização, aleatoriedade de alvos e ausência de um objetivo claro a ser negociado, sugerindo que, na atualidade, ele deixou de ser um meio e passou a ser um fim em si mesmo. Ainda, e de particular importância, é o caráter híbrido dessas organizações que se travestem de ideais religiosos para legitimar ‘guerras santas’ entre o bem e mal¹.

Para além dessa caracterização geral, não há consenso na literatura quanto ao que venha a ser terrorismo e/ou um grupo terrorista, dificultando o seu combate ou prevenção². Prabha³ observa a volatilidade da definição conceitual amplamente suscetível ao contexto. Assim, em realidades nas quais sobressaem os conflitos de natureza socioeconômica, o terrorismo é definido no embate entre possuidores e despossuídos, ao passo que, em realidades nas quais o peso dos confrontos sociais de natureza política assumem maior relevância, ele é definido como tática para aumentar o poder de barganha de um dos atores em conflito³.

Apesar da implicação que a imprecisão conceitual traz para a formulação de políticas de prevenção e combate ao terrorismo, um aspecto comum à literatura e aos relatórios internacionais sobre o tema é o impacto que o ataque às Torres Gêmeas em 2001 teve sobre a maneira como o mundo passou a se organizar em torno da questão. Pode-se dizer que esse evento levou a uma quebra paradigmática não

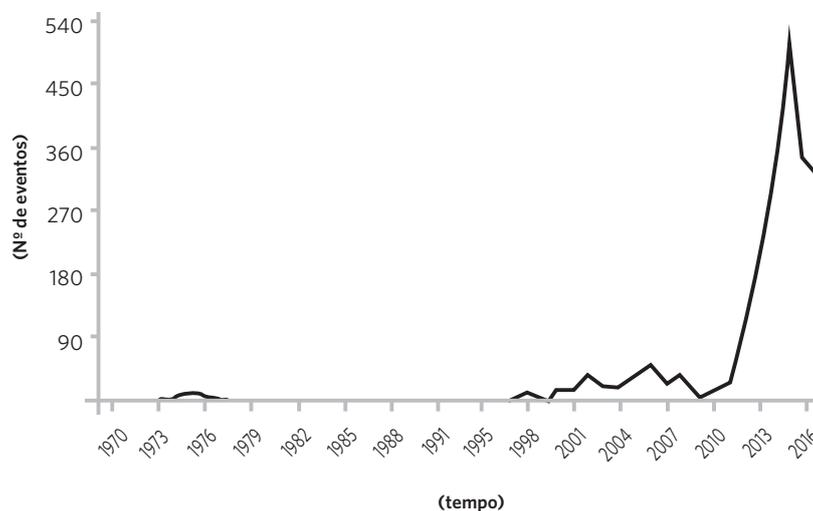
apenas na literatura sobre o tema, mas também no *modus operandi* da política internacional.

Imediatamente após os ataques, a Organização das Nações Unidas adotou a Resolução nº 1.373⁴ condenando o terrorismo e buscando melhorar a cooperação internacional contra esse tipo de ameaça. Em 2002, a Organização dos Estados Americanos (OEA) adotou a Convenção Interamericana contra o Terrorismo, com vistas ao fortalecimento da cooperação hemisférica para a prevenção, combate e eliminação do terrorismo. Finalmente, o mais emblemático dos documentos internacionais contra o terrorismo, a Resolução nº 1.540, da Organização das Nações Unidas⁵, que trata, pela primeira vez, terrorismo e Armas de Destruição em Massa (ADM) associados. Esse documento enfatiza o perigo da aquisição de ADM por grupos não estatais (terrorismo), abordando ameaças não cobertas pelos mecanismos de não proliferação existentes, com destaque para aqueles que versam sobre o controle nas áreas biológica, química e nuclear. Essa ênfase nos perigos da associação entre terrorismo e ADM é uma reação não apenas aos eventos do 11 de setembro, mas àqueles que antecederam e sucederam este episódio.

Como dito, a partir dos ataques de 11 de setembro de 2001, o terrorismo adquiriu novas feições, transnacionalizando-se e fazendo uso das redes sociais para a cooptação de novos membros – grande parte das vezes, jovens que não possuem identidade com a causa propagada por essas organizações. Tais aspectos contribuíram para a aleatoriedade dos ataques realizados desde então, dificultando a antecipação do preparo das forças de segurança.

O gráfico 1 mostra os eventos terroristas ao longo das duas últimas décadas.

Gráfico 1. Eventos terroristas ao longo do tempo



Fonte: Global Terrorism Database⁶.

Observa-se um crescimento no número de eventos a partir de 1998, quando a Al-Qaeda atacou as embaixadas dos Estados Unidos em Nairóbi, no Quênia, e em Dar es Salaam, na Tanzânia. O aumento apresentado entre os anos de 2013 e 2016 pode ser explicado pelo grande número de eventos sucessivos, como o atentado à maratona de Boston, as cartas contendo ricina endereçadas aos políticos nos Estados Unidos, em 2013, e o ataque a sede do jornal 'Charlie Hebdo', na França, em 2015. O número alto de eventos, após o ano de 2013, deve-se também aos diversos ataques utilizando armas químicas na guerra na Síria nesse período.

Conceitualmente, as armas químicas podem ser definidas como um produto químico usado para causar morte intencional ou dano por meio de suas propriedades tóxicas. Munições, dispositivos e outros equipamentos especificamente projetados para neutralizar produtos químicos tóxicos também se enquadram na definição de armas químicas. Essas armas causam um número de baixas muito maior do que as convencionais e com menor quantidade de material empregado. O baixo custo e a relativa facilidade de sua produção e manejo

possibilitaram a difusão de seu emprego por grupos terroristas.

Como visto, a reação internacional se deu na forma de resoluções conclamando os Estados a cooperarem com os esforços de prevenção e combate ao terrorismo, o que, na prática, só pode ser feito quando tais medidas são convertidas em legislação nacional sobre o tema, possibilitando a criação de planos nacionais de emergência e de gestão de risco⁷. O Brasil vem apresentando, nos primeiros anos do século XXI, um aumento significativo de sua inserção no cenário internacional; e, como consequência, sendo mais requisitado para sediar eventos de grandes proporções. Apesar de possuir tradição pacífica, essa projeção demanda esforços em torno de temas relacionados com a defesa e com a segurança⁸.

Lideranças das esferas públicas e privadas começaram a procurar análises de risco para avaliar os riscos que cada alvo em potencial possui e orientar decisões relacionadas com as medidas de proteção a serem adotadas. Segundo Parnell⁹, o presidente dos Estados Unidos pediu para o Departamento de Segurança Interna (Department of Homeland Security) fazer uma análise de risco de bioterrorismo, de modo a

orientar a priorização de investimentos em pesquisa, planejamento e preparação relacionados à biossegurança.

Desde 2007, quando sediou os jogos Pan-Americanos, o primeiro de uma série de grandes eventos internacionais, cresceu a preocupação de que o Brasil pudesse ser palco de um ataque terrorista. Ainda que tal consideração pareça incerta perante a posição não conflituosa do País na política internacional, o aumento da circulação de delegações estrangeiras, bem como do fluxo de turistas e o próprio perfil de grande visibilidade dos eventos sediados, aumenta a vulnerabilidade brasileira diante das ameaças não convencionais.

Em junho/julho de 2019, o Brasil sediou a 46ª edição da Copa América; e em outubro, sediará a Copa do Mundo Fifa Sub-17, eventos de grande visibilidade internacional. Assim, dados: o contexto, a disponibilidade da matéria-prima, o baixo custo, e a relativa simplicidade na produção da ricina, defende-se a relevância de estudos, que possam auxiliar na preparação das equipes de primeira resposta, como bombeiros, defesa civil e polícias; além disso, estimular reflexões sobre o tema.

Destarte, este estudo tem como objetivo analisar a probabilidade de risco de um ataque terrorista no Brasil com ricina, destacando a importância da ampliação do conhecimento como primeiro passo para um sistema de defesa eficiente; uma vez que a identificação do agente é crucial não apenas para a contenção da disseminação e o controle da contaminação, com a correta prestação de socorro às vítimas, mas também para a escolha correta dos equipamentos de proteção individual dos respondedores. Diferentemente de um ataque terrorista utilizando armamentos convencionais, em um atentado de origem química, há um agravamento proveniente do desconhecimento inicial da substância empregada, o que atrasa, quando não compromete, o trabalho dos primeiros respondedores¹⁰. Dessa forma, as equações matemáticas da abordagem probabilística de risco podem auxiliar na estimativa das consequências de um ataque químico, sendo

capaz de contribuir para apoiar a alocação de recursos para o enfrentamento/mitigação dos riscos em estudos antiterrorismo.

Ricina: a toxina da mamona

A escolha pela ricina não foi aleatória. Essa toxina apresenta grande potencial para ser utilizada como arma química, uma vez que é produzida da semente da mamona (*Ricinus communis L.*). Estima-se que cada semente possa conter aproximadamente 1% a 5% da molécula^{11,12}.

O maior produtor mundial de mamona é a Índia, seguido da China e do Brasil¹³. A extração de uma tonelada de óleo gera em torno de 1,2 ton. de resíduos, chamados de torta de mamona. A ricina fica concentrada na torta. Tanto a torta quanto a casca podem ser utilizados como adubo orgânico e como alimento alternativo para animais ruminantes¹⁴. Porém, existem casos de intoxicação em animais por ingestão da torta, sendo necessário tratamento químico ou térmico.

A ricina é uma toxina solúvel em água e muito potente aos homens, animais e insetos. É considerada uma substância química de alto risco para os seres vivos segundo a Convenção de Proibição de Armas Químicas (CPAQ), sendo também classificada como um agente biológico de categoria B pelo Centers for Disease Control and Prevention¹⁵. As substâncias dessa classe apresentam moderada facilidade de disseminação, a intoxicação resulta em morbidade moderada e baixa mortalidade e requer vigilância e aprimoramento de diagnóstico.

A clínica e os efeitos fisiopatológicos da intoxicação por ricina dependerão da dose/concentração, do tempo e via de exposição. As principais rotas de exposição são a ingestão, a inalação e o contato com os olhos, mas pode também ser injetada. No caso de contato com a pele, se esta estiver intacta, é provável que não haja intoxicação ou absorção, devido ao fato da ricina ser uma toxina de natureza proteica de elevado peso molecular¹⁶ (*quadro 1*).

Quadro 1. Rotas de exposição, dose letal de 50% da população e sintomas associados à exposição à ricina

Rota de Exposição	DL50	Sintomas
Ingestão	25-100 mg/kg	Começa em cerca de 4 horas ou 6 horas, mas pode ter período de latência de até 10 horas. Dor abdominal, vômitos com ou sem sangue, diarreia com ou sem sangue, azia, disfagia. Pode causar inflamação severa do intestino e estômago, desorientação, sonolência, fraqueza, convulsão e sede em excesso. Há desbalanceamento de eletrólitos, desidratação, hipotensão e colapso circulatório. Pode apresentar sangue na urina. Pode levar à morte.
Injeção	5-15µg/kg	Pode ter latência de 10 horas a 12 horas. Febre, dor de cabeça, tontura, náusea, anorexia, hipotensão, dor abdominal e pode apresentar ferida no local da injeção.
Dermatológica/ Oftalmológica	-	O contato com a pele pode causar dor, irritação e possível alergia. O contato com os olhos pode causar conjuntivite, lacrimação, inchaço, vermelhidão, destruição de tecidos, hemorragia da retina, visão prejudicada e cegueira. O contato com os olhos pode causar a intoxicação do corpo, podendo levar à morte.

Fonte: Audi et al., 2005¹¹; Musshoff e Madea, 2009¹²; CDC, 2011¹⁶; Fonseca e Blanco, 2014¹⁷.

De todas as rotas de exposição, a disseminação aérea da ricina tem o maior potencial como ameaça às populações urbanas. No entanto, a disseminação por aerossóis também pode ser utilizada para contaminação de água e alimentos¹⁵.

O modo de ação da ricina no organismo é a aglutinação de células vermelhas, seguida de hemólise intensa. Os principais sintomas de envenenamento são: paralisia da respiração e sistema vasomotor, cólicas abdominais, diarreia, perda de apetite, aumento do ritmo cardíaco, ausência de coordenação motora, febre e hemorragia¹⁷.

A ricinina, alcaloide encontrado na folha da mamona, pode ser utilizada como biomarcador, e segundo alguns estudos, ela pode ser encontrada na urina da pessoa exposta após a contaminação^{11,17,18}. Em caso de exposição, o tratamento é sintomático e de suporte, uma vez que não existem antídotos disponíveis para a ricina^{11,12,19}.

Por se tratar de um pó branco, pode ser visualmente confundido com diversos outros produtos, dificultando uma identificação rápida. A célere detecção e identificação das substâncias presentes em uma amostra é determinante para o gerenciamento de um caso de suspeita de ataque com ricina. Existem detectores dessa toxina baseados em RTQ-PCR e Elisa, porém podem

oferecer resultados falso-positivos na presença de outras substâncias, sendo necessária a tomada de amostras, bem como seu envio ao laboratório de referência para confirmação do agente²⁰⁻²².

No caso da ricina ter sido utilizado na forma de aerossóis, há de se ter em conta a possível reaerolização, originando novos casos de intoxicação por exposição das vias aéreas. Esse é um conceito imprescindível para a descontaminação das pessoas e dos materiais na zona afetada. A descontaminação de pessoas expostas à ricina consiste apenas na remoção das roupas, seguida por lavagem da pele com água corrente. Soluções de hipoclorito sódico a 0,5% têm-se demonstrado eficazes na descontaminação de materiais^{23,24}.

Teoria dos jogos e avaliação de risco adversário

Entre as substâncias químicas relacionadas na Convenção para a Proibição de Armas Químicas (CWC), a ricina representa elevado risco, como foi dito anteriormente, devido a sua alta toxidez, grande disponibilidade e facilidade de extração.

A avaliação de risco tem ajudado as equipes de primeira resposta a avaliar, comunicar e gerenciar o risco representado por agentes

químicos de uso em ataques terroristas. Na Avaliação do Risco Adversário (ARA) ou análise probabilística de risco, os riscos incertos foram modelados usando distribuições de probabilidade para ameaças, vulnerabilidades e consequências. É uma técnica que vem sendo empregada ao longo do tempo para avaliar as probabilidades e consequências de falhas de um sistema. Também é utilizada para orientar decisões relacionadas com a gestão de riscos de empresas e governo.

O estudo sobre o risco de terrorismo se assemelha ao estudo de sistemas complexos de engenharia, assim como de desastres naturais. No entanto, apresenta a intenção humana, em contraponto aos sistemas complexos de engenharia, e é gerado pela inteligência humana²⁵. Por essas particularidades, este artigo propõe a combinação da teoria dos jogos, na medida em que ela é utilizada para modelagem de fenômenos, quando existem dois ou mais atores (jogadores), ou seja, dois ou mais agentes de decisão²⁶. A teoria dos jogos é uma teoria matemática, criada para modelar ações, estudando as tomadas de decisões entre atores quando há interdependência dos resultados, ou seja, quando interagem entre si fazendo escolhas. É uma forma de análise de decisões estratégicas em que os jogadores agem levando em consideração a reação de seus adversários ou a consequência de suas ações para si mesmos²⁷. Uma vez que a ARA é uma avaliação baseada na probabilidade, e a teoria dos jogos, um sistema que estuda estratégias, entende-se que a junção dessas duas ferramentas produzirá um modelo para análise de possíveis cenários envolvendo terrorismo.

Na aplicação desse modelo, é utilizada uma equação que calcula a probabilidade de forma consistente, baseada nas possíveis estratégias de ações de cada jogador. Assim, cria-se o perfil com todas as situações possíveis, já que cada jogador terá preferências individuais para cada situação no jogo²⁷.

De acordo com Fricker²⁸, existem três tipos de teoria dos jogos que são aplicáveis às análises de terrorismo: os jogos clássicos, nos quais os atores, as estratégias e as ações são

completamente especificadas – nesse tipo de jogo são estudados os equilíbrios entre atacantes e defesa; os jogos repetitivos, que ocorrem ao longo do tempo e têm atacante e defesa interagindo repetidas vezes – são utilizados para estudar as estratégias que podem resultar em desfechos desfavoráveis; e os jogos de mesa, que consistem na simulação adversária com dois ou mais jogadores reais usando um conjunto de regras, dados e procedimentos que descrevem um conflito. Este último tipo é utilizado para as análises de risco.

Sob a perspectiva desse tipo, utilizar-se-á a equação de Major²⁵. A probabilidade do sucesso de um ataque terrorista pode ser calculada por essa equação, que é baseada no modelo proposto por Woo²⁹, exposto abaixo:

$$\log\{P(U[C,T])\} = a - b_1C - b_2T$$

Em que:

$P(U[C,T])$ é a probabilidade de sucesso de ataque;

a é um fator dado;

b_1 e b_2 são parâmetros estimados por especialistas a partir de dados empíricos;

C é o local do alvo;

T é a classificação do alvo quanto ao tipo.

Esse modelo descreve a probabilidade em função do local em que o evento pode vir a ocorrer. Os dados são obtidos a partir de análises estatísticas de eventos passados, testes, modelos, simulações e avaliações de especialistas no assunto. No entanto, em eventos terroristas, essa probabilidade não se aplica plenamente, uma vez que não há um padrão de ataque baseado em eventos passados, porque as motivações mudam com o tempo.

O modelo proposto por Major²⁵ mostra ser mais eficiente do que o de Woo²⁹, uma vez que considera, além do alvo, dois outros fatores:

os recursos de ataque e os recursos de defesa. Esses fatores são relevantes neste trabalho, porque, para o estudo, será considerado o capital financeiro e o número de indivíduos. O modelo de Major:

$$p(V_i, A_i, D_i) = \exp\left(\frac{-A_i D_i}{\sqrt{V_i}}\right)$$

Em que:

A_i é o recurso de ataque;

D_i é o recurso de defesa;

V_i é o valor do alvo.

Major²⁵ considera também a perda, ou perda esperada, propondo uma equação para o seu cálculo. A análise da perda é importante, pois, para a construção da avaliação de risco, a melhor estratégia da defesa sempre será aquela que combina a maior probabilidade de sucesso do ataque com a menor perda esperada. Ou seja, a melhor estratégia de defesa sempre será aquela que minimizar a perda esperada dos alvos.

A equação para o cálculo da perda esperada de Major²⁵ é:

$$PE = \sum_i V_i * p(V_i, A_i, D_i)$$

Em que:

$p(V_i, A_i, D_i)$ é a probabilidade de sucesso de ataque;

A_i é o recurso de ataque;

D_i é o recurso de defesa;

V_i é o valor do alvo.

Metodologia

Para alcançar o objetivo de analisar a probabilidade de risco de um ataque terrorista com ricina no Brasil, buscou-se definir um cenário, mais significativo e mais próximo da realidade, para o ataque com a biotoxina. Utilizou-se o *software* matemático Octave, versão 4.2.1, para a análise das equações, aplicando-se a teoria dos jogos, como base de estratégia dos jogadores, atacantes e defensores.

O cenário e a ponderação das variáveis

É difícil estimar valores para danos resultantes de ataques químicos. Do mesmo modo, é complexo definir números para cada variável, uma vez que não se pode afirmar quanto custa um ataque terrorista para um grupo extremista. Dessa forma, estimou-se o valor de ataque neste trabalho a partir das formas de dispersão que a ricina pode ter. Quanto mais difícil for a rota de obtenção e fabricação da arma química, maior será o recurso de ataque associado.

Sabe-se que, ao final da rota normal de extração da ricina, obtêm-se um pó. Este pode ser disperso de três formas: dispersão em caixa d'água, dispersão por meio de aerossóis e dispersão do pó em dutos de ar.

A dispersão desse pó em uma caixa d'água é a forma de ataque que menos envolve gasto e risco para o atacante. Além disso, a ingestão do pó solúvel em água é a forma que menos gera impacto à saúde, precisando de uma grande quantidade para que o dano seja considerável.

Como neste trabalho não foram estudados alvos específicos, para os valores de alvo atribuiu-se números de 0,05 (alvo de menor impacto) até 1,00 (alvo de maior impacto), como mostra o *quadro 2*. A atribuição desses valores foi feita para que os recursos associados a cada variável estivessem na mesma ordem de grandeza.

Quadro 2. Valores assumidos para o recurso de defesa e de alvo, de acordo com a ordem de grandeza do recurso de ataque

Valor de Defesa e de Alvo	
0,05	0,55
0,08	0,60
0,10	0,65
0,15	0,70
0,20	0,75
0,25	0,80
0,30	0,85
0,35	0,90
0,40	0,95
0,45	1,00
0,50	-

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Por isso, para fins de cálculo da análise de risco, deu-se à forma de dispersão da ricina em caixa d'água o valor 0,10. Este mesmo pó, se for dispersado em dutos de ventilação de um prédio, gera um risco maior para o atacante, aumentando a sua exposição. A dispersão desse material em forma de aerossol faz com que o atacante precise tratar a substância tóxica após a extração, transformando-a em colóide. É necessário que o atacante tenha conceitos de química para realizar essa transformação, o que torna essa via de exposição com maior alocação de recursos. A inalação desse material é extremamente severa; e com quantidades, baixas pode levar a óbito. Assim, é a forma que representa um risco maior para a população exposta. Este último cenário foi escolhido para ser trabalhado neste artigo; e a esta estratégia de ataque deu-se o valor 1,00.

Se um ataque terrorista acontecesse hoje no Brasil, a primeira equipe a chegar seria a polícia, por causa da facilidade de acesso e proximidade com a população. A partir disso, fez-se a ponderação de defesa, levando o agente em consideração. Sabe-se também que

o custo de uma arma química é, em geral, bem menor do que o de um policial para o Estado, cujo salário hoje é cerca de R\$ 3.500,00 no estado do Rio de Janeiro. Definiu-se então que ele vale 0,5 do valor da via da dispersão, ou seja, sendo o valor da exposição 0,10, o valor de apenas um policial é 0,05.

Probabilidade de sucesso de ataque

Calculou-se a probabilidade relacionada com cada valor de defesa e alvo pré-definido, mantendo-se o ataque constante, para que pudesse ser observada a influência dos valores de defesa e de alvo na probabilidade de sucesso de ataque, levando-se em consideração uma via de exposição.

Perda esperada

A perda esperada é a perda efetiva que o alvo pode ter de acordo com o ataque. Ela pode ser calculada de acordo com a equação da perda esperada.

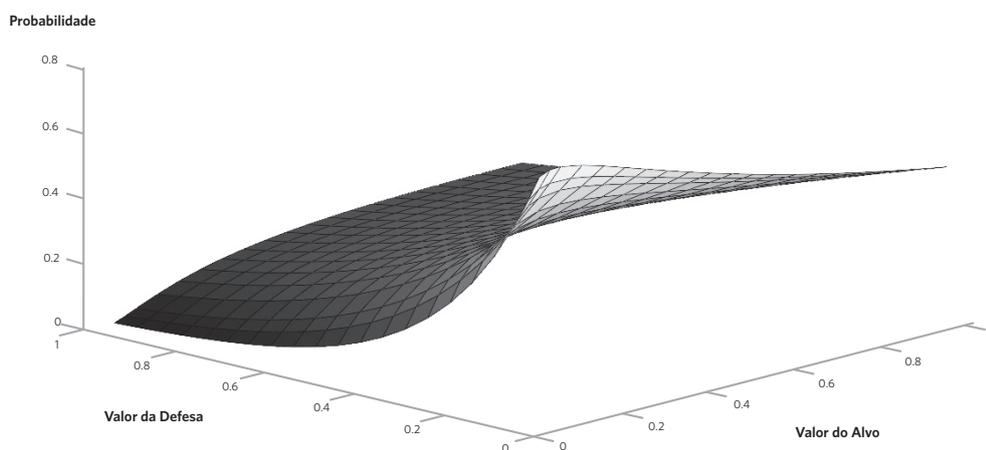
Resultados e discussão

Os resultados foram obtidos com base nas equações e postulados do artigo 'Advanced Techniques for Modeling Terrorism Risk', de John A. Major²⁵, Vice-Presidente Sênior da Guy Carpenter & Company, Inc.

Probabilidade de sucesso de ataque

Os resultados da equação de Major²⁵ para o cálculo da probabilidade de sucesso do ataque com dispersão de aerossóis contendo ricina como agente de arma química, estão apresentados no *gráfico 2*.

Gráfico 2. Gráfico 3D para probabilidade em casos de ataque com ricina via aerossol



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Observa-se, pelo comportamento gráfico, que a maior probabilidade de sucesso é associada aos valores de menor valor de defesa e de menor valor de alvo. Ou seja, a maior chance de sucesso de ataque ocorre quando o valor do alvo é baixo, e a defesa, também. A partir da teoria dos jogos, esse comportamento pode estar associado ao fato de que a defesa é maior nos alvos mais valiosos, deixando os menos valiosos desprotegidos. Por outro lado, se o atacante souber que o defensor está alocando seus recursos de forma otimizada, então não há como determinar a probabilidade

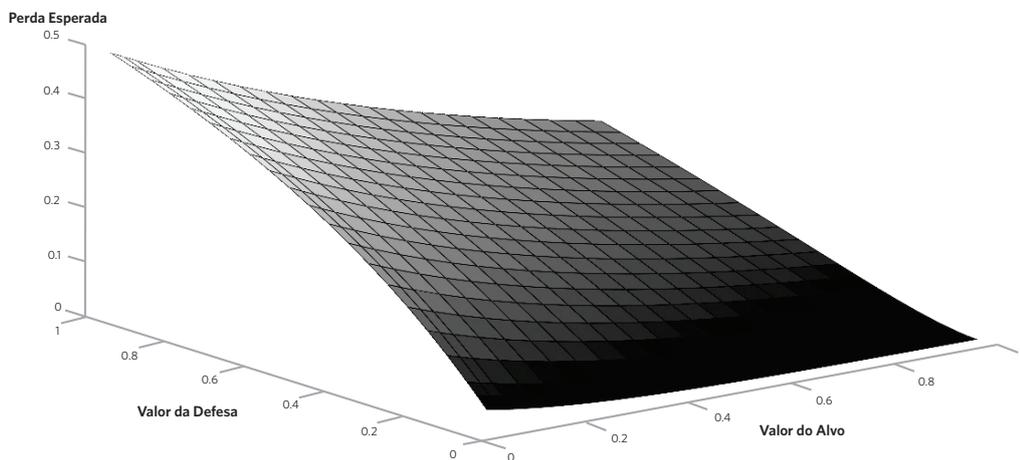
de sucesso de ataque, logo, não teria como saber qual o melhor alvo para ser atacado. No entanto, como é postulado na teoria dos jogos, o atacante não sabe qual a estratégia da defesa e vice-versa, de modo que a análise de probabilidade é fundamental para o ataque. Portanto, é necessário que haja uma escolha cautelosa de estratégia por parte da defesa, de modo a buscar maior perda para o atacante. Esse equilíbrio é chamado de equilíbrio de perda esperada. Assim, além de se analisar as probabilidades de ataque, deve-se também analisar a perda esperada, que é a quantidade

de dano que será sofrida pelo alvo no caso de um ataque com as condições pré-definidas. O atacante deverá escolher o alvo de modo que a perda esperada escolhida supere o equilíbrio de perda esperada.

Perda esperada

Por meio da equação da perda esperada, calculou-se a perda associada a cada valor de alvo e defesa pré-definidos em um ataque com dispersão de aerossóis contendo ricina (*gráfico 3*).

Gráfico 3. Gráfico 3D para perda esperada em casos de ataque com ricina via aerossol



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Para a construção dessa malha, considerou-se um valor de recurso de ataque igual a 1. Observa-se que a perda esperada é maior quando se tem um maior recurso de defesa, e é menor com o recurso de defesa é baixo. Também se pode constatar que a perda esperada é maior em valores de alvo menores, mesmo que esse efeito não seja tão pronunciado.

Faz sentido que a perda esperada seja maior no alvo de menor valor e com a maior defesa. Os alvos que agregam valores baixos são, em geral, aqueles que apresentam maior fragilidade e sistemas de segurança baixos. Quando recursos altos de defesa são alocados nesse local, naturalmente será o ponto em que terá a maior perda, pois a defesa sofrerá o maior dano. Além disso, sabe-se

que os ataques ganham maior probabilidade de sucesso nos alvos mais baratos, então estes são os que possuem a maior chance de serem atacados. Por isso agregam a maior perda esperada.

A variação da perda esperada é chamada por Major²⁵ de equilíbrio de perda esperada. Esse equilíbrio mostra que, se o recurso de ataque é baixo, então é melhor que o alvo seja de baixo valor também, pois as perdas esperadas associadas aos alvos de maiores valores são menores do que a perdas esperadas associadas aos alvos de maiores valores, aumentando assim o dano.

De acordo com a teoria dos jogos, as opções de estratégia do atacante são as escolhas de alvos e a atribuição de recursos de ataque a

eles, até N alvos; ou seja, o atacante define seus alvos e define seu modo de ataque e essas são as suas jogadas. Já a estratégia da defesa é escolher, simultaneamente, a atribuição de recursos para os N alvos. Dessa forma, a escolha da perda esperada que gere o menor dano pode ser feita, nos casos expostos neste trabalho, analisando-se os resultados.

Deve-se preparar a equipe contraterrorista e investir os recursos com base na maior perda esperada obtida. Não sabendo como o atacante vai escolher os alvos, o defensor escolhe a estratégia que resulte na pior perda esperada, independentemente da escolha do alvo por parte do atacante. A simulação deve ser feita assumindo o valor de recurso de ataque, para que a alocação de recurso de defesa seja efetiva em diminuir a perda esperada.

Algumas vezes, é mais vantajoso deixar os alvos menos valiosos indefesos e investir na defesa dos alvos mais valiosos, pois a perda esperada de um alvo menos valioso, mesmo que a probabilidade de sucesso de ataque seja de 100%, será menor do que a perda esperada dos recursos de defesa nos alvos valiosos. Dessa forma, ao escolher a estratégia utilizada pela defesa, deve-se tentar fazer uma equalização das perdas esperadas em todos os alvos, minimizando os efeitos de um ataque.

Considerações finais

Este artigo demonstra a necessidade do desenvolvimento de estudos dessa natureza, considerando sua relevância não apenas como tema de reflexão acadêmica, mas também com transbordamento para o cotidiano do treinamento e preparo das Forças de Segurança.

O modelo proposto por Major leva em consideração três variáveis, o que faz com que seja uma boa simulação. No entanto, o próprio autor diz que esse modelo leva em consideração a previsão do comportamento humano, o que em realidade é de difícil precisão. Ao considerar um exercício em que um dos atores é uma célula terrorista, o nível de imprevisibilidade, como vimos, aumenta

exponencialmente. Todavia, como este trabalho mostra, consegue-se retratar bem os conceitos de teoria dos jogos com a racionalidade em cima de atos terroristas, por meio da inteligência artificial. Para a aplicação desse sistema, valores foram atribuídos para os recursos de ataque, defesa e valores de alvo de forma empírica, mediante ponderações. A maior dificuldade permaneceu na definição dos valores para os alvos, o que convida à realização de estudos mais aprimorados necessários para melhorar a ponderação dos valores.

Este trabalho chama atenção para o tema terrorismo, de extrema importância para um país às vésperas de sediar mais um evento de grande visibilidade internacional. Ainda, considerou-se que, apesar do perfil não conflitivo do Brasil no cenário internacional, o contexto de um grande evento, associado à relativa simplicidade da extração de ricina e sua abundância em território nacional, exorta análise sobre o risco de sucesso de um ataque terrorista usando este agente químico. Aqui propôs-se para o cálculo da probabilidade de risco uma combinação entre a teoria dos jogos e o modelo de Major. Ainda que reconhecendo as limitações de toda escolha metodológica, cumpre-se com a tarefa de suscitar o debate relevante não apenas para o exercício acadêmico, mas principalmente para a preparação das Forças de Saúde e Segurança no Brasil.

Dada a complexidade do tema e as limitações, este estudo não esgota o assunto ou apresenta modelos fechados, e, sim, oferece caminhos analíticos possíveis e que convidam à continuação de pesquisas para o seu refinamento. Trata-se, portanto, de contribuir para um debate em construção.

Colaboradores

Raffagnato CG (0000-0001-7426-3864)*, Cardoso TAO (0000-0002-5430-7273)*, Fontes FV (0000-0001-6791-5270)*, Carpes MM (0000-0002-7581-2973)*, Cohen SC (0000-0001-6228-6583)* e Calçada LA (0000-0001-6018-9800)* contribuíram igualmente para a elaboração do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Ganor B. *Global Alert: The Rationality of Modern Islamist Terrorism and the Challenge to the Liberal Democratic World*. New York: Columbia University Press; 2019.
2. Schmid A. Terrorism: The Definitional Problem. *J Internat Law*. 2004; 36(2):375-419.
3. Prabha K. Defining terrorism. *Strategic Analysis*. 2000; 24(1):125-35.
4. Estados Unidos da América. Resolução nº 1.378. S/RES/1373 [internet]. Washington, DC: Security Council; 28 Set 2001. [acesso em 2018 dez 2]. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N01/557/43/PDF/N0155743.pdf>.
5. Estados Unidos da América. Resolução nº 1.540. S/RES/1540. Washington, DC. Security Council. 28 Abr 2004. [acesso em 2018 dez 2]. Disponível em: [https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/1540%20\(2004\)](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/1540%20(2004)).
6. Global Terrorism Database [internet]. Baltimore: University of Maryland; 2001 [acesso em 2018 nov 30]. Disponível em: <https://www.start.umd.edu/gtd/search/>.
7. Cardoso TAO, Vieira DN. Bacillus anthracis como ameaça terrorista. *Saúde debate*. 2015; 40(107):1138-48.
8. Brasil. Decreto Legislativo nº 373, de 25 de setembro de 2013. Aprova a Política Nacional de Defesa. *Diário Oficial da União*. 26 Set 2013.
9. Parnell GS, Burk RC, Merrick JRW. Intelligent Adversary Modeling of Homeland Security Networks. In: 63^o Annual Conference and Expo of the Institute of Industrial Engineers; 2013 May18-22; San Juan, Puerto Rico. New York: Curran Associates; 2013. p. 2038-47.
10. Pita R, Ishimatsu S, Robles R. Actuación sanitaria en atentados terroristas con agentes químicos de guerra: más de diez años después de los atentados con sarín en Japón (1a parte). *Emergencias* 2007; 19:323-36.
11. Audi J, Belson M, Patel M, et al. Ricin poisoning: a comprehensive review. *Journal Am. Medical Assoc*. 2005; 294(18):2342-51.
12. Musshoff F, Madea B. Ricin poisoning and forensic toxicology. *Drug Test Anal*. 2009; 1(4):184-91.
13. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed. *The EFSA Journal*. 2008; 726(1):1-38.
14. Severino LS. O que sabemos sobre a torta de mamona. Campina Grande: Embrapa; 2005.
15. Centers for Disease Control And Prevention. *Emergency Preparedness and Response. Bioterrorism Agents/Diseases*; 2018. Atlanta: CDC; 2018. [acesso em 2018 ago 10]. Disponível em: <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>.
16. Centers for Disease Control And Prevention. The National Institute for Occupational Safety and Health. *Emergency Response Safety and Health Database. RICIN: Biotoxin*; 2011. Atlanta: CDC; 2011. [acesso em 2018 ago 10]. Disponível em: https://www.cdc.gov/niosh/ershdb/emergencyresponsecard_29750002.html
17. Fonseca NBS, Blanco BS. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. *Semina: Ciênc. Agrárias* 2014; 35(3):1415-24.
18. Sousa RB, Oliveira SEM, Santos MC, et al. Ricina e a Convenção para Proibição de Armas Químicas no Brasil. *Virtual Quím*. 2014; 6(3):744-60.
19. Garland T, Bailey EM. Toxins of concern to animals and people. *Rev Sci Tech* 2006; 25(1):341-51.
20. Sturm MB, Schramm VL. Detecting ricin: sensitive

- luminescent assay for ricin Achain ribosome depurination kinetics. *Anal Chem* 2009; 81(8):2847-53.
21. Sehgal P, Khan M, Kumar O, et al. Purification, characterization and toxicity profile of ricin isoforms from castor beans. *Food Chem Toxicol* 2010; 48(11): 3171-6.
 22. Godoy MG, Fernandes KV, Gutarra MLE, et al. Use of VERO cell line to verify the biot detoxification efficiency of castor bean waste. *Process Biochemistry* 2012; 47(4):578-84.
 23. Spivak L, Hendrickson RG. Ricin. *Critical Care Clinics*. 2005; 21(4):815-24.
 24. Mackinnon PJ, Alderton MR. An investigation of the degradation of the plant toxin, ricin, by sodium hypochlorite. *Toxicon* 2000; 38(2):287-91.
 25. Major JA. Advanced Techniques for Modeling Terrorism Risk. *J Risk Finance* 2002; 4(1):15-24.
 26. Sartini BA, Garbugio G, Bortolossi HJ, et al. Uma Introdução a Teoria dos Jogos. In: *Anais da II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática*; 2004 Out 25-29; Salvador. Salvador: UFBA; 2004. p. 18-36.
 27. Silva KC, Inácio TVP, Blum GG. Teoria dos Jogos: uma análise da aliança Isis-Boko Haram. *Geograp. Opportuno Temp*. 2017; 3(1):116-23.
 28. Fricker RDJ. Game Theory in an Age of Terrorism: How Can Statisticians Contribute? In: Wilson AG, Wilson GD, Olwell DH, editors. *Statistical Methods in Counterterrorism. Game theory, modeling, syndromic surveillance and biometric authentication*. New York: Springer; 2018. p. 3-7.
 29. Woo G. Insuring Against Al-Qaeda. In: *Insurance Project Workshop*; 2003. Cambridge: National Bureau of Economic Research; 2003. Massachusetts. 2003. p. 1-14. [acesso em 2018 ago 10]. Disponível em: <http://www.nber.org/~confer/2003/insurance03/woo.pdf>.

Recebido em 01/05/2019
Aprovado em 14/08/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Panorama da pesquisa sobre tratamento e reúso de efluentes da indústria de antibióticos

Overview of research on the treatment and reuse of effluents from the antibiotics industry

Antônio Carlos de Lima Rocha¹, Débora Cynamon Kligerman¹, Jaime Lopes da Mota Oliveira¹

DOI: 10.1590/0103-11042019S312

RESUMO Este trabalho realizou uma revisão integrativa de artigos científicos indexados entre 2007 e 2017 em diferentes bases de dados sobre o tratamento e o reúso de efluentes provenientes da indústria de antibióticos. Foram encontrados 31 artigos, sendo que somente 4 abordaram o reúso de efluente, e 1 utilizou um sistema de tratamento em escala real. A maior parte desses estudos foi realizado na Ásia, com destaque para a China. Observa-se que, no Brasil, que é um dos grandes produtores e consumidores de fármacos do mundo, esse tipo de pesquisa ainda é incipiente. Os processos mais encontrados foram os oxidativos avançados que mostraram maior eficiência na remoção de antibióticos, mas podem gerar subprodutos, o que pode representar um risco ainda maior dependendo da substância formada. Os processos biológicos devem ser primeiramente aclimatados aos antibióticos para não serem impactados, entretanto, a liberação desses micro-organismos resistentes no corpo receptor também apresenta um risco ambiental. Os sistemas integrados de membranas ao biológico também foram bem eficientes, mas atenta-se ao risco na destinação final dessas membranas que foram capazes de reter esses compostos. No geral, são necessários mais estudos sobre essa abordagem para reduzir os riscos no desenvolvimento de micro-organismos multirresistentes no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE Indústria farmacêutica. Antibacterianos. Tratamento de efluentes industriais. Farmacorresistência bacteriana. Uso de águas residuárias.

ABSTRACT *This work carried out an integrative review of scientific articles indexed between 2007 and 2017 in different databases on treatment and reuse of effluents from the antibiotic industry. Thirty-one articles were found and only four addressed effluent reuse, and one used a full-scale treatment system. Most of these studies were conducted in Asia, with emphasis on China. In Brazil, which is one of the largest producers and consumers of drugs in the world, this type of research is still incipient. The most commonly found processes were oxidative advanced processes that showed greater efficiency in removing antibiotics, but may generate by-products, which might pose an even greater risk depending on the substance formed. Biological processes must first be acclimated to antibiotics in order not to be*

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
ac.limarocho@gmail.com



impacted, however, the release of these resistant microorganisms into the water bodies also presents an environmental risk. Biological integrated membrane systems were also very efficient, but attention should be given to the risk in the final destination of these membranes that were able to retain those compounds. Overall, further studies on this approach are needed to reduce the risks of developing multi-resistant microorganisms in the environment.

KEYWORDS *Drug industry. Anti-bacterial agents. Industrial effluent treatment. Drug resistance, bacterial. Wastewater use.*

Introdução

No conceito moderno, saneamento compreende ações de abastecimento de água, de gestão de resíduos (sólidos, líquidos e/ou gasosos), de drenagem urbana, de uso racional do solo e do controle de doenças transmissíveis. Tais ações são essenciais para o bem-estar físico, mental e social da população¹. Desse modo, a não realização de qualquer uma dessas ações pode decorrer em prejuízos à saúde humana e ambiental. Um importante componente com efeitos diretos na saúde humana é a coleta e o tratamento de efluentes. O Brasil apresenta valores alarmantes em relação a esse componente: em 2017, o País coletou 74% dos esgotos gerados e tratou somente 46%, o que totaliza 4,2 bilhões de m³ de esgoto doméstico não tratados sendo descartados nos diferentes mananciais².

A coleta e o tratamento de efluentes domésticos são de responsabilidade do poder público, podendo ser concedido a uma empresa privada, mas fiscalizada pelos órgãos de controle. Um tipo de efluente muito crítico e que merece atenção é o industrial, em que a responsabilidade pela sua coleta e tratamento é do gerador.

Esse efluente pode ser lançado na rede de coleta pública ou em corpos receptores de acordo com as definições durante o licenciamento ambiental da empresa³. Destaca-se que os efluentes oriundos da indústria farmacêutica podem representar riscos à saúde humana⁴⁻⁶. O aumento no consumo de produtos farmacêuticos e o incentivo na ampliação do parque farmacêutico levam a uma maior geração de efluentes com resíduos de fármacos⁷⁻⁹.

A indústria farmacêutica brasileira apresenta lucros financeiros superiores às demais atividades produtoras, tendo à sua frente apenas a indústria automobilística. O setor farmacêutico obteve, em 2018, um crescimento de 6,1% em produção com relação a 2017¹⁰. Tal resultado produtivo se deve ao fato de o Brasil ter registrado um aumento acumulado de 10,8% no consumo de produtos farmacêuticos entre 2014 e 2018, com previsão de chegar de 15% a 18% até 2023. Isso tira o País da sétima colocação no mercado mundial de fármacos em 2018 para a quinta na relação dos 20 maiores consumidores de medicamentos do mundo como mostra o *quadro 1*¹¹.

Quadro 1. Classificação dos vinte países com maiores gastos com fármacos em relação aos Estados Unidos da América mostrando a estimativa de ascensão do Brasil de 2013 a 2023

2013		2018		2023	
Classificação	País	Classificação	País	Classificação	País
1º	EUA	1º	EUA	1º	EUA
2º	China	2º	China	2º	China
3º	Japão	3º	Japão	3º	Japão
4º	Alemanha	4º	Alemanha	4º	Alemanha
5º	França	5º	França	5º	Brasil
6º	Itália	6º	Itália	6º	Itália
7º	Reino Unido	7º	Brasil	7º	França
8º	Brasil	8º	Reino Unido	8º	Reino Unido
9º	Espanha	9º	Espanha	9º	Índia
10º	Canadá	10º	Canadá	10º	Espanha
11º	Índia	11º	Índia	11º	Canadá
12º	Coréia do Sul	12º	Coréia do Sul	12º	Rússia
13º	Austrália	13º	Rússia	13º	Coréia do Sul
14º	Rússia	14º	Austrália	14º	Turquia
15º	México	15º	México	15º	Argentina
16º	Arábia Saudita	16º	Polônia	16º	Austrália
17º	Polônia	17º	Turquia	17º	México
18º	Bélgica	18º	Arábia Saudita	18º	Polônia
19º	Países Baixos	19º	Argentina	19º	Arábia Saudita
20º	Suíça	20º	Bélgica	20º	Vietnam

Fonte: IQVIA, 2019¹¹.

Dentre os fármacos mais utilizados, destacam-se os antibióticos. De acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS), só em 2016 a população brasileira consumiu 22,75 doses diárias de antibióticos para cada mil habitantes¹². A OMS aponta ainda que, entre os 65 países no mundo, o Brasil é o 19º colocado do *ranking* de consumo de antibiótico e o maior entre os países das Américas¹².

O elevado consumo de antibióticos deve-se ao fato de este medicamento ter proporcionado à população uma nova esperança contra diversas moléstias. Entretanto, os micro-organismos podem se adaptar às condições do meio, passando a desenvolver certa resistência

aos antibióticos, sendo necessário o desenvolvimento de novas substâncias ou ainda o seu uso conjugado¹³⁻¹⁵. Alerta-se também para o desenvolvimento de micro-organismos multirresistentes que se tornou uma preocupação na atualidade. Como consequência, a OMS tem realizado a busca por novos antibióticos para evitar que as populações voltem a morrer em decorrência de infecções antes controladas¹⁶. Se nada for feito, estima-se que 10 milhões de pessoas possam morrer por alguma doença causada por micro-organismos multirresistentes até 2050¹⁷. Estudos ambientais vêm levantando evidências de aumento na resistência antimicrobiana por micro-organismos

encontrados em rios, mares e áreas costeiras que podem ter sido desenvolvidas pela presença de antibióticos oriundos do descarte de efluentes¹⁸⁻²⁰.

O efluente da indústria farmacêutica é normalmente composto por águas de lavagem das linhas de produção, resíduos da produção e sobras de substâncias removidas de máquinas e equipamentos²¹. Ele apresenta características específicas que podem variar em função dos produtos que são fabricados pela unidade industrial. O efluente gerado pela produção de antibióticos pode carrear resíduos do princípio ativo. Desse modo, este resíduo deve primeiramente passar por um processo de inativação ou eliminação desse princípio ativo para evitar que ele seja carreado para o ambiente.

Diferentes processos podem ser utilizados para o tratamento de efluentes industriais farmacêuticos. Dentre as tecnologias mais difundidas e menos onerosas, destacam-se os processos biológicos²², mas a eficiência desses processos em degradar esses compostos pode ser questionável. Em alguns casos, é necessária a utilização de outros processos combinados aos biológicos, como os processos físicos e químicos. Processos químicos e físico-químicos são mais eficientes do que os biológicos na remoção de substâncias refratárias como os fármacos²³. A adsorção por carvão ativado, a hidrólise ácida ou alcalina e a oxidação por ozônio são exemplos de processos promissores na remoção e/ou degradação de resíduos de fármacos²⁴.

O nível de tratamento a ser adotado pela indústria está associado às exigências legais de lançamento e ao padrão de qualidade que se deseja obter do efluente tratado²⁴. Em relação à regulamentação brasileira quanto ao lançamento de fármacos no meio ambiente, há uma necessidade de sua adequação, principalmente devido às novas evidências de efeitos à biota selvagem e ao homem^{25,26}. No entanto, os países da União Europeia já possuem normatização para o tema²⁷⁻²⁹.

Outro componente importante nas ações de saneamento é o abastecimento de água. A escassez e a baixa disponibilidade hídrica

representam os desafios da humanidade moderna. Destaca-se que, dentre as atividades humanas, o setor industrial é considerado o terceiro maior consumidor de recursos hídricos no mundo³⁰.

Na indústria farmacêutica, a água deve ter níveis de pureza adequados aos seus múltiplos usos. A água utilizada na produção, por exemplo, deve estar tratada ao nível de água purificada; enquanto os demais setores de apoio, como as unidades de utilitários, os laboratórios de controle e os setores de pesquisa e desenvolvimento, exigem níveis diferentes de qualidade da água^{30,31}. Desse modo, destaca-se a importância de uma gestão dos recursos hídricos na indústria farmacêutica.

A gestão integrada da água (água consumida e efluente gerado) na indústria de maneira eficaz pode reduzir o risco de poluição ambiental e contribuir para um menor consumo hídrico. Uma das maneiras de reduzir o consumo de água no setor industrial é o reúso de efluentes tratados. Enquanto setores da petroquímica e de alimentos já vêm realizando vários trabalhos sobre esse tema, pouco se conhece sobre essa prática na indústria farmacêutica³⁰. Por outro lado, a indústria farmacêutica deve estar atenta ao risco desse reúso à saúde pública e à atividade produtiva.

As modalidades de reúso podem ser adotadas de acordo com a necessidade da indústria. O reúso indireto é o mais comum, em que os efluentes tratados são lançados em rios e lagos e, posteriormente, captados, tratados e utilizados. O reúso direto está relacionado com o uso dos efluentes de uma determinada atividade em outra com menor exigência. No geral, é muito comum o reúso de efluentes industriais em torres de resfriamento, jardinagem, lavagem de pátios e calçadas, água para sanitários e nas atividades de construção civil. Para usos mais específicos da indústria, como no próprio processo fabril, esses efluentes devem passar por um tratamento adequado à qualidade exigida para sua aplicação, observando os riscos que essa prática pode ter³²⁻³⁴. Logo, deve ser avaliada a eficiência do tratamento de efluentes para

os diferentes tipos de reúso, principalmente aqueles contendo resíduos de fármacos³⁵.

Em vista disso, este artigo traz uma revisão bibliográfica integrativa sobre os estudos realizados no tratamento de efluentes na indústria farmacêutica de antibióticos e na possibilidade de reúso desse efluente tratado.

Metodologia

Este artigo foi elaborado por meio de uma revisão bibliográfica integrativa³⁶⁻³⁸. Foram utilizados como critérios de inclusão para esta revisão artigos indexados escritos na língua portuguesa, inglesa ou espanhola, no período de 2007 a 2017, recuperados a partir da busca por descritores e de palavras-chave nas bases Science Direct, Scopus, Web of Science, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) por intermédio do sítio eletrônico do Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

A partir da seleção dos descritores e das palavras-chave, a recuperação de referências nas bases indexadas foi realizada por duas formas de busca. A primeira foi composta pelos termos *'antibiotic' AND 'wastewater treatment' OR 'industrial effluents treatment' OR 'industrial waste' AND 'recycling' OR 'reuse'* que são vocabulários controlados pelo DeCS e pelo MeSH. Esses indexadores foram utilizados em todas as bases de busca, exceto na base PubMed,

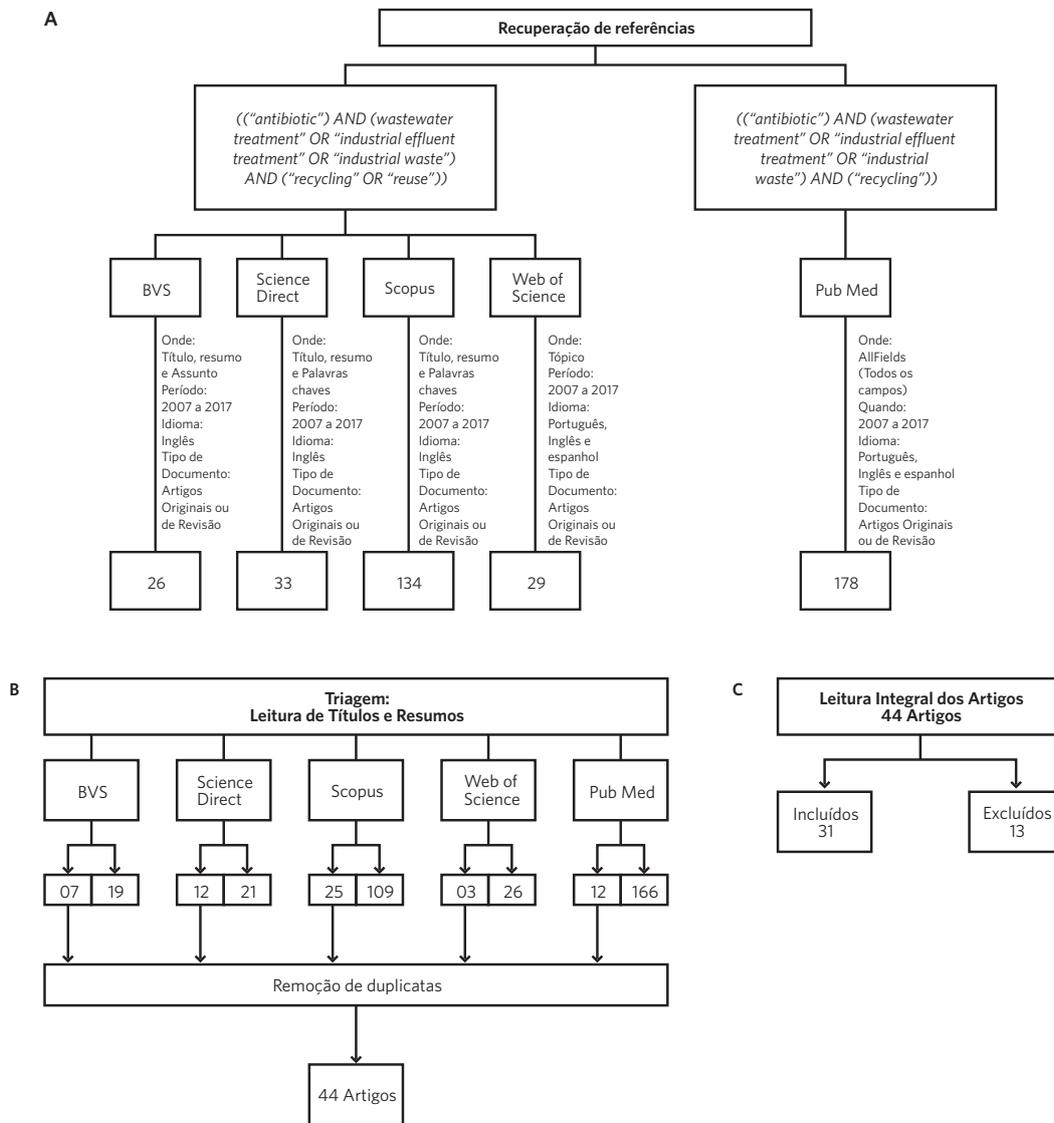
na qual o termo 'reuse' foi excluído, pois não agregou nenhum resultado.

Após a recuperação das publicações, foi realizado um processo de triagem a partir da leitura do título e do resumo, adotando como critério de inclusão a presença de dados sobre 'tratamento de efluentes industriais da produção de antibióticos'. Apesar da utilização dos filtros oferecidos pelas bases de dados, foram observados livros, artigos de opinião e patente, que também foram retirados após a leitura detalhada do título e do resumo. Uma segunda avaliação foi realizada com o auxílio do Programa Zotero Standalone[®] para a exclusão das referências em duplicata. Ao final dessa triagem, foi realizada a leitura integral dos artigos, sendo excluídos, artigos de acesso restrito ou pagos ou, ainda, que apresentaram informações divergentes ao objeto deste estudo.

Resultados

A partir dos critérios de busca e dos filtros utilizados nas bases de dados, foram catalogadas 400 referências como mostra a *figura 1*. Com a leitura do título e do resumo desses artigos, foram excluídos 341 artigos que apresentavam temas divergentes do proposto neste trabalho. Dos 59 restantes, 15 estavam em duplicata e foram excluídos (*figura 1B*), assim, ficaram 44 artigos. Por fim, com a leitura na íntegra somente 31 artigos foram selecionados (*figura 1C*).

Figura 1. Caminho utilizado para a realização da revisão integrativa. (A) mostra como foi a recuperação dos artigos baseados nos descritores utilizando as bases BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), Science Direct, Scopus, Web of Science e PubMed; (B) a triagem a partir da leitura do título e do resumo dos artigos obtidos bem como a remoção de artigos duplicados; (C) mostra a exclusão a partir da leitura integral dos artigos triados

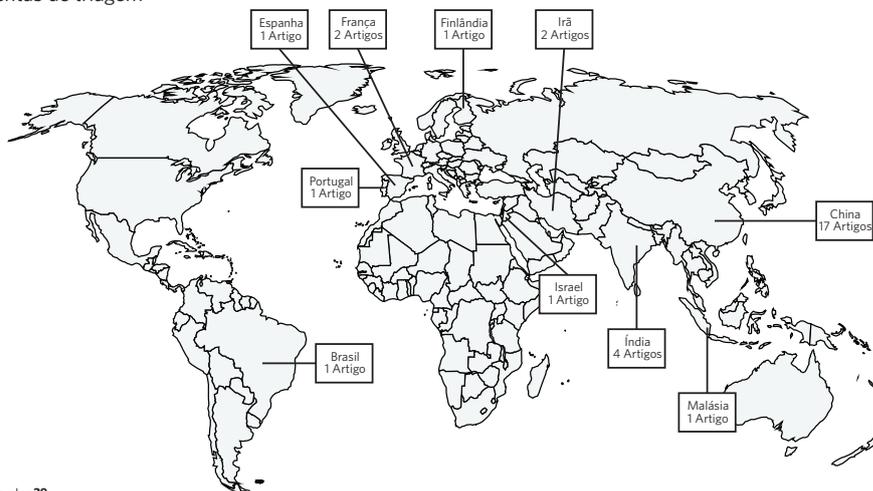


Fonte: Rocha³⁹.

Dos trabalhos encontrados sobre este assunto, a maior parte foi realizada na China (17 artigos), seguida da Índia (4), França e Irã (2 cada); e Brasil, Espanha, Finlândia, Israel, Malásia e Portugal (1 cada) como mostra a *figura 2*. A partir da categorização dos processos de tratamento de efluentes, foram

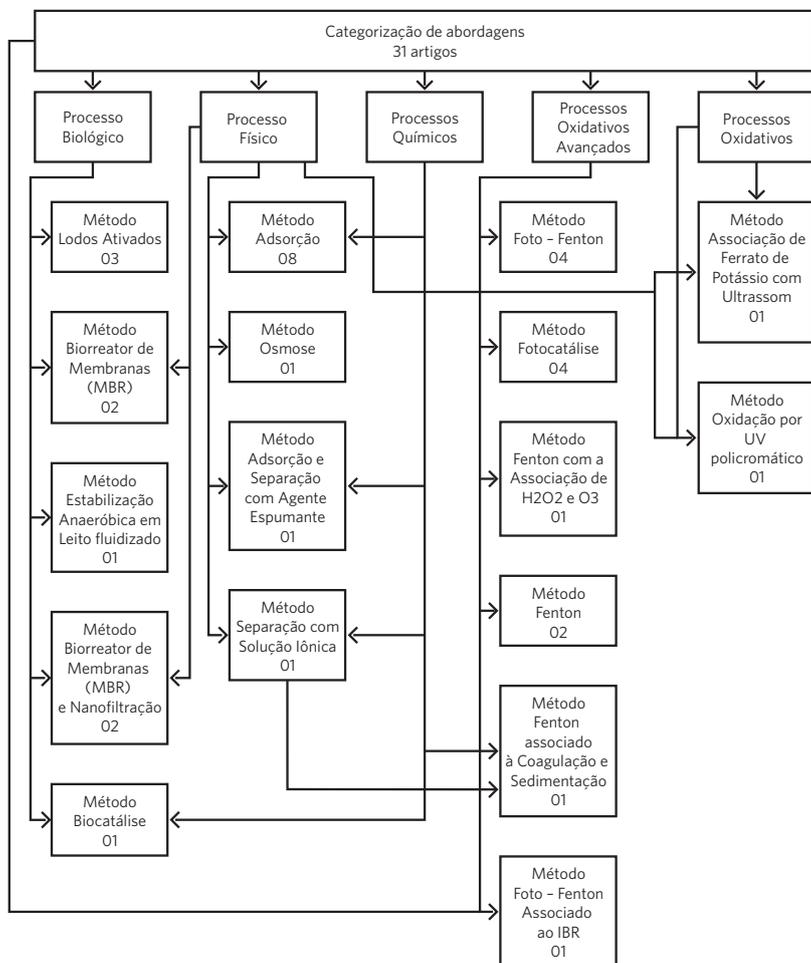
encontrados 9 artigos que abordavam processos biológicos: em que 4 eram com processos estritamente biológicos – 3 por lodo ativado e 1 por reatores anaeróbios; 4 integravam o biológico ao físico usando membranas; e 1 associou o sistema biológico com o químico por biocatálise como mostra a *figura 3*.

Figura 2. Distribuição geográfica dos 31 artigos que foram incluídos pela revisão integrativa após a aplicação de todas as ferramentas de triagem



Fonte: Rocha³⁹.

Figura 3. Categorização em função dos tipos de sistema de tratamento aplicado no artigo encontrado por processo: biológico, físico, químico, oxidativo avançado e oxidativo



Fonte: Rocha³⁹.

Dos demais trabalhos, somente 1 artigo usou processo exclusivamente físico por osmose reversa, 10 artigos utilizaram processos físico-químicos, sendo 8 de adsorção, 1 de separação por agente espumante e adsorção e 1 de separação com uso solução iônica. Dos artigos encontrados que usaram os processos oxidativos, 1 foi pelo método de oxidação pelo ferrato de potássio com ultrassom e 1 pela oxidação por UV policromático. Entre os 13 artigos que testaram os Processos Oxidativos Avançados (POA) em seus trabalhos, 11 foram exclusivos de POA, destes, 2 pelo método de Fenton, 4 por foto-Fenton, 1 por peróxido de hidrogênio e ozônio e 4 por fotocatalise. Além desses, 2 artigos utilizaram POA associado a outros tipos de processos: um utilizou Fenton associado a coagulação/sedimentação e o outro aplicou foto-Fenton com reator biológico de biomassa imobilizada.

Destaca-se ainda que foram obtidos somente quatro trabalhos que abordaram sobre a possibilidade de reúso desses efluentes. Todos esses estudos encontrados utilizaram POA como alternativa de tratamento.

Discussão

A maior parte dos trabalhos sobre tratamento de efluentes da produção de antibióticos ocorreu na China. Este resultado pode expressar notória expansão econômica após a sua abertura comercial, além da necessidade de adequação a leis de patentes que permitiram a reprodução de diversos produtos industrializados, inclusive os fármacos. Essa evolução econômica abarcou o setor farmacêutico, principalmente no âmbito da produção de insumo farmacêutico ativo⁴⁰⁻⁴². Outros dados que chamam a atenção referem-se a 25 trabalhos terem sido desenvolvidos na Ásia, 5 na Europa e somente 1 nas Américas. Considerando o nível de produção e consumo de fármacos que vem sendo refletido em nível mundial, deveria haver mais estudos sobre essa abordagem, principalmente no Brasil e nos Estados Unidos. Por outro lado, estudos sobre a ocorrência de

fármacos em água superficial e na água para consumo humano na Europa e nos Estados Unidos vêm mostrando a importância no monitoramento desses resíduos²⁶. Além disso, normas e procedimentos reforçam os cuidados que essas nações demandam para evitar que os seus recursos hídricos contenham esses tipos de resíduos^{43,44}. No entanto, mesmo sobre essa temática, existem poucas pesquisas no Brasil²⁶.

Os POA, seguidos por membranas isoladas ou integradas a sistemas biológicos (Biorreatores de Membrana – MBR), foram os mais citados nos artigos encontrados. Os processos puramente biológicos apareceram em quatro trabalhos encontrados. De fato, os processos de tratamento mais utilizados, seja para efluentes domésticos ou industriais, são os biológicos. Enquanto o sistema por lodo ativado é o que atende a maior parte da população brasileira, os reatores anaeróbios são os mais utilizados no setor industrial. No entanto, há dúvidas se o processo biológico é efetivo na remoção/degradação de antibióticos. Os mecanismos de eliminação/remoção dos resíduos de antibiótico de efluentes por processos biológicos podem ocorrer pela incorporação dos compostos na biomassa de lodo (sorção) ou pela biodegradação⁴⁵.

Abassi et al.⁴⁶ observaram que a presença de resíduos de ampicilina, amoxicilina e ciprofloxacina no efluente industrial provocou uma redução da concentração de micro-organismos no lodo do processo de lodo ativado.

A aclimação ou a exposição prolongada de resíduos de antibióticos aos micro-organismos pode aumentar sua resistência a esses compostos, melhorando a sua capacidade de degradação dessas substâncias, como na comparação de Estações de Tratamento de Efluentes Industriais e Sanitários contendo antibióticos à base de fluorquinolonas⁴⁵⁻⁴⁷. No entanto, esse procedimento pode ser um risco, pois esses micro-organismos presentes nesse lodo podem carrear essa resistência para o meio ambiente. Destaca-se ainda que essa aclimação não é garantia de que esses micro-organismos possam desenvolver a capacidade

de biodegração desses compostos. Saravanne e Sundararaman⁴⁸ utilizaram MBR com biomassa aclimatada para tratar resíduos de cefalexina, e isso resultou na geração dos metabólitos ácido 7-amino-3-desacetoxitocalosporânico e ácido fenil acético. Outra alternativa testada no estudo com MBR foi com a adição de enzimas para favorecer a degradação dos antibióticos. No entanto, além do alto custo, esse procedimento pode não ser efetivo para um amplo espectro de antibióticos⁴⁵.

A degradação de resíduos de fármacos por processos biológicos apresenta melhor desempenho com a associação a outros processos, como oxidativos ou físicos. Sistori et al.⁴⁹ tiveram efetiva redução na concentração do ácido nalidixico do efluente utilizando Reatores de Biomassa Imobilizada associados com foto-Fenton. No entanto, esse processo gerou compostos metabólitos com maior potencial tóxico, podendo ser um risco aos ecossistemas aquáticos. Wang et al.⁵⁰ utilizaram MBR com nanofiltração e observaram um decaimento da concentração de espiramicina, sendo relacionada com a transferência de massa da fase líquida para a fase sólida retida na membrana, que ocorre também no sistema de tratamento por osmose. Apesar da boa eficiência observada por estudos utilizando processos com membranas, é observada uma transferência desses resíduos, logo, há uma demanda para o tratamento adequado dessas membranas⁵⁰⁻⁵².

Processos de extração adotando fases apolares ou espuma que favorecem a remoção por processos líquido-líquido também foram encontrados nessa busca. Almeida et al.⁵³ analisaram o potencial de remoção de fluoroquinolonas a partir da adição de uma solução iônica no efluente. A diferença da polaridade entre essas soluções (extratora e efluente) fez com que os resíduos de antibióticos fossem removidos do efluente para a solução extratora. Kou et al.⁵⁴ utilizaram flotação acoplado à separação por adsorção para a remoção (recuperação) de estreptomicina. Outros autores também testaram processos de adsorção para

a remoção de resíduos de antibióticos como dioxíciclina⁵⁵; amoxicilina⁵⁶; gatifloxacina⁵⁷; cefalexina, cefradina⁵⁸, sulfametoxazol⁵⁹; tetraciclina^{60,61} e cirprofloxacina⁶². O custo ambiental e financeiro de transferir o contaminante de fase pode ser extremamente alto, pela necessidade de outros processos que degradem efetivamente os resíduos nessas novas matrizes.

Pode-se observar ainda a transferência de fase do contaminante em processos de oxidação que utilizam meio suporte, como na aplicação da fotocatalise em meio suporte para a remoção de oxitetraciclina⁶³, tetraciclina⁶⁴ e deoxitetraciclina⁶⁵. Esse processo não apresentou a eliminação completa dos antibióticos, entretanto, a fotocatalise sem meio suporte degradou 100% dos resíduos de antibióticos⁶⁵. Já a oxidação fotolítica que demanda apenas da fonte luminosa não foi eficiente para eliminação do sulfametoxazol, oxtetraciclina e ciprofloxacina⁶⁶.

Os processos oxidativos podem ainda estar integrados a agentes físicos ou químicos, como o estudo de Zhang et al.⁶⁷ que testou ferrato de potássio com ultrassom para a degradação de sulfadiazina, sulfamazina e sulfametoxazol. Contudo, esse processo não foi tão efetivo para a eliminação completa desses compostos.

Muitos autores citam que os POA são os mais promissores para a degradação de resíduos de fármaco, pois são capazes de gerar radicais livres ($\bullet\text{OH}$) que possuem alto potencial oxidativo. No entanto, muitos dos artigos encontrados nesta busca mostram que esses processos e suas associações não atingiram a redução de 100% de concentração dos antibióticos. Os seguintes métodos foram encontrados: Fenton para remoção de amoxicilina⁵⁶, cefiprome, latamofex, azitreonam, cefoperazone, cefatrizine, propilenoglicol, ceftazidima⁶⁸ e sulfametoxazol⁶⁹; foto-Fenton associado a um catalisador heterogêneo à base de ferro e cério na presença de peróxido de hidrogênio sob a irradiação de luz ultravioleta para remoção da tetrataciclina em efluente⁷⁰; e eletro-foto-Fenton, eletro-Fenton e irradiação

ultravioleta para degradar a tetraciclina⁷¹. Vale destacar ainda a aplicação do Fenton associado a peróxido de hidrogênio e ao ozônio que contribuiu para a degradação completa de sulfametoxazol, sulfadimetoxina, sulfametazina, eritromicina e tartarato de tilosina⁷². Todos esses processos, além de não realizar a mineralização completa dos antibióticos, citam a formação de outros compostos (subprodutos de degradação) que podem apresentar características tóxicas ou expressar resistência semelhante ao composto original⁷³.

Dos 31 artigos recuperados, apenas 2 apresentaram técnicas capazes de eliminar completamente os resíduos de antibióticos testados^{56,73}, 27 demonstraram algum nível de remoção e 2 não foram eficientes. Os trabalhos que realizaram a associação entre o sistema biológico por lodo ativado com outros processos apresentaram boa eficiência na remoção dos antibióticos, o que mostra que esse caminho pode ser bastante promissor.

Uma observação que merece destaque é que apenas um artigo foi realizado em sistema de tratamento em escala real, demonstrando que alguns dos métodos testados pelos demais trabalhos podem sofrer variações consideráveis ao serem submetidos a escalas maiores.

A partir da análise desses resultados, manifesta-se a necessidade de medidas urgentes na normatização para o lançamento de efluentes contendo antibióticos. Além disso, deve-se ter maiores incentivos na pesquisa e na implementação de métodos eficazes em reduzir o risco de contaminação ambiental por esses resíduos em alinhamento com a situação de emergência apresentada pela OMS.

Ressalta-se que, em 2015, a OMS convocou todos os países para elaborarem Planos de Ação Nacionais para Conter a Resistência Antimicrobiana; e, em 2018, o Brasil publicou o seu plano que contou com a colaboração do Ministério da Saúde e do Meio Ambiente. Salienta-se que esse plano tem proximidade com a atual demanda ambiental da implementação de logística reversa para antibióticos, não abordando a problemática do efluente líquido

da produção farmacêutica industrial⁷⁴.

Das 31 referências recuperadas pela revisão integrativa, apenas 4 avaliaram a possibilidade de reúso de efluentes tratados da produção de antibióticos. Esses estudos utilizaram como método de tratamento a associação Fenton/coagulação/sedimentação⁶⁸, fotólise⁶⁶ e MBR com nanofiltração^{50,51}. Portanto, existe um número reduzido de trabalhos buscando a reutilização de efluentes tratados pela indústria farmacêutica. Esse fato pode estar relacionado com as exigências sanitárias para uso de água nessa tipologia industrial⁷⁵. Entretanto, são observados outros trabalhos que aplicaram a reutilização de efluentes em diversas tipologias industriais, estando a critério de cada unidade fabril a melhor forma de aplicação da prática de reúso. O reúso de efluentes é relatado em atividades industriais que, por critérios de qualidade, não sejam incorporados ao produto, sendo evidenciado com maior frequência o reúso de efluentes após tratamentos específicos em torres de refrigeração e caldeiras⁷⁶⁻⁷⁹.

A indústria de reciclagem de plástico é capaz de reutilizar 100% dos efluentes gerados. Esses efluentes da pré-lavagem e lavagem de plásticos e os esgotos sanitários são direcionados ao sistema de tratamento de águas residuárias, e o efluente tratado é somado a águas pluviais precipitadas sobre a indústria, as quais retroalimentam o processo produtivo⁸⁰. Desse mesmo modo, a indústria têxtil também é capaz de reutilizar seus efluentes a partir do pós-tratamento do efluente por processo oxidativo avançado⁸¹. O reúso de efluentes já é praticado inclusive na indústria de produção de alimentos⁸²⁻⁸⁴. Além dos processos industriais, outros segmentos também já realizam a prática de reúso, como o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, em que os efluentes tratados são direcionados às torres de resfriamento, reduzindo o consumo mensal de até 33 mil m³ de água⁸⁵. Por conseguinte, são necessários mais estudos sobre reúso de efluentes tratados principalmente na indústria farmacêutica.

Considerações finais

A partir desta revisão, é possível concluir que, nesses dez anos de pesquisa, poucos estudos foram encontrados sobre tratamento de efluentes oriundos da indústria de antibióticos, principalmente nos países de maior consumo e produção de fármacos. Enquanto a China desponta nas pesquisas sobre esse assunto, o Brasil que ascende no *ranking* das indústrias farmacêuticas, gerou pouco conhecimento com essa abordagem.

Destaca-se ainda que menos de 5% dos trabalhos encontrados foram desenvolvidos em sistemas em escala real, o que é um resultado negativo uma vez que somente dessa forma é possível entender sobre o comportamento de antibióticos em sistemas de tratamento já instalados.

Os processos mais testados para remoção/degradação de antibióticos foram os oxidativos avançados (35%) seguido dos físico-químicos (32%) e, por último, os estritamente biológicos (13%). Destaca-se que muitos trabalhos utilizaram processos combinados, inclusive obtendo boas eficiências frente aos sistemas isolados. Os sistemas com pior desempenho foram os estritamente biológicos, enquanto os oxidativos avançados foram os melhores. Poucos trabalhos utilizaram sistemas estritamente de membranas (3%), mas, sim, com a combinação ao sistema biológico (MBR) em que tiveram boas eficiências de remoção.

Um dos problemas para os sistemas biológicos é o impacto desses poluentes na microfauna do lodo, pois, uma vez aclimatados, podem carrear essa resistência aos antibióticos ao meio ambiente. Quando bem ajustados, os processos oxidativos avançados promovem boa eficiência na degradação dos antibióticos, no entanto, eles podem gerar subprodutos desconhecidos ou ainda com potencial tóxico maior que o poluente original. Assim, é necessária

uma avaliação da toxicidade e dos possíveis efeitos desses subprodutos nos ecossistemas aquáticos. Por outro lado, os sistemas por membranas são eficientes na remoção desses compostos que ficam retidos na membrana; com isso, observa-se uma transferência desses poluentes que depois são descartados como resíduos sólidos nas membranas. Essa mesma observação deve ser feita aos processos de adsorção por carvão ativado.

Esta revisão mostra que ainda são incipientes as pesquisas sobre reúso de efluentes em indústrias farmacêuticas; sobretudo as produtoras de antibióticos. O século XXI será marcado pelo desafio da escassez hídrica; e um dos meios de amenizar esse problema é o reúso de água e efluentes nas atividades produtoras como a industrial.

Por fim, no Brasil, não existem limites legais para o lançamento de efluentes com resíduos de antibióticos no meio ambiente. No entanto, essa prática representa um risco à saúde ambiental, podendo favorecer o desenvolvimento de bactérias multirresistentes.

Colaboradores

Rocha ACL (0000-0001-7243-7832)* contribuiu substancialmente para a concepção, o planejamento, a análise e interpretação dos dados, elaboração do rascunho e revisão crítica do conteúdo, bem como da aprovação da versão final do manuscrito. Kligerman DC (0000-0002-7455-7931)* contribuiu substancialmente para a concepção, o planejamento, a análise e interpretação dos dados e revisão do manuscrito. Oliveira JLM (0000-0002-0361-3457)* contribuiu substancialmente para a concepção, o planejamento, a análise e interpretação dos dados e revisão do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Brasil. Medida Provisória nº 868 de 27 de dezembro de 2018. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e dá outras providências. [internet]. Diário Oficial da União. 28 Dez 2018. [acesso em 2019 jan 19]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv868.htm.
2. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2017. [internet]. Brasília, DF: MDR; 2019. [acesso 2019 mar 11]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>.
3. Hammer MJ. Water and wastewater technology. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1996.
4. Monteiro SC, Boxal L. Occurrence and Fate of Human Pharmaceuticals in the Environment. In: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, vol 202. New York: Springer; 2010. p. 53-154.
5. Sangion A, Gramatica P. Hazard of pharmaceuticals for aquatic environment: Prioritization by structural approaches and prediction of ecotoxicity. *Environ Int.* 2016; (95):131-143.
6. Wang J, Wang S. Removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from wastewater: a review. *J Environ Manage.* 2016; (182):620-640.
7. Moraes DSL, Jordao BQ. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Rev Saúde Pública.* 2002; 36(3):370-374.
8. Cordi L, Assalin MR, Diez MC, et al. Montagem, partida e operação de um sistema de lodos ativados para o tratamento de efluentes: parâmetros físico-químicos e biológicos. *Rev Eng Ambiental.* 2008; 5(1):97-115.
9. Gadelha CAG, Vargas MA, Maldonado JMS, et al. O Complexo Econômico-Industrial da Saúde no Brasil: formas de articulação e implicações para o SNI em saúde. *Rev Bras Inov.* 2013; 12(2):251-282.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores. Pesquisa Industrial Mensal. Produção Física Brasil 2018. [internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2019. [acesso em 2019 mar 25]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/228/pim_pibr_2018_dez.pdf.
11. IQVIA Institute for Human Data Science . The Global Use of Medicine in 2019 and Outlook to 2023: Forecasts and Areas to Watch [internet]. EUA: IQVIA; 2019. [acesso em 2019 fev 25]. Disponível em: <https://www.iqvia.com/institute/reports/the-global-use-of-medicine-in-2019-and-outlook-to-2023>.
12. World Health Organization. Report on surveillance of antibiotic consumption: 2016-2018 early implementation [internet]. Geneva:WHO; 2018. [acesso em 2019 fev 22]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/277359/9789241514880-eng.pdf>.
13. García-Rey C, Martín-Herrero J E, Baquero F. Antibiotic consumption and generation of resistance in *Streptococcus pneumoniae*: the paradoxical impact of quinolones in a complex selective landscape. *Clin. Microbiol Infect.* 2006; 12(3):55-66.
14. Collignon C, Uroz S, Turpault MP, et al. Seasons differently impact the structure of mineral weathering bacterial communities in beech and spruce stands. *Soil Biol Biochem.* 2011; 43(10):2012-2022.
15. Walsh CT, Timothy WA. Prospects for new antibiotics: a molecule-centered perspective. *J Antibiot.* 2014; 67(1):7-22.
16. World Health Organization. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. [internet]. Geneva: WHO; 2014. [acesso em 2019 jan 21]. Disponível em: <https://www.who.int/drugresistance/documents/surveillancereport/en/>.

17. O'Neill J, Davies S, Rex J, et al. Review on antimicrobial resistance, tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. [internet]. London: Wellcome Open Res; 2016. [acesso em 2019 jan 4]. Disponível em: https://amr-review.org/sites/default/files/160518_Final%20paper_with%20cover.pdf.
18. Halling-Sorensen B, Nielsen N S, Lanzky PF, et al. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment - A review. *Chemosphere*. 1998; 36(2):357-394.
19. Sanderson H, Johnson DJ, Reitsma T, et al. Ranking and prioritization of environmental risks of pharmaceuticals in surface waters. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2004; 39(2):158-183.
20. Baquero F, Martínez JL, Cantón R. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Curr Opin Biotechnol*. 2008; 19(3):260-5.
21. Giordano G, Surerus V. Efluentes Industriais – Estudo de Tratabilidade. Rio de Janeiro: Publit; 2015.
22. Guimarães JR, Maniero MG. Tratamento de água e efluentes líquidos. In: Rosa AH, Fraceto LF, Moschini-Carlos V. Meio ambiente e sustentabilidade. Porto Alegre: Bookmam; 2009. p. 322-345.
23. Almeida E, Assalin MR, Rosa MA. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. *Quím Nova*. 2004; 27(5):818-824.
24. Caldwell DJ, Mertens B, Kappler K, et al. A risk-based approach to managing active pharmaceutical ingredients in manufacturing effluent. *Environ Toxicol Chem*. 2016; 35(4):813-822.
25. Blair BD, Crago JP, Hedman CJ, et al. Evaluation of a model for the removal of pharmaceuticals, personal care product, and hormones from wastewater. *Sci Total Environ*. 2013; 444:515-21.
26. Cunha DL, Silva SMC, Bila DM, et al. Regulamentação do estrogênio sintético 17 α -etinilestradiol em matrizes aquáticas na Europa, Estados Unidos e Brasil. *Cad. Saúde Pública*. 2016; 32(3):1-13.
27. European Commission. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000. Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy [internet]. Official Journal European Union. 22 Dez 2000. [acesso em 2018 fev 20]. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>.
28. European Commission. Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy [internet]. Official Journal of the European Union. 24 Dez 2013. [acesso em 2018 fev 20]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/39/oj>.
29. European Commission. Decision 2015/495/EC of 20 March 2015 establishing a watch list of substances for Union-wide monitoring in the field of water policy pursuant to Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council [internet]. Official Journal of the European Union. 24 Mar 2015. [acesso em 2018 fev 20]. Disponível em: http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2015/495/oj.
30. Andrade BAS, Lacerda PSB, Oliveira JLM. Viabilidade técnica de reúso de efluente gerado do sistema de osmose reversa em uma indústria farmacêutica. *Rev Ambient Água* [internet]. 2017 [acesso em 2019 fev 19]; 12(5):694-707. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1980>.
31. Franco L, Bilotta P. Implantação de um Laboratório de Análise da Qualidade da Água e Efluentes de uma Indústria Farmacêutica. *Rev Gest Indus*. 2014; 10(2):393-405.
32. Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo. Manual de Conservação e reúso de Água em Edificações. São Paulo: SINDUSCON; 2005.
33. Mierzwa JC, Rodrigues LB, Silva M. Manual de Conservação e Reúso de Água na Indústria [internet]. Rio de Janeiro: Sistema FIRJAN; 2015. [acesso em 2018 fev 20]. Disponível em: <http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9215B0DC4012164A77509221B.htm>.

34. Eslamian A, Eslamian F, Eslamian S. Water Reuse Guidelines for Industry. In: Eslamian S. Urban Water Reuse Handbook, Boca Raton, Flórida: CRC Press. 2016. p. 187-194.
35. Melo SAS, Trovó AG, Bautitz IR, et al. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. *Quím Nova*. 2009; 32(1):188-197.
36. Cooper HM. Integrating research: Applied social research methods series. A guide for literature reviews. 2. ed. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications; 1989.
37. Souza MT, Silva MD, Carvalho R. Revisão Integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*. 2010; 8(supl1):102-106.
38. Dyniewicz AM. Metodologia da pesquisa em saúde para iniciantes. 2. ed. São Caetano do Sul: Difusão; 2009.
39. Rocha ACL. Principais processos de tratamento de efluentes da produção de antibióticos e seu potencial reuso na indústria farmacêutica. 82 f. [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2018.
40. Ding J, Xue Y, Liang H, et al. From imitation to innovation: A study of China's drug R&D and relevant national policies. *J. Technol. Manag Innov*. 2011; 6(2):1-13.
41. Chitour H-L. Big Pharma in China - the driving forces behind their success - A qualitative analysis. *Chinese Stud*. 2013; 2(4):169-1773.
42. Delgado IG. Política industrial para os setores farmacêutico, automotivo e têxtil na China, Índia e Brasil. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2015.
43. Bila DM, Dezotti M. Fármacos no meio ambiente. *Quím. Nova*. 2003; 26(4):523-530.
44. Oliveira NB, Kligerman DC, Lacerda P, et al. Revisão dos dispositivos legais e normativos internacionais e nacionais sobre gestão de medicamentos e de seus resíduos. *Ciênc. Saúde Colet*. [internet]. [acesso em 2019 abr 15]. Disponível em: <http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/revisao-dos-dispositivos-legais-e-normativos-internacionais-e-nacionais-sobre-gestao-de-medicamentos-e-de-seus-residuos/16331?id=16331>.
45. De Cazes M, Abejón R, Belleville M-P, et al. Membrane Bioprocesses for Pharmaceutical Micropollutant Removal from Waters. *Membranes*. 2014; 4(4):692-729.
46. Abbassi BE, Saleem MA, Zytner RG, et al. Antibiotics in wastewater: Their degradation and effect on wastewater treatment efficiency. *J Food Agric Environ*. 2016; 14(3-4):95-9.
47. Marathe NP, Shetty SA, Shouche YS, et al. Limited Bacterial Diversity within a Treatment Plant Receiving Antibiotic-Containing Waste from Bulk Drug Production. *PLoS ONE*. 2016; 11(11):e0165914.
48. Saravanane R, Sundararaman S. Effect of loading rate and HRT on the removal of cephalosporin and their intermediates during the operation of a membrane bioreactor treating pharmaceutical wastewater. *Environ Technol*. 2009; 30(10):1017-22.
49. Sirtori C, Zapata A, Oller I, et al. Decontamination industrial pharmaceutical wastewater by combining solar photo-Fenton and biological treatment. *Water Res*. 2009; 43(3):661-8.
50. Wang J, Li K, Wei Y, et al. Performance and fate of organics in a pilot MBR-NF for treating antibiotic production wastewater with recycling NF concentrate. *Chemosphere*. 2015; 121:92-100.
51. Wang J, Wei Y, Li K, et al. Fate of organic pollutants in a pilot-scale membrane bioreactor-nanofiltration membrane system at high water yield in antibiotic wastewater treatment. *Water Sci Technol*. 2014; 69(4):876-81.
52. Gholami M, Mirzaei R, Kalantary RR, et al. Performance evaluation of reverse osmosis technology for

- selected antibiotics removal from synthetic pharmaceutical wastewater. *Iranian J Environ Health Sci Eng.* 2012; 9(1):19.
53. Almeida HFD, Freire MG, Marrucho IM. Improved extraction of fluoroquinolones with recyclable ionic-liquid-based aqueous biphasic systems. *Green Chem.* 2016; 18(9):2717-2725.
54. Kou Q-Y, Li J, Zhao B, et al. Recovery of streptomycin sulfate from the wastewater using foam fractionation coupled with adsorption separation for reusing sodium dodecyl sulfate. *J Chem Technol Biotechnol.* 2015; 90(5):874-879.
55. Li J, Ng DHL, Ma R, et al. Eggshell membrane-derived MgFe₂O₄ for pharmaceutical antibiotics removal and recovery from water. *Chem Eng Res Des.* 2017; 126:123-133.
56. Pachauri P, Falwariya R, Vyas S, et al. Removal of amoxicillin in wastewater using adsorption by powdered and granular activated carbon and oxidation with hydrogen peroxide. *Nat Environ Pollut Technol.* 2009; 8(3):481-488.
57. Yao H, Lv Z, Zhou Y, et al. Experiment of gatifloxacin adsorption by sludge activated carbon. *J Residuals Sci Technol.* 2009; 6(4):171-177.
58. Li S, Yang Q, Ye Y. Preparation of activated carbon from herbal residues and kinetics of cephalosporin antibiotic adsorption in wastewater. *Bio Resources.* 2017; 12(2):2768-2779.
59. Han X, Liang C, Li T, et al. Simultaneous removal of cadmium and sulfamethoxazole from aqueous solution by rice straw biochar*. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2013; 14(7):640-649.
60. Acosta R, Fierro V, Martinez de Yuso A, et al. Tetracycline adsorption onto activated carbons produced by KOH activation of tyre pyrolysis char. *Chemosphere.* 2016; (149):168-176.
61. Liu M, Hou L, Yu S, et al. MCM-41 impregnated with A zeolite precursor: Synthesis, characterization and tetracycline antibiotics removal from aqueous solution. *Chem Eng J.* 2013; 223(100):678-87.
62. Wang F, Yang B, Wang H, et al. Removal of ciprofloxacin from aqueous solution by a magnetic chitosan grafted graphene oxide composite. *J Mol Liq.* 2016; (222):188-194.
63. Priya B, Shandilya P, Raizada P, et al. Photocatalytic mineralization and degradation kinetics of ampicillin and oxytetracycline antibiotics using graphene sand composite and chitosan supported BiOCl. *J Mol Catal Chem.* 2016; (423):400-413.
64. Li W, Li T, Li G, et al. Electrospun H₄SiW₁₂O₄₀/cellulose acetate composite nanofibrous membrane for photocatalytic degradation of tetracycline and methyl orange with different mechanism. *Carbohydr Polym.* 2017; 168:153-162.
65. Chen M, Chu W. Degradation of antibiotic norfloxacin in aqueous solution by visible-light-mediated C-TiO₂ photocatalysis. *J Hazard Mater.* 2012; 15(219-220):183-189.
66. Avisar D, Lester Y, Mamane H. pH induced polychromatic UV treatment for the removal of a mixture of SMX, OTC and CIP from water. *J Hazard Mater.* 2010; 175(1-3):1068-1074.
67. Zhang Y, Marrs CF, Simon C, et al. Wastewater treatment contributes to selective increase of antibiotic resistance among *Acinetobacter* spp. *Sci Total Environ.* 2009; 407(12):3702-3706.
68. Xing Z-P, Sun D-Z. Treatment of antibiotic fermentation wastewater by combined polyferric sulfate coagulation, Fenton and sedimentation process. *J Hazard Mater.* 2009; 168(2-3):1264-1268.
69. Dehghani S, Jonidi Jafari A, Farzadkia M, et al. Sulfonamide antibiotic reduction in aquatic environment by application of fenton oxidation process. *Iranian J Environ Health Sci Eng.* 2013; 10(1):29.
70. Ya-ping Z, Cheng-guang J, Ran P, et al. Heterogeneous photo-assisted Fenton catalytic removal of

- tetracycline using Fe-Ce pillared bentonite. *J Cent South Univ.* 2014; 21(1):310-316.
71. Liu S, Zhao X, Sun H, et al. The degradation of tetracycline in a photo-electro-Fenton system. *Chem Eng J.* 2013; (231):441-448.
 72. Lin AY-C, Lin C-F, Chiou J-M, et al. O₃ and O₃/H₂O₂ treatment of sulfonamide and macrolide antibiotics in wastewater. *J Hazard Mater.* 2009; 171(1-3):452-458.
 73. Deschamps E, Vasconcelos O, Lange L, et al. Management of effluents and waste from pharmaceutical industry in Minas Gerais, Brazil. *Braz J Pharm Sci.* 2012; 48(4):727-736.
 74. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Plano de Ação da Vigilância Sanitária em Resistência aos Antimicrobianos [internet]. Brasília, DF: Anvisa; 2018. [acesso em 2019 mar 3]. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/documents/3487091/3697444/Plano+de+a%C3%A7%C3%A3o+da+vigil%C3%A2ncia+sanit%C3%A1ria/09f85d62-bc23-4ccf-8c86-0a6431a355f9>.
 75. Linninger AA, Chakraborty A, Colberg RD. Planning of waste reduction strategies under uncertainty, *Comp. Chem. Eng.* 2000; 24(2-7):1043-1048.
 76. Asano T. Planning and implementation of water reuse projects. *Water Sci. and Techn.* 1991; 24(9):1-10.
 77. Crook J, Surampalli RY. Water reclamation and reuse criteria in the U.S. *Water Sci. and Techn.* 1996; 33(10-11):451-462.
 78. Mujeriego R, Asano T. Tratamento avançado em esgotos, água recuperada e reúso. *Water Sci. and Techn.* 1999; 40:1-9.
 79. Mancuso PC, Santos HF. Reúso de água. São Paulo: Manole; 2003.
 80. Bordonalli ACO, Mendes CGN. Reúso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD. *Eng Sanit Ambient.* 2009; 14(2):235-244.
 81. Nagel-Hassemer M, Coral LA, Lapolli FR, et al. Processo UV/H₂O₂ como pós-tratamento para remoção de cor e polimento final em efluentes têxteis. *Quím Nova.* 2012; 35(5):900-9004.
 82. Casani S, Rouhany M, Knochel S. A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry. *Water Res.* 2005; 39(6):1134-46.
 83. Vourch M, Alanec B, Chaufer B, et al. Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse. *Desalination.* 2008; 219(1-3):190-202.
 84. Suárez A, Fidalgo T, Riera FA. Recovery of dairy industry wastewaters by reverse osmosis. Production of boiler water, *Sep Purif Technol.* 2014; (133):204-211.
 85. Carvalho DD, Machado BJJ. Reúso de efluentes em torres de resfriamento-estudo conceitual: Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. *Acta Scient Technol.* 2010; 32(3):295-302.

Recebido em: 24/04/2019
Aprovado em: 04/09/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Bioterrorismo: capacitar para responder

Bioterrorism: empower to respond

Ana Paula Chein Bueno de Azevedo¹, Simone Cynamon Cohen¹, Telma Abdalla de Oliveira Cardoso¹

DOI: 10.1590/0103-11042019S313

RESUMO A utilização de agentes biológicos com a finalidade de aterrorizar inimigos surgiu há muitos séculos. Essa ação foi popularizada como bioterrorismo. Ataques bioterroristas são perigosos devido ao envolvimento de diversos fatores, como a forma silenciosa na qual pode ocorrer, o tipo e a forma de transmissão do agente biológico utilizado, dependendo do objetivo do ataque. Para prevenção da contaminação por esses agentes, os profissionais que irão atuar no seu combate devem possuir conhecimentos a respeito dos mecanismos de ação e de disseminação desses patógenos, bem como a adequada forma de sua neutralização e eliminação; além de saber escolher os equipamentos de proteção, tanto de uso individual quanto coletivo, adequados. Diante disso, tais equipes de ação necessitam ser bem capacitadas e treinadas. O objetivo deste estudo foi analisar, na literatura, os modos de treinamentos existentes no mundo para os profissionais de primeira resposta aos ataques envolvendo agentes Químico, Biológico, Radiológico ou Nuclear (QBRN). A partir de uma revisão integrativa, encontraram-se três artigos, em um período de 20 anos. Conclui-se que são muito escassos os estudos nessa área e que mais pesquisas e treinamentos para este tipo de evento devem ser realizados no mundo inteiro.

PALAVRAS-CHAVE Bioterrorismo. Biossegurança. Bombeiros.

ABSTRACT *The use of biological agents for the purpose of terrorizing enemies dates back many centuries. This terror action with the use of biological agents became popularized as Bioterrorism. Bioterrorist attacks are dangerous due to various factors involved, such as the silent way in which it may occur, or the type of biological agent that can be used depending on the purpose of the attack. To prevent contamination by these agents, the professionals who will act to combat these events should have knowledge about the varieties of mechanisms of actions and dissemination of the pathogens, as well the best way to neutralize and eliminate them; besides, they should have known how to choose appropriate protection equipment, both for individual and collective protection. Thus, it is necessary that such action teams be well empowered and trained. The purpose of this paper is to analyze, in the existing literature, what are the training modes in the world for first responders to attacks involving Chemical, Biological, Radiological or Nuclear (CBRN) agents. Thus, an integrative review was made based on 3 articles found in a period of 20 years. It is concluded that studies in this field are minimal and that more research and training for this kind of event should be carried out worldwide.*

KEYWORDS *Bioterrorism. Biosafety. Firefighters.*

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
ana.paula.azevedoo@gmail.com



Introdução

O uso de agentes biológicos como armas de guerra não é uma novidade da era moderna. Embora não seja fácil datar o início do uso de armas biológicas, evidências apontam que, na era pré-cristã, por volta de 300 a.C., os gregos usavam cadáveres de animais para contaminar os poços de água dos inimigos. Em um período posterior, durante a batalha de Tortona, na Itália, em 1155, corpos de soldados e animais mortos foram usados para contaminar poços de água pelas tropas do Imperador Barbarossa¹. No século XIV, durante o cerco da cidade de Kaffa (agora Feodosiya, na Ucrânia) pelos tártaros, espalhou-se uma epidemia de peste quando os sitiados catapultaram cadáveres de seus companheiros mortos dentro das muralhas da cidade de Kaffa².

Na história mais recente, durante a guerra franco-indiana, em 1763, o exército britânico utilizou cobertores contaminados com varíola para presentear os nativos indígenas³.

Na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento e avanço da área da microbiologia, houve o aumento do interesse militar pela utilização dos agentes biológicos como armas bélicas⁴.

Durante a Primeira Guerra Mundial, o exército alemão infectou bovinos e equinos com *Burkholderia mallei* e *Bacillus anthracis* com a intenção de exportá-los para a tropa inimiga⁵. No Japão, uma unidade militar especial, a Unidade 731, foi fundada para realizar experimentos infectando seres humanos vivos com diversos tipos de agentes biológicos. Na Segunda Guerra Mundial, o Japão lançou bombas recheadas de pulgas e moscas infectadas com cólera, febre tifoide e peste bubônica nos assentamentos chineses⁶.

É importante ressaltar que, conceitualmente, existem diferenças entre guerra biológica e bioterrorismo. Apesar de ambos os eventos ocorrerem por meio da liberação intencional de um agente biológico, na guerra biológica, tem-se como alvo primário os militares, visando à destruição em massa das forças

inimigas. O bioterrorismo, por outro lado, tem como alvo uma população heterogênea, visando atingir diferentes extratos, para causar paralisia social por meio de terror, pânico, ansiedade, medo, confusão e insegurança⁷⁻⁹.

Esses eventos só serão possíveis quando houver o envolvimento de um ou mais patógenos (vírus, bactérias, fungos ou toxinas de organismos vivos) e um veículo para a disseminação¹⁰⁻¹². Ressalta-se que os agentes biológicos podem ser organismos geneticamente modificados para aumentar suas características e potencializar o poder do ataque bioterrorista. Esses episódios tornam-se ainda mais perigosos quando os alvos são seres humanos devido ao fato de que, normalmente, a liberação dos agentes dar-se-á de forma silenciosa, ou seja, sem que haja explosão de bombas ou qualquer outro tipo de artefato explosivo, o que torna difícil a detecção da ocorrência do evento e facilita a disseminação dos agentes biológicos⁹.

Fatores como patogenicidade, alteração genética, resistência a drogas, modo de transmissão, endemicidade, disponibilidade de medidas terapêuticas e profiláticas, entre outras, são considerados na escolha do agente biológico. Todavia, os patógenos também podem ser escolhidos de acordo com o objetivo do ataque, ou seja, causar pânico ou incerteza na população, ou causar altas taxas de letalidade ou de morbidade, ou até mesmo pelo seu potencial de causar danos econômicos^{13,14}.

A avaliação de risco dos agentes biológicos, sob o enfoque da biossegurança, é necessária para a determinação do que se considera risco, seu potencial, determinação das causas e medidas a serem tomadas para minimizá-lo, eliminá-lo ou controlá-lo. Essas medidas são conhecidas como barreiras de contenção, que podem ser primárias e secundárias. As barreiras de contenção primárias visam proteger os profissionais contra a exposição aos agentes de risco por meio da utilização de procedimentos e de Equipamentos de Proteção: Individual (EPI) e Coletiva (EPC)¹⁵. Já as barreiras de contenção secundárias estão relacionadas com às características ambientais, construtivas e

arquitetônicas dos locais de trabalho, e irão variar dependendo do risco de transmissão e de disseminação dos agentes que serão manipulados em cada espaço.

O Centers for Disease Control and Prevention (CDC) classifica os agentes biológicos em três categorias (A, B e C), de acordo com critérios que determinam a potencialidade de seu uso como armas biológicas¹⁶. Na categoria A, estão os agentes biológicos que são facilmente disseminados, causam altas taxas de letalidade e geram grande impacto à saúde pública, como *variola major*, *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Clostridium botulinum* e *Francisella tularensis*. Na categoria B, estão os agentes biológicos de fácil disseminação, com taxa de morbidade moderada e baixa taxa de letalidade, como *Coxiella burnetti*, *Salmonella spp.*, *Shigella dysenteriae*, *Escherichia coli* e *Vibrio cholerae*. Já na categoria C estão os agentes emergentes, que podem ser manipulados por meio da engenharia genética, podendo ser facilmente obtidos, produzidos e disseminados, possuindo altas taxas de morbidade, letalidade e potencial para causar grandes impactos nos sistemas de saúde, como o vírus Nipah, Hantavírus, vírus da Febre Amarela e *Mycobacterium tuberculosis* resistente a múltiplas drogas.

Quando há casos de suspeita de um evento Químico, Biológico, Radiológico ou Nuclear (QBRN), várias agências serão acionadas dentro do seu nível de competência, com o intuito de preservar a saúde e a segurança dos envolvidos no evento¹⁷, evitando agravamento da situação. Os profissionais dessas agências são da área da saúde, como médicos e enfermeiros, profissionais de defesa civil, bombeiros militares, militares das forças armadas, polícia federal entre outros¹⁸.

Os bombeiros realizam a primeira resposta, com o resgate das vítimas, isolamento da área afetada, identificação do local atingido e descontaminação dessa região¹⁹. Esses procedimentos são realizados mediante o estabelecimento de quatro perímetros, que irão auxiliar na contenção e proteção necessários.

Esses perímetros são denominados: a) zona quente, área onde o evento ocorreu e de máxima contaminação; b) zona morna, área de transição, onde ocorrem os procedimentos de descontaminação; c) zona fria, área livre de contaminação, onde ficam localizados o posto de comando da operação e outras áreas de suporte e logística; e d) zona de exclusão, área onde devem permanecer pessoas e instituições que não estão envolvidas com o ocorrido²⁰⁻²².

A discussão a respeito do treinamento adequado dos profissionais de primeira resposta ainda é pouco realizada. Não há um plano de ação único, em que estejam descritos os procedimentos de atuação dos profissionais de primeira resposta QBRN principalmente relacionados com o bioterrorismo, que, entre os eventos QBRN, é o mais difícil de detecção.

Destarte, o objetivo deste estudo é analisar o que tem sido publicado nas últimas décadas em relação aos modelos de treinamentos dos profissionais de primeira resposta para eventos de bioterrorismo.

Material e métodos

Este é um estudo exploratório descritivo, valorizando a revisão integrativa. Esse método busca revisar, sistematizar e analisar criticamente a literatura científica relacionada a um determinado tema, de modo sistemático ou ordenado, gerando novas perspectivas. Ou seja, busca construir uma análise sobre o que é conhecido na literatura, baseado em pesquisas anteriores, sobre o tema em questão, descrevendo as características de determinada população ou fenômeno ou, estabelecendo relações entre variáveis, auxiliando assim, na geração de conhecimentos ou na resolução de um problema²³⁻²⁷.

A questão norteadora da pesquisa foi: quais os aspectos metodológicos utilizados nos treinamentos para eventos de bioterrorismo dos profissionais de primeira resposta?

Para a seleção dos artigos, foram utilizadas as seguintes bases de dados: Medical Literature

Analysis and Retrieval System Online (Medline/Pubmed), Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (Ibecs), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), Cochrane e Scientific Eletronic Library Online (SciELO).

Foram utilizados os vocabulários estruturados empregados tanto pela Biblioteca Virtual

em Saúde, os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS); quanto pela United States National Library of Medicine (NLM), os descritores Medical Subject Headings Section (MESH). Utilizaram-se os operadores booleanos *OR* e *AND* (quadro 1). A busca foi realizada no período de 1999 a 2019, tendo sido executada no dia 25 de março de 2019.

Quadro 1. Estratégias de busca

Bases de dados	Estratégias de busca
Lilacs	(Bioterrorismo OR Terrorismo biológico OR Bioterrorism) AND (Bombeiros OR Polícia e Bombeiros em Desastres OR Firemen and Policemen in Disasters OR Firefighters)
Ibecs	
Medline	(Bioterrorismo OR bioterrorism) AND (Bombeiros OR Firefighters)
Cochrane	
SciELO	(Biossegurança OR Containment of Biohazards OR Biosafety) AND (Bioterrorismo OR Bioterrorism) AND (Bombeiros OR Firefighters)
	(Biossegurança OR Contenção de risco biológico OR Containment of Biohazards OR biosafety) AND (Bombeiros OR Polícia e Bombeiros em Desastres OR Firemen and Policemen in Disasters OR Firefighters)
	(Bioterrorismo OR Terrorismo biológico OR Bioterrorism OR Guerra Biológica OR Biological Warfare OR Armas Biológicas OR Biological Warfare Agents) AND (Bombeiros OR Firefighters)
	(Bioterrorismo OR Terrorismo biológico OR Bioterrorism OR Guerra Biológica OR Biological Warfare OR Armas Biológicas OR Biological Warfare Agents OR Biological Weapon OR Biological terrorism OR Biowarfare) AND (Bombeiros OR Firefighters)
PubMed	Bioterrorism AND (Firemen and Policemen in Disasters OR Firefighters)
Medline	Bioterrorism AND Firefighter
	(Bioterrorism OR Biological Warfare OR Biological Warfare Agents) AND (Firemen and Policemen in Disasters OR Firefighters)
	(Biological Warfare OR Biological Warfare Agents OR Biological weapon OR Biological terrorism) AND (Firemen and Policemen in Disasters OR Firefighters)

Fonte: Elaboração própria.

Para a seleção dos artigos, estabeleceram-se como critérios de inclusão: a) período de publicação; b) somente artigos; c) publicação nas línguas inglesa, portuguesa ou espanhola; e d) publicações disponibilizadas na íntegra. Como critérios de exclusão, adotaram-se: a) editoriais, cartas ao editor, resumos, comentários e notas prévias; b) publicações sem a especificidade de treinamentos para profissionais de primeira aos eventos de bioterrorismo; c) artigos com conteúdo de caráter geral; e d) artigos duplicados.

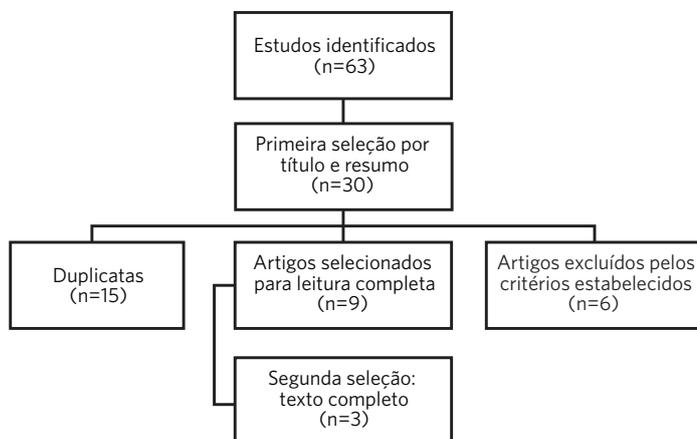
A primeira seleção foi realizada a partir da

leitura dos títulos e resumos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, que orientou a seleção dos artigos para leitura integral e análise dos textos.

Resultados e discussão

Encontraram-se 63 resultados nas bases de dados pesquisadas. Para a elegibilidade, foram analisados os critérios de inclusão no estudo. Por fim, ao serem retiradas as duplicadas, totalizaram três artigos a serem analisados (*figura 1*).

Figura 1. Resultados encontrados



Fonte: Elaboração própria.

Cada artigo identificado analisa o treinamento desses profissionais em um país (Estados Unidos, Alemanha e Reino Unido). Os autores dos artigos identificados, diante de diferentes circunstâncias, demonstraram que os profissionais responsáveis pela defesa civil em casos de eventos QBRN, sobretudo no bioterrorismo, não possuíam o treinamento adequado para responderem aos eventos. A partir desse despreparo, os governos locais de cada país começaram a desenvolver um planejamento e treinamento das equipes responsáveis por atender às emergências QBRN; e, por fim, verificou-se a eficácia desses planos.

O objetivo do estudo de Beaton e Johnson²⁸ foi testar a eficiência de um treinamento de preparo doméstico. Nesse estudo, participaram 610 profissionais de defesa civil dos Estados Unidos, divididos em quatro grupos: pré-treino, pós-treino, com treinamento doméstico e sem treinamento doméstico.

Com o intuito de descrever com realismo, foi feito um questionário para analisar a preparação doméstica e o conhecimento necessário para a operação de primeira resposta aos eventos. Treinamentos de 30 horas foram realizados, nos quais se avaliaram os resultados.

Obtidos antes e após o treinamento, os resultados demonstraram que é necessária a preparação para ataques terroristas envolvendo armas de destruição em massa e a importância desse treinamento.

Dessa forma, Beaton e Johnson²⁸ relatam que o Departamento de Defesa dos Estados Unidos, juntamente com outras agências governamentais americanas, criou esforços para providenciar um plano de preparo de primeiras respostas em centros urbanos voltados para ameaças químicas, biológicas e nucleares, ou que envolvam qualquer armamento de destruição em massa. O objetivo desse planejamento é o treinamento, educando cada profissional responsável pela primeira resposta nos centros urbanos, para que saibam responder a cada situação, especificamente reconhecendo sinais e sintomas de um ataque de uma arma de destruição em massa, identificando e implementando a resposta adequada para cada tipo de situação enfrentada.

O estudo de Lenz e Richter²⁹ teve como objetivo desenvolver e aplicar um instrumento de avaliação do desempenho dos profissionais do Corpo de Bombeiros da Alemanha durante exercícios simulados de bioterrorismo.

Houve a participação de 68 profissionais. Das 31 atividades realizadas nos exercícios, 20 foram executadas corretamente, e 1 não era aplicável ao contexto. Foram identificados problemas relativos à identificação e ao manuseio de materiais perigosos, à utilização de equipamentos de proteção e ao processo de descontaminação; demonstrando falta de treinamento adequado e problemas de comunicação e comando.

Com isso, Lenz e Richter²⁹ concluíram que é necessário mais treinamento para resposta aos incidentes com materiais biológicos, além de reavaliar constantemente seus procedimentos técnicos e habilidades específicas, bem como suas estruturas de comunicação e comando. Ademais, os autores também apontam para a necessidade de mais pesquisas relacionadas com o assunto e com o desenvolvimento de um sistema de avaliação que meça melhor os exercícios em escala real.

O estudo de Holdsworth, Bland e O'Reilly³⁰ discutiu a preparação tanto civil quanto militar em relação às emergências relacionadas com as ameaças QBRN. Tal discussão concentrou-se na preparação e na capacidade de resposta dos serviços de Defesa e Emergência do Reino Unido em cenários que poderiam ocorrer eventos QBRN, além de debaterem também os desafios futuros a serem enfrentados.

Os autores ressaltam que as ações em resposta às ameaças QBRN devem ser desenvolvidas em quatro áreas: prevenção, preparação, resposta e recuperação. No entanto, a experiência demonstra que ações na fase de recuperação de um incidente QBRN de grande escala, em tempo de paz, são muito limitadas. Enfatizam que a preparação para essa função é essencial para mitigar o objetivo dos terroristas; defendendo a necessidade de exercícios de treinamento em todos os níveis de resposta QBRN. Analisando todas as etapas dos exercícios, Holdsworth, Bland e O'Reilly³⁰ concluíram que existem desafios nas equipes de resposta relacionados com a falta de treinamento e do uso de equipamentos adequados.

Conclusões

Nos artigos analisados, observou-se que o tema bioterrorismo continua a ser uma ameaça credível, com um impacto potencialmente catastrófico. No Brasil, o Corpo de Bombeiros é responsável pelos primeiros atendimentos em um evento QBRN, porém, seu corpo técnico possui limitações em um possível grande evento. O problema envolvendo conhecimento, treinamento e técnica no que concerne aos eventos bioterroristas não é uma lacuna somente para o Brasil. Grandes nações, como Estados Unidos, Alemanha e Reino Unido, também lidam com dificuldades em relação ao tema de bioterrorismo, devido ao fato desse tipo de evento QBRN não ser tão facilmente identificado nos anos passados, o que leva a crer que é um evento com pouca probabilidade de ocorrência, o que de fato não é verdade.

Com o aumento da possibilidade de uso de armas biológicas para a realização de ataques bioterroristas, devido ao desenvolvimento de novas tecnologias e de novas armas de destruição em massa, com maior grau de letalidade e menor capacidade de rastreamento; as armas biológicas poderão ser utilizadas no lugar de outras armas não convencionais (como as armas químicas ou nucleares), o que faz com que o conhecimento a respeito de bioterrorismo ganhe destaque e necessite ser mais socializado.

O gerenciamento imediato do cenário, a liberação, o estabelecimento e a manutenção de um cordão de isolamento e o gerenciamento das vítimas são desafios significativos. A exigência de descontaminação em massa de um grande número de pessoas poderia aumentar rapidamente e precisa ser considerada. Para tanto, há de ter condições técnico-operacionais para isso, além de cuidados preventivos para evitar a contaminação de outros indivíduos e do meio ambiente. O entendimento e a comunicação interagências, nacionais e internacionais, são essenciais para otimizar a resposta e aumentar a capacidade de resposta.

Os profissionais de primeira resposta

precisam estar capacitados; para isso, é necessário que estudos e treinamentos sejam realizados e avaliados para que se possa determinar os pontos a serem reforçados na capacitação desses profissionais, visando ao aperfeiçoamento para garantir a própria segurança e da população a que estão protegendo.

O desenvolvimento de uma doutrina clara e de procedimentos operacionais padrão seguidos de exercícios, envolvendo todas as organizações de resposta para a prática de cenários de resposta, é fundamental para alcançar um estado de prontidão.

Por meio dos resultados desta pesquisa, pode-se perceber também a escassez de

estudos e publicações quanto a essa temática, o que a torna um assunto de grande importância e que necessita de maior visibilidade.

Colaboradores

Azevedo APCB (0000-0003-4202-4919)*, Cohen SC (0000-0001-6228-6583)* e Cardoso TAO (0000-0002-5430-7273)* contribuíram igualmente para a concepção, levantamento de dados, elaboração do rascunho e da redação, revisão crítica do conteúdo e aprovação da versão final do manuscrito. ■

Referências

1. Clarke R. *The Silent Weapons*. New York: David McKay Co; 1968.
2. Wheelis M. Biological Warfare at the 1346 Siege of Caffa. *Emerg Infect Dis*. 2002; 8(9):971-5.
3. Bhalla D, Warheith D. Biological agents with potential for misuse: ahistorical perspective and defense measures. *Toxicol Appl Pharm*. 2004; 199(1):71-84.
4. Davison N. *The Role of Scientific Discovery in the Establishment of the First Biological Weapons Programmes*. Bradford Scien. and Tec. Report. 2005; (5):1-27.
5. Redmond C, Pearce M, Manchee R. Deadly relic of the Great war. *Nature*. 1998; 393(6687):747-8.
6. Harris S. *Factories of Death: Japanese Biological Warfare, 1932-1945, and the American Cover-Up*. London: Routledge; 2002.
7. Cardoso DR, Cardoso TAO. Bioterrorismo: dados de uma história recente de riscos e incertezas. *Ciênc. Saúde Colet*. 2011; 16(1):3129-38.
8. Grayson ML. The difference between biological warfare and bioterrorism: Australia finally makes a start towards real preparedness for bioterrorism: *Bio-*

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

- gical warfare and bioterrorism. *Intern Med J.* 2003; 33(5-6):213-4.
9. Rebmann T. Infectious Disease Disasters: Bioterrorism, Emerging Infections, and Pandemics. In: Association for Professionals in Infection Control and epidemiology, organization. *Text of infection control & epidemiology.* Arlington: APIC; 2014. Chapter 120. p. 1-22.
 10. Tucker JB. The Current Bioweapons Threat. In: Hunger I, Radosavljevic V, Belojevic G, et al., organizadores. *Biopreparedness and Public Health* [internet]. Dordrecht: Springer Netherlands; 2013. p. 7-16. [acesso em 2018 out 21]. Disponível em: http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-007-5273-3_2.
 11. Vogel KM. Phantom menace or looming danger? a new framework for assessing bioweapons threats. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2013.
 12. Zalini Y. Combating and reducing the risk of biological threats. *J Def Secur.* 2010; 1(1):1-12.
 13. Pohanka M, Kuca K. Biological warfare agents. *Mol Clin Environ Toxicol.* 2010; 100(2):559-60.
 14. Tucker JB. Historical trends related to bioterrorism: An empirical analysis. *Emerg Infect Dis.* 1999; 5(4):498-504.
 15. Rocha SS. Conceitos Básicos em Biossegurança. In: Oda LM, Ávila SM, organizadores. *Biossegurança Em Laboratórios de Saúde Pública.* Brasília, DF: MS; 1998. p. 15-30.
 16. Center for Diseases Control and Prevention. *Emerging Infectious Diseases Related to Travel.* In: CDC Yellow Book. New York: Oxford University Press; 2018. Chapter 3. p. 139-424.
 17. Rambauske D, Cardoso TAO, Navarro MBMA. Bioterrorismo, riscos biológicos e as medidas de biossegurança aplicáveis ao Brasil. *Rev. Saúde Colet.* 2014; 24(4):1181-205.
 18. Pires LAA, Vasconcellos LCF, Bonfatti RJ. Bombeiros militares do Rio de Janeiro: uma análise dos impactos das suas atividades de trabalho sobre sua saúde. *Saúde debate.* 2017; 41(113):577-90.
 19. Brasil. Ministério da Saúde. *Classificação de Risco dos Agentes Biológicos.* 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2017.
 20. Brasil. Ministério da Saúde. *Plano de Contingência para Emergências em Saúde Pública por Agentes Químico, Biológico, Radiológico e Nuclear.* Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2014.
 21. Canadá. Cheminal, Biological, Radiological, Nuclear First Responder Training Program. *Basci Level Pre-Course Reading.* Ontario: Canadian Emergency Management College; 2018.
 22. Reino Unido. Department for Communities and Local Government. *Fire and rescue service operational guidance: incidents involving hazardous materials.* Londres: Department for Communities and Local Government; 2012.
 23. Brosseau L, Laroche C, Guitard P. The French-Canadian Version of the Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR) Tool. *Physioth. Canada.* 2017; 69(1):20-9.
 24. Whitmore R, Knafl K. *The integrative review: updated methodology.* Blackwell Publishing Ltd. 2005; 52(5):546-53.
 25. Mendes KD, Silveira RCC, Galvão C. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto contexto- enferm.* 2008; 17(4):758-64.
 26. Benefield L. Implementing evidence-based practice in home care. *Home healthc. nurse.* 2003; 21(12):804-11.
 27. Polit DF, Beck CT. The content validity index: Are you sure you know what's being reported? critique and recommendations. *Res Nurs Health.* 2006; 29(5):489-97.

28. Beatons R, Johnson C. Instrument Development and Evaluation of Domestic Preparedness Training for First Responders. *Prehosp Disaster Med.* 2002; 17(3):113-25.
29. Lenz M, Richter T. Disaster Response to the Release of Biohazardous Agents: Instrument Development and Evaluation of a Firefighte's Exercise. *Prehosp Disaster Med.* 2009; 24(3):197-205.
30. Holdsworth D, Bland S, O'Reilly D. CBRN Response and the Future. *J R Army Med Corps.* 2012; (158):58-63.

Recebido em 30/04/2019

Aprovado em 21/08/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

Desafios na gestão de resíduos de estabelecimentos de saúde públicos perante a RDC 222/18

Waste management challenges of public health facilities subject to RDC 222/18

Dionatan dos Santos Delevati¹, Maria Manuela Ritondale Sodre de Castro¹, Edi Franciele Ries¹, Valéria Maria Limberger Bayer¹, Verginia Margareth Possatti Rocha¹

DOI: 10.1590/0103-110420195314

RESUMO A RDC 222/18 representa um avanço na área da gestão dos resíduos de serviços de saúde, no entanto, alguns desafios precisam ser considerados para o alcance dos impactos esperados na saúde ambiental e na qualidade de vida da população. Nesta perspectiva, considerando que estabelecimentos de saúde públicos precisam ser regulados pelo órgão responsável no que se refere às adequações sanitárias, o presente estudo tem como propósito relatar a experiência acadêmica de um profissional de saúde na coleta de dados de inspeção sanitária para pesquisa nos estabelecimentos de saúde públicos de um município do Sul do Brasil e os desafios ante a RDC 222/18. Como material de observação, foi utilizado o roteiro de inspeção aplicado em 28 estabelecimentos de saúde públicos. As informações coletadas foram categorizadas conforme os desafios observados. Verificaram-se desafios na gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) relativos à ausência de plano de gerenciamento, falha no manejo, falta de abrigo externo, falhas na tomada de decisão e quanto à responsabilidade técnica. Evidenciou-se que, para o cumprimento da RDC 222/18 e seus consequentes impactos positivos, o tema necessita de maior visibilidade em meio aos profissionais da saúde, especialmente no campo da educação permanente.

PALAVRAS-CHAVE Resíduos de Serviços de Saúde. Vigilância sanitária. Inspeção sanitária. Saúde ambiental.

ABSTRACT RDC 222/18 represents an advancement in the area of health care waste management, however, some challenges need to be considered in order to achieve the expected impact on environmental health and quality of life of the population. In this perspective, considering that public health institutions need to be regulated by the body responsible for sanitary management, this study aims to report the academic experience of a health professional in gathering data related to sanitary inspections of public health services in a municipality in Southern Brazil and the challenges facing RDC 222/18. As an observation material, the inspection list applied in 28 public health care facilities were used. The obtained information was categorized according to the observed challenges. There were challenges in the management of Health Service Waste (RSS) related to the absence of a management plan, management failure, lack of external shelter, decision-making failures and technical responsibility. It was noted that, in order to comply with RDC 222/18 and its consequent positive impacts, this theme needs greater visibility amongst health professionals, particularly in the permanent education field.

KEYWORDS Medical waste. Health surveillance. Sanitary inspection. Environmental health.

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria (RS), Brasil. dionatandelelevati@gmail.com



Introdução

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), quando gerenciados inadequadamente, em quaisquer de seus processos de manejo, podem causar diversos danos à natureza, bem como ao meio ambiente, poluindo água, solo e ar, alterando fatores químicos, físicos e microbiológicos ambientais. Mesmo representando 1% de todos os resíduos gerados no País, os RSS são particularmente importantes pelo risco potencial que apresentam à saúde pública e ao meio ambiente¹.

O artigo nº 13 da Lei Federal nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define RSS² como aqueles que são gerados nas instituições que prestam serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).

Os RSS são potenciais fontes de riscos para a saúde de quem os manuseia, tanto no ambiente interno quanto externo dos estabelecimentos geradores³. Adicionalmente, devido às suas características físicas, químicas e biológicas, bem como aos riscos envolvidos, faz-se indispensável preconizar nos Serviços de Saúde (SS) público e privado a sua adequada segregação pelos profissionais de saúde e funcionários, evitando, assim, os riscos ao meio ambiente e à saúde pública⁴.

Destaca-se que o serviço gerador de resíduos é responsável por elaboração, implantação, implementação e monitoramento do Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS), sendo possível a terceirização de sua elaboração, implantação e monitoramento⁵.

O PGRSS é um pré-requisito documental para dar andamento ao processo de licenciamento sanitário, para obtenção do alvará sanitário municipal em estabelecimentos do setor privado, entretanto, os estabelecimentos de saúde públicos, mesmo não necessitando do alvará sanitário, precisam ser regulados pelo órgão responsável quanto às adequações

sanitárias. Entre os parâmetros sanitários nele avaliados, encontra-se a gestão de RSS⁵.

Assim, conforme pactuação firmada entre estado e município, surge a Resolução da Comissão Intergestores Bipartite nº 30, de 11 de março de 2004⁶ (RS), definindo que a fiscalização dos estabelecimentos de saúde públicos fica a cargo da vigilância em saúde municipal.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222, de 28 de março de 2018, da Anvisa, regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos RSS, dá outras providências⁵ e revoga a RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004, da Anvisa, que dispunha sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de RSS⁷. Para orientação do tratamento e disposição final, permanece a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 358, de 29 de abril de 2005 (Conama 358/05)⁸, como instrumento de orientação, a fim de minimizar e/ou eliminar danos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente.

Conforme destacado por Zanatta et al.⁹, a RDC 222/18 representa avanço na busca da regulamentação e das boas práticas no tratamento de RSS, em direção ao desenvolvimento sustentável. Contudo, as dificuldades na fiscalização, no cumprimento da legislação e em possíveis punições aos estabelecimentos que não se ajustarem à RDC vigente perduram como desafios importantes para os órgãos fiscalizadores.

Considera-se que a colaboração dos profissionais envolvidos na gestão de RSS, adequações frente à legislação vigente e o conhecimento dos desafios dos gestores da área da saúde e órgãos fiscalizadores são essenciais para atingir os resultados positivos, tanto na saúde pública quanto no meio ambiente, esperados pela RDC 222/18. Assim, o presente estudo tem como propósito relatar a experiência acadêmica de um profissional de saúde na coleta de dados de inspeção sanitária para pesquisa nos estabelecimentos de saúde públicos de um município do Sul do Brasil, de acordo com as premissas preconizadas na RDC 222/18, apresentando, quando pertinente, paralelos com a RDC 306/04.

Métodos

O relato refere-se à descrição da experiência acadêmica de um profissional de saúde na coleta de dados de inspeção sanitária para uma pesquisa descritiva exploratória, com observação participante, em serviços de saúde públicos de um município do Sul do Brasil.

O estudo foi realizado no município de Santa Maria, localizado no Centro do estado do Rio Grande do Sul, com uma população estimada de 280.505 habitantes¹⁰ e que é considerado área de referência em assistência à saúde¹¹. Segundo a Secretaria Municipal de Saúde de Santa Maria (SMSSM), existem 24 Unidades Básicas de Saúde (UBS), 8 Unidades Distritais (UD), 14 Unidades de Estratégia Saúde da Família (ESF) e 1 Centro de Especialidades Odontológicas (CEO)¹².

A RDC 222/18 não diferencia serviços geradores de RSS quanto à esfera administrativa ou natureza da organização, devendo ser igualmente aplicada a todos os serviços que geram resíduos⁵. Considerando estabelecimento de saúde o “espaço físico delimitado e permanente onde são realizadas ações e serviços de saúde humana sob responsabilidade técnica”¹³⁽²⁾, foram incluídos no estudo 28 estabelecimentos de saúde do município com elevado volume de resíduos, selecionados de acordo com os critérios: i. realizar atendimento ao paciente; e ii. servir de espaço para ensino, pesquisa e extensão em diferentes cursos da área da saúde. Foram excluídos do estudo os estabelecimentos de saúde mental, de testagem e aconselhamento e de caráter excepcionalmente administrativo.

As visitas aos estabelecimentos de saúde foram realizadas durante o segundo semestre do ano de 2018, sem agendamento prévio, seguindo metodologia do dia típico, a fim de não estabelecer um possível efeito de expectativa. A logística das inspeções foi definida por conveniência pelo responsável pelo transporte, visando a otimizar tempo e trajeto, conforme os critérios existentes do transporte, de forma que a rotina da fiscalização não fosse alterada.

No local, realizou-se a identificação e solicitou-se a presença do enfermeiro responsável pelo estabelecimento. Em seis estabelecimentos, não havia presença desse profissional, e a inspeção foi acompanhada ora por técnico de enfermagem, ora por atendente administrativo.

A inspeção seguiu um roteiro adaptado e pré-estruturado pelas vigilâncias municipal e estadual, somado ao registro fotográfico, a fim de estabelecer um diagnóstico situacional dos estabelecimentos de saúde públicos quanto aos RSS. Os dados foram coletados e registrados pelo mesmo profissional responsável pela fiscalização em todos os estabelecimentos, para evitar viés do entrevistador.

Como instrumento de diagnóstico, foi utilizado ‘roteiro de autoinspeção sanitária’, desenvolvido no ano de 2018 com base nas legislações sanitárias vigentes, com o objetivo de nortear as inspeções sanitárias nos estabelecimentos de saúde públicos, considerando a variedade de serviços oferecidos nesses locais. Entre os itens do roteiro, encontram-se questões sobre existência do PGRSS, responsabilidade da gestão dos resíduos, resíduos odontológicos, transporte interno e externo, entre outros.

O fluxo da inspeção sanitária para a coleta de dados manteve direção única, iniciando com manejo, acondicionamento, armazenamento temporário e externo, quando houvesse, bem como a verificação contratual com empresa habilitada para a coleta interna, transporte externo, tratamento e disposição final, verificando-se possíveis falhas no processo de gestão dos RSS, apontando potencialidades e adequações.

A pesquisa foi autorizada pelo Núcleo de Educação Permanente em Saúde de Santa Maria (NEPeS) e aprovada em seus aspectos éticos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CAAE: 97453318.9.0000.5346/Parecer nº 2.958.973/2018).

Como técnica complementar ao roteiro de inspeção, foi utilizada a observação participante¹⁴, com finalidade de obter informações das condições sanitárias e do gerenciamento dos resíduos relacionadas com a atuação dos

membros da equipe de saúde ante a RDC 222/18. As informações foram avaliadas através da análise de conteúdo do tipo temática¹⁵ para a estruturação das categorias nas quais identificaram-se desafios na inspeção perante a RDC 222/18.

Os dados coletados para levantamento do diagnóstico situacional dos estabelecimentos de saúde inspecionados e a análise de conteúdo das observações do profissional subsidiaram a descrição do relato de experiência.

Ao finalizar a exploração do material, os elementos constitutivos das observações foram agrupados por analogia e nortearam a categorização dos desafios identificados na inspeção sanitária: i. implantação e monitoramento do PGRSS; ii. tomada de decisão; iii. manejo dos RSS; iv. coleta e transporte interno dos RSS; v. infraestrutura dos estabelecimentos de saúde; e vi. responsabilidade técnica.

Resultados e discussão

Desafios na implantação e no monitoramento do PGRSS

Durante o diagnóstico, foi possível verificar que falta sensibilização e informação, bem como há pouca integração nas equipes dos estabelecimentos de saúde públicos incluídos no estudo. Observou-se que, em 15 unidades (53,57%), as quais possuem serviço de radiologia odontológica, o profissional enfermeiro parecia desconhecer a gestão de RSS relacionados ao setor odontológico. Considerando que resíduos odontológicos também são RSS, toda a equipe deve ser responsável pelo seu gerenciamento, assim como dos demais resíduos⁵.

Em estudo realizado no município de São Paulo, Brasil, foi verificado que determinantes essenciais para alavancar a implantação do PGRSS nos estabelecimentos de saúde públicos foram: vontade política e tomada de decisão, recursos humanos e econômicos, informação, capacitação e maior integração entre

os profissionais envolvidos¹⁶. Segundo Zanatta et al.⁹, o PGRSS é uma ferramenta importante que contribui para diminuir a quantidade de resíduos a serem tratados. A existência e o cumprimento desse plano permitem, por meio do planejamento, da avaliação constante e da adequação, que o gestor acompanhe o processo através de indicadores, realizando constantes melhorias.

O PGRSS deve ser monitorado e atualizado conforme periodicidade definida pelo responsável pela elaboração e pela implantação⁵. A RDC 306/04 orientava o gerador ao desenvolvimento de instrumentos de avaliação e controle, incluindo construção de indicadores claros, autoexplicativos e confiáveis, permitindo acompanhar a eficácia do PGRSS implantado. Porém, na RDC 222/18 não são descritos indicadores a serem trabalhados. Apenas no artigo nº 19 é apontado ‘conhecimento dos instrumentos de avaliação e controle do PGRSS’, tema a ser desenvolvido em atividades de educação permanente.

Desafios na tomada de decisão

Das 28 unidades inspecionadas, apenas duas (7,14%) apresentaram o PGRSS na inspeção. Parte dos profissionais questionados sobre o PGRSS referiu não saber do que se tratava; outra parte comentou não ser contemplada com capacitação permanente sobre os RSS. Verificou-se que o desconhecimento da legislação ou a inobservância e a dificuldade do acesso podem ser fatores que dificultam a tomada de decisão das equipes de saúde na gestão de resíduos.

Desta forma, observa-se uma integração e corresponsabilização necessárias entre os profissionais envolvidos, no que tange à tomada de decisão no processo de trabalho dos estabelecimentos inspecionados. Por esse prisma, a adequada gestão dos RSS parte, inicialmente, da necessidade de se desenvolver um PGRSS adequado, formatado e pactuado entre os profissionais envolvidos, à luz da legislação vigente.

Os serviços de saúde devem trabalhar de modo interdisciplinar, cooperando na gestão e nas decisões. Assim, caminha-se para

reorganização da atenção primária à saúde cultivando trabalho em equipe multiprofissional e interdisciplinar para desenvolver práticas gerenciais e assistenciais, em que todos os atores são responsáveis pela saúde da população¹⁷.

Considerando a abrangência que trata a nova legislação, é importante a clareza em suas normatizações para compreensão de todos. A RDC 306/04 apresentava orientações que eram retomadas no transcorrer de redação, tornando-se evidente que, mesmo parecendo repetitiva, foi elaborada para contribuir para o esclarecimento das informações vinculadas⁷. Em contrapartida, a RDC 222/18 apresenta conceitos prévios apenas no início de seu conteúdo, não recapitulando os itens no decorrer da leitura⁵. Assim, compreende-se que, na produção textual, a repetição de itens faz parte de uma construção argumentativa que permite que o significado das palavras se transforme conforme a redação vai se desdobrando, produzindo novas formas de interpretação do que foi dito no material, sendo assim, é importante a existência de elementos de recorrência para, dessa forma, resultar em um texto mais coerente¹⁸.

Desafios no manejo dos RSS

Dos estabelecimentos de saúde incluídos no estudo, 13 (46,42%) apresentaram falhas na segregação dos RSS, favorecendo exposição a riscos ambientais e aumento de custos associados. Entre as inadequações nessas unidades, foi observada a presença de resíduos contaminados em coletores de resíduos comuns, o que pode ser consequência da não identificação dos coletores, levando o profissional de saúde à confusão no momento da segregação.

O fato de a RDC 222/18 dispensar a identificação dos sacos do resíduo do grupo D, sem descrever cor adequada para acondicionamento⁵, é um desafio no manejo dos resíduos. Já a RDC 306 obrigava identificação e sacolas específicas⁷. Portanto, a sensibilização das pessoas envolvidas no manejo dos resíduos é essencial para sua diminuição, corroborando apontamentos tratados na RDC 222/18, de

que as formas de reduzir a geração de RSS devem ser tratadas no programa obrigatório de educação continuada⁵.

Outrossim, ocorre um contraponto com relação à RDC 222/18 e NBR 9.191¹⁹, que determina que ‘sacos plásticos classe I podem apresentar qualquer cor, exceto branca; sacos classe II só podem apresentar a cor branca leitosa’, prejudicando a tomada de decisão e a segregação adequada de resíduos^{5,20}.

Durante o levantamento, foi observado que, nos estabelecimentos que não contam com abrigo externo, é utilizada área externa para disposição dos coletores, muitas vezes colocando em risco a população e o meio ambiente⁶. Na RDC 222/18, o armazenamento temporário pode não necessariamente ocorrer em abrigo externo⁵. Dependendo do estabelecimento de saúde inspecionado, o acondicionamento dos resíduos ocorre em área de lavagem, que se caracterizaria em uma sala de utilidades, no entanto, muitas vezes, esse espaço é limitado, não sendo possível o acondicionamento de bombonas.

Foi observado no estudo que nenhum dos estabelecimentos de saúde realizava tratamento prévio dos resíduos infectantes, deixando a cargo da empresa contratada para a coleta interna o transporte externo, o tratamento e a disposição final. A RDC 222/18 recomenda que resíduos do grupo A, quando forem encaminhados para incineração, devem ser acondicionados em sacos da cor vermelha, caso contrário, podem ser segregados no saco branco leitoso, quando houver normativas locais obrigando o tratamento indiscriminado de todos os resíduos do grupo²⁰.

Desafios na coleta e transporte interno dos RSS

Apenas um dos estabelecimentos de saúde inspecionados no estudo possuía carro de coleta de RSS. O transporte era realizado manualmente pelos profissionais da limpeza, sem controle de horário e rota de coleta da empresa contratada, tendo acesso por dentro da unidade ou externamente.

A coleta e o transporte interno dos RSS são o trajeto destes da geração até o armazenamento temporário ou externo, permanecendo disponíveis para coleta externa. É nessa fase que o processo se torna visível para o público em geral, pois o transporte é realizado em carros de coleta em áreas comuns do serviço²⁰.

Segundo Vilela e Angra Filho²¹, é essencial que no PGRSS conste se a coleta e o transporte interno são realizados manual ou mecanicamente, descrevendo os tipos de instrumentos, Equipamento de Proteção Individual (EPI) e recipientes utilizados, além da rota a ser realizada, partindo do acondicionamento até o local do armazenamento temporário, prevendo horários, frequência, não coincidindo com os horários de maior fluxo de pessoas na unidade. Essas informações são muito importantes para o transporte seguro dos resíduos até o armazenamento externo.

Em oito estabelecimentos de saúde (28,57%) inspecionados, os profissionais referiram dificuldades quanto à frequência de coleta da empresa contratada, geralmente ocasionando extrapolação de carga no abrigo externo, impossibilitando até mesmo o seu fechamento. O município conta com dois fiscais de contrato, este referente à empresa prestadora de serviço contratada para a coleta, que devem ser contatados em caso de dúvidas e informados quando há suspeita de irregularidade, podendo minimizar as dificuldades relacionadas à frequência de coleta.

Desafios de infraestrutura dos estabelecimentos de saúde

Durante as inspeções, verificou-se que 12 unidades (42,85%) apresentavam abrigo externo. Porém, nenhuma apresentou característica compatível com a legislação atual. Observou-se a existência de pisos, paredes e ralos inadequados e ausência de identificações nas aberturas. Os abrigos, em geral, mantiveram o uso de apenas um dos lados do abrigo, deixando o outro, destinado a resíduos comuns, ocupado com materiais inservíveis advindos da unidade.

A instalação do abrigo externo é obrigatória em estabelecimentos de saúde públicos, conforme Portaria Federal nº 340, de 04 de março de 2013, sendo descritas na RDC 306/04 duas possibilidades, conforme o volume de resíduos gerados e a periodicidade de coleta: i. abrigo externo; ou ii. abrigo reduzido exclusivo, apresentando menor tamanho⁷. A legislação em vigor não prevê abrigo reduzido exclusivo⁵.

Um estudo²² realizado em 34 municípios da região metropolitana de Belo Horizonte/MG avaliou 54 estabelecimentos de saúde e levantou a possível inobservância por parte dos municípios com relação ao atendimento aos requisitos da legislação pertinente, visto que poucas unidades se mostraram adequadas quanto ao abrigo externo, pois muitas nem o possuíam, mantendo os RSS expostos ao tempo, a curiosos e até a catadores, que desconhecem os riscos inerentes a esse tipo de resíduo. Outro estudo²³, realizado em 18 UBS na cidade de Pelotas (RS), evidenciou que as condições de armazenamento temporário interno e externo nem sempre estão de acordo com o que recomenda a legislação vigente, podendo oferecer riscos ao ambiente e à população exposta.

A pesquisa de Ramos e colaboradores²⁴, realizada em serviços de saúde de João Pessoa (PB), evidenciou que 100% dos depósitos de RSS mostravam-se inadequados, apresentando deficiências em suas instalações elétricas e hidráulicas, ausência de ventilação e baias não individualizadas para separar os vários tipos de resíduos (comuns e infectantes), descumprindo as normativas legais vigentes, colocando em risco o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores.

Entretanto, a RDC 222/18 não obriga que o abrigo externo seja de alvenaria. Dessa forma, dificulta-se a compreensão de como devem ser as instalações do abrigo externo, comprometendo o entendimento de uma situação que já era precária⁵.

Durante a inspeção realizada no presente estudo, verificou-se que a quantidade gerada de resíduos do grupo E (perfurocortante) nos estabelecimentos de saúde resulta na

impossibilidade do acondicionamento das caixas de perfurocortante dentro dos coletores do abrigo externo, mantendo, algumas vezes, o armazenamento dessas caixas diretamente no chão do abrigo, o que pode comprometer o material segregado. Além de não estar de acordo com a legislação vigente⁵, tal condição pode provocar acidentes e ou contaminação dos profissionais de saúde, dos funcionários da limpeza, bem como dos coletores de resíduos⁴.

Levando-se em consideração que certos estabelecimentos de saúde públicos separam os frascos íntegros dos demais resíduos do grupo E, com intuito de reciclagem, isso pode potencializar o acúmulo de caixas coletoras, visto que o município não conta com contrato com empresa de reciclagem, contrato este que deveria estar contemplado no PGRSS, conforme RDC 222/18⁵.

Desafios da responsabilidade técnica

Não está prevista em lei a indicação de um responsável técnico para os estabelecimentos de saúde públicos, entretanto, verifica-se, na prática, essa necessidade. Assim, em geral, ocorre um distanciamento entre os profissionais de nível superior quando se deseja implementar um serviço que envolva a participação de todos os atores, como no caso do processo de criação do PGRSS. Neste sentido, percebe-se a dificuldade de apontar os responsáveis quando existe um descumprimento da norma sanitária, não sendo possível, muitas vezes, estabelecer punições, como se observa na iniciativa privada.

Conforme Zanatta et al.⁹, a lei que estabelece a PNRS não é muito específica quanto às punições ou restrições estabelecidas em caso de descumprimento da norma. No entanto, o rito do processo administrativo sanitário é o mesmo para qualquer descumprimento legal estabelecido no âmbito nacional pela Lei Federal nº 6.437/97²⁵, que configura as infrações à legislação sanitária para aqueles municípios que não possuam sua própria legislação prevendo as penalidades. No caso do

município de Santa Maria, as normas de saúde em vigilância sanitária e suas penalidades são previstas pela lei Municipal nº 4.040/96²⁶.

Para o gerador de RSS, é indispensável o contrato com empresas legalizadas que prestam serviços de coleta e destinação dos resíduos. A Lei nº 12.305/2010 da PNRS é clara quando diz que o gerador é responsável pelo resíduo da geração até a disposição final².

Desta forma, para exercer a função de responsável pela elaboração e pela implantação do PGRSS, na RDC 306/04, o profissional deveria apresentar registro ativo junto ao seu conselho de classe, com apresentação de anotação de responsabilidade técnica-ART, ou certificado de responsabilidade técnica ou documento similar, quando coubesse⁸. No entanto, a RDC 222/18, no art. 10, preconiza que o serviço gerador de RSS é responsável por elaboração, implantação, implementação e monitoramento do PGRSS, não definindo critérios de responsabilidade individuais, e, sim, a corresponsabilização. Assim, a responsabilidade compartilhada estende-se a outros atores: poder público e empresas de coleta, tratamento e disposição final⁵.

Considerações finais

Percebe-se que são vários os desafios que esses estabelecimentos estão enfrentando quanto à utilização da legislação em vigor como base para seu processo de trabalho, considerando a gestão dos RSS, comprometendo, assim, a implantação do PGRSS.

Acredita-se que esse cenário possivelmente está relacionado com a falta de capacitação sobre o gerenciamento dos RSS, somada à baixa relevância dada ao assunto e ao descumprimento do recomendado em legislação.

Diante das fragilidades encontradas na gestão dos RSS, propõe-se não apenas investimento público na gestão de resíduos, mas, também, uma maior aproximação dos profissionais dos SS com a vigilância sanitária municipal, através da educação sanitária,

melhoria na infraestrutura, bem como maior controle no gerenciamento dos resíduos, da coleta externa até o destino final, minimizando os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

O estudo apresenta como limitação a restrição quanto à pesquisa do tipo relato de experiência, e, como sugestão para estudos futuros, tem-se a gestão de resíduos provenientes de atividades odontológicas e a avaliação do impacto da educação permanente em saúde na melhoria da gestão de resíduos em estabelecimentos de saúde.

Apesar de algumas dificuldades quanto ao entendimento da RDC 222/18, que refletem em desafios na tomada de decisão na equipe, ela representa um avanço importante na gestão dos RSS no que tange à diminuição e ao encaminhamento seguro e eficiente de resíduos, impactando na saúde ambiental e coletiva, bem como em maior qualidade de vida da população.

A efetivação deste estudo foi viabilizada pela parceria entre universidade e prefeitura, possibilitando o compartilhamento da construção do conhecimento e de experiências sobre a temática, cenário este impossibilitado quando instituições de ensino e serviços públicos atuam de forma independente.

Colaboradores

Delevati DS (0000-0003-2445-5555)*, Castro MMRS (0000-0002-7775-5765)*, Ries EF (0000-0001-6688-2913)*, Bayer VML (0000-0002-6731-4835)* e Rocha VMP (0000-0002-8062-095X)* contribuíram igualmente para concepção, planejamento, análise e interpretação dos dados; elaboração do rascunho, revisão crítica do conteúdo e aprovação da versão final do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Costa VM, Batista NJC. Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde: uma revisão integrativa. *Rev. Saúde em Foco*. [internet]. 2016 [acesso 2019 ago 21]; 3(1):124-145. Disponível em: <http://www4.fsnet.com.br/revista/index.php/saudeemfoco/article/download/952/1006>.
2. Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 3 Ago 2010.
3. Gallotti FCM, Santos ATS, Oliveira CB, et al. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: conhecimento da equipe de enfermagem. *Ciências Biológicas e de Saúde Unit* [internet]. 2017 [acesso 2019 ago 21]; 4(2):169-164. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernobiologicas/article/view/4600/2502>.
4. Uehara SCSA, Veiga TB, Takayanagui AMM. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais de Ribeirão Preto (SP), Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.* [internet]. 2019 [acesso 2019 ago 21]; 10(10):121-130. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019175893>.
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 29 Mar 2018.
6. Rio Grande do Sul. Secretaria de Saúde. Resolução da Comissão Intergestores Bipartite nº 30, de 11 de março de 2004. Dispõe sobre os estabelecimentos de baixa complexidade. *Diário Oficial do Estado*. 12 Mar 2004.
7. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. *Diário Oficial da União*, 22 Dez 2000.
8. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 29 Abr 2005.
9. Zanatta JM, Halberstadt IA, Dias DO, et al. Análise crítica da RDC-222/2018 à luz das dimensões do desenvolvimento sustentável: avanços e desafios. *Rev. da Universidade Vale do Rio Verde* [internet]. 2019 [acesso 2019 mar 20]; 17(1):1-17. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4967/pdf_911.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas [internet]. Cidades e Estados [acesso em 2019 abr 25]. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/santa-maria.html?>
11. Rio Grande do Sul. Secretaria Municipal de Saúde de Santa Maria. Plano Municipal de Saúde [internet]. Plano Municipal de Saúde. [acesso em 2019 ago 21]. Disponível: <https://www.santamaria.rs.gov.br/saude/650-plano-municipal-de-saude-20092012>.
12. Rio Grande do Sul. Secretaria Municipal de Saúde de Santa Maria. Postos de Saúde [internet]. Postos de Saúde. [acesso em 2019 abr 25]. Disponível: <https://www.santamaria.rs.gov.br/saude/191-postos-de-saude>.
13. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.646, de 2 de outubro de 2015. Institui o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), *Diário Oficial da União*. 5 Out 2015.
14. Minayo MCS. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo; Rio de Janeiro: Hucitec; Abrasco; 1992.
15. Bardin L. Análise de conteúdo. 4. ed. Lisboa: Edições 70; 2010.
16. Moreira AMM, Günther WMR. Gerenciamento de

- resíduos de serviços de saúde: aplicação de um instrumento facilitador. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [internet]. 2016 [acesso em 2019 ago 21]; 24(e2768):1-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.0646.2768>.
17. Penedo RM, Gonçalo CS, Queluz DP. Gestão compartilhada: percepções de profissionais no contexto de Saúde da Família. *Interface* [internet]. 2018 [acesso em 2019 ago 21]; 23(e170451):1-15. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/interface.170451>.
18. Antunes I. A coesão como propriedade textual: bases para o ensino do texto. *Calidoscópio* [internet]. 2009 [acesso em 2019 ago 21]; 7(1):1-10. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/calidoscopio/article/view/4855/2113>.
19. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.191: sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT; 2008.
20. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 222/2018 Comentada, de 11 de junho de 2018 [internet]. RDC 222 comentada. 28 2018 [acesso em 2019 ago 21]. Disponível em: <https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/legislacao/item/resolucao-rdc-n-222-de-28-de-marco-de-2018-comentada>.
21. Vilela DMOC, Agra Filho SS. Análise de planos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em hospitais em Salvador, Bahia. *Rev. Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais* [internet]. 2019 [acesso em 2019 mar 27]; 7(1):61-75. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/28072/17953>.
22. Silva DF, Sperling EV, Barros RTV. Avaliação do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte (Brasil). *Eng. Sanit. Ambient.* [internet]. 2014 [acesso em 2019 ago 21]; 19(3):251-262. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n3/1413-4152-esa-19-03-00251.pdf>.
23. Neves BC, Lima EPP. Condições da prestação dos serviços ambientais de coleta e destinação de resíduos de serviços de saúde em unidades básicas de saúde na cidade de Pelotas, RS, Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.* [internet]. 2019 [acesso em 2019 ago 21]; 24(1):61-69. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v24n1/1809-4457-esa-s1413-41522019172729.pdf>.
24. Ramos YS, Pessoa YSRQ, Ramos YS, et al. Vulnerabilidade no manejo dos resíduos de serviços de saúde de João Pessoa (PB, Brasil). *Ciênc. Saúde Colet.* [internet]. 2011 [acesso em 2019 mar 27]; 16(8):3553-3560. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v16n8/a23v16n8.pdf>.
25. Brasil. Lei nº 6437, de 20 de agosto de 1997. Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 20 Ago 1997.
26. Santa Maria. Lei nº 4.040 de 27, de dezembro de 1996. Dispõe sobre normas de saúde em vigilância sanitária municipal, estabelece penalidades e dá outras providências. 27 Nov 1996. [acesso em 2019 mar 3]. Disponível em: <https://camara-municipal-da-santa-maria.jusbrasil.com.br/legislacao/540470/lei-4040-96>.

Recebido em 30/04/2019

Aprovado em 22/10/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

Educação permanente sobre a atenção psicossocial em situação de desastres para Agentes Comunitários de Saúde: um relato de experiência

Permanent education on psychosocial care in disaster situations for Community Health Agents: an experience report

Patricia Zogbi dos Santos¹, Jones Ivan Dias¹, Roberta Borghetti Alves²

DOI: 10.1590/0103-11042019S315

RESUMO Tendo em vista a ocorrência de desastres socioambientais e a necessidade de uma atenção psicossocial realizada no território onde residem as pessoas afetadas, elaborou-se uma educação permanente. O objetivo deste relato de experiência foi analisar a realização da educação permanente sobre a atenção psicossocial em situações de desastres para Agentes Comunitários de Saúde(ACS) em um município localizado na Região de Saúde do Médio Vale do Itajaí/Santa Catarina/Brasil. Para realização dessa atividade, utilizaram-se metodologias ativas de modo a abordar temáticas voltadas ao desastre, risco, vulnerabilidade e atenção psicossocial. Como principais resultados, destacam-se a identificação de áreas suscetíveis a ocorrência de desastres localizadas nas microáreas de cada agente, a reflexão sobre a contribuição dos ACS para a realização de uma atenção psicossocial, assim como estabelecimento de ações intersetoriais entre esses profissionais e os agentes da Defesa Civil. Por fim, salienta-se que os recursos utilizados por meio da educação ativa possibilitaram a reflexão do processo de trabalho dos ACS. Sugere-se que nas próximas ações busque-se contemplar toda a equipe de saúde por meio da utilização das reuniões de equipe, como espaço potente para esta ação.

PALAVRAS-CHAVE Atenção Primária à Saúde. Educação continuada. Agentes Comunitários de Saúde. Desastres naturais. Defesa Civil.

ABSTRACT *In view of the occurrence of socio-environmental disasters and the need for psychosocial care carried out in the territory where the affected people reside, a permanent education was developed. The objective of this experience report was to analyze the accomplishment of permanent education on psychosocial care in disaster situations for Community Health Agents (CHA) in a municipality located in the Middle Valley Health Region of Itajaí/Santa Catarina/Brazil. To perform this activity, active methodologies were used in order to address issues related to disaster, risk, vulnerability, and psychosocial care. The main results highlight the identification of areas susceptible to the occurrence of disasters located within the micro areas of each agent, the reflection on the contribution of CHA to the accomplishment of psychosocial care, as well as the establishment of intersectoral actions between these professionals and Civil*

¹Centro Universitário de Brusque (Unifebe) – Brusque (SC), Brasil. patriciazogbi@hotmail.com

²Universidade do Vale do Itajaí (Univali) – Itajaí (SC), Brasil.



Defense agents. Finally, it is emphasized that the resources used through active education made it possible to reflect on the work process of CHA. For the next actions, it is suggested that the entire health team be contemplated through the use of team meetings as a potent space for such action.

KEYWORDS *Primary Health Care. Education, continuing. Community Health Workers. Natural disasters. Civil Defense.*

Introdução

Devido às constantes mudanças na sociedade contemporânea em prol do progresso, tem ocorrido a destruição dos recursos naturais. Essa questão torna-se paradoxal na medida em que a dicotomia progresso x incidência de desastres tem acarretado riscos para a população que se vê afetada devido às perdas de familiares, amigos, de moradias e bens materiais, bem como a existência de poucas de políticas públicas voltadas a essas pessoas¹.

Diante disso, faz-se necessário compreender o que são desastres e quais as suas implicações para a vida dos indivíduos. Para melhor compreensão do desastre, deve-se elucidar dois conceitos importantes, o risco e a vulnerabilidade, que atuam mutuamente na incidência dele. O risco caracteriza-se pela probabilidade ou pela iminência de um desastre; já a vulnerabilidade caracteriza-se pelas condições de uma comunidade, provenientes de fatores socioeconômicos, ambiental, cultural, físico, que a tornam propensa à incidência de desastres². Assim, o desastre é a relação bilateral de risco e vulnerabilidade, isto é, trata-se de um evento que extrapassa o limite do risco, efetivando-se em um ambiente vulnerável, de modo a alterar o funcionamento e o modo de levar a vida da comunidade afetada³.

Seguindo essa premissa, faz-se necessário abordar o papel da atenção psicossocial em situações de desastres, de modo a integrar ações que busquem a reintegração do sujeito

como ser biopsicossocial e que promovam a coesão social⁴, a fim de compreender que, nem todas as pessoas afetadas por tal evento estarão traumatizadas, porém, cada indivíduo necessitará de um cuidado singular visando a um menor sofrimento psíquico. Como o Sistema Único de Saúde (SUS) é o serviço que realiza tal ação, é necessário destacar o papel da Atenção Básica (AB) nesse processo. Assim, antes da ocorrência de desastres, é necessário que a equipe da AB esteja integrada com a perspectiva psicossocial, visto que ser afetado pelo desastre ocasiona a perda de referências socioafetivas, de bens, de referências geográficas e de sensação de segurança. Além disso, depara-se com a imprevisibilidade, pode-se sentir medos intensos e sensação de impotência diante do desastre, bem como vivenciar uma mudança de tarefa e de papéis dentro da família⁵.

Assim, compreende-se que os primeiros cuidados psicossociais na ocorrência de desastres são essenciais, visto que eles tendem a reduzir o estado de estresse, com o objetivo de prevenção de patologias. Também auxiliam sujeitos que apresentam dificuldade em elaborar e ressignificar a experiência do evento; contribuem para o enfrentamento das dificuldades atreladas à mudança de rotina; ajudam no alojamento temporário e as famílias a encontrarem momentos privativos⁵. Dessa forma, torna-se necessário que as formações voltadas à atenção psicossocial ocorram com frequência, visando a uma atuação mais eficaz na ocorrência de um desastre⁵. Para

tais formações, devem ser abordados temas específicos da atenção psicossocial, contendo: estratégia de intervenção psicossocial na ocorrência de desastres; primeiro acolhimento psicossocial; o cuidar de si mesmo; formas de ajudar um indivíduo em sofrimento e sintomas psicológicos pós-desastre⁵.

A partir dessas possibilidades de intervenção voltada à atenção psicossocial, destaca-se a necessidade de, se possível, realizar esse suporte no local onde a comunidade reside a fim de que, aos poucos, seja ressignificado o ocorrido. Nesse sentido, destaca-se a AB por meio da Estratégia Saúde da Família (ESF) e do Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica (Nasf-AB) como um ponto de atenção importante para realização desse suporte.

Conhecida como a porta de entrada dos usuários do SUS, a AB caracteriza-se pelo conjunto de ações de saúde individuais, familiares e coletivas que envolvem a promoção, a prevenção, a proteção, o diagnóstico, o tratamento, a reabilitação, a redução de danos, os cuidados paliativos e a vigilância em saúde, desenvolvida por meio de práticas de cuidado integrado⁶. No que concerne à ESF, é importante destacar que os profissionais possuem algumas atribuições comuns e específicas. Nessa lógica, deve fazer parte do processo de trabalho de cada profissional que compõe essa equipe fazer um diagnóstico do território de atuação; realizar o acolhimento com escuta apropriada; realizar atendimentos domiciliares; promover a atenção integral e desenvolver ações educativas que possam interferir no processo de saúde-doença da população; identificar parceiro e recursos na comunidade que possam potencializar as ações intersetoriais, tais como igrejas, escolas e associações⁷.

Dentre os profissionais que estão inseridos na ESF, destaca-se o Agente Comunitário de Saúde (ACS), que trabalha na microárea onde a população reside, de modo a realizar cadastramento domiciliar, atividades de promoção da saúde e prevenção das doenças e dos agravos, além de práticas de vigilância à saúde por meio de atendimentos domiciliares e ações

educativas individuais e coletivas nos domicílios e na comunidade⁸. Assim, a AB possui um papel importante na gestão de risco, coordenando o cuidado à população afetada, já que o conhecimento do território e vínculo com a população auxilia também a atuação dos profissionais de emergência, ou seja, os ACS podem vir a ser o elo entre a comunidade e os demais setores, como, por exemplo, a Defesa Civil⁴.

Desse modo, ressalta-se a importância do preparo dos profissionais da AB para realizar atenção psicossocial nas situações de desastres. Para tal formação, não basta apenas desenvolver técnicas e procedimentos, isto é, deve-se investir em formação para que a aplicação do que fora aprendido seja eficaz, pensando assim em uma articulação e uma colaboração mútua entre instituições, técnicos e população afetada⁴. Destaca-se a educação permanente como uma ferramenta de tecnologia leve que se caracteriza por um processo educativo direcionado ao trabalho, sendo aplicado no cotidiano dos profissionais de saúde. Essa educação pauta-se a partir das problemáticas experienciadas, levando em conta as vivências e o conhecimento que os colaboradores já possuem. Assim, a educação permanente tem por objetivo qualificar profissionais de saúde, evidenciando as necessidades de saúde da população e do controle social. As práticas, portanto, devem ser direcionadas à atenção integral, a fim de preencher lacunas e transformar as práticas profissionais para a melhoria de qualidade de vida dos usuários e da comunidade⁹.

Tendo em mente a importância das ações multiprofissionais em contextos de desastres, bem como a elaboração de iniciativas de Educação Permanente em Saúde que levam em conta a necessidade locorregional e que propiciem práticas colaborativas intersetoriais e interprofissionais que promovam a saúde da população, faz-se necessário abordar a educação permanente, processo do qual possibilitará a articulação dos profissionais da AB e da Defesa Civil para a gestão de risco e de desastres. Desse modo, o objetivo deste relato de experiência é analisar criticamente

a educação permanente realizada com ACS em um município localizado na Região de Saúde do Médio Vale do Itajaí/Santa Catarina/Brasil sobre atenção psicossocial em situações de desastres.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido em um estágio específico do nono período de um Curso de Psicologia em uma faculdade localizada no Vale do Itajaí/Santa Catarina. Os acadêmicos realizaram o estágio no Nasf e, a partir das demandas identificadas no território de uma ESF, elaboraram um projeto de educação permanente voltado à temática atenção psicossocial em situações de desastres. Para elaboração e condução desse projeto, contou-se com o apoio da coordenação da Defesa Civil do município a fim de que pudesse realizar uma ação intersetorial de modo a articular a Política Nacional de Atenção Básica e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

Para elaborar as metodologias dos encontros, baseou-se na educação ativa, na qual utiliza-se de instrumentos que possibilitem a reflexão e a criação de estratégias para melhora do processo de trabalho. A educação ativa é uma metodologia que permite intercalar a teoria com a prática das temáticas apresentadas e favorece a autonomia dos participantes, despertando a curiosidade deles e estabelecendo com que os constituintes se posicionem de forma crítica¹⁰. No que concerne à importância da educação ativa, Bueno¹¹ ressalta que, a partir dos conhecimentos prévios dos participantes, é possível levá-los a uma melhor compreensão sobre o tema abordado, visto que os participantes estarão em contato com suas sensações e percepções, facilitando, assim, o processo de ensino-aprendizagem.

A educação permanente ocorreu em uma Unidade Básica de Saúde localizada em um município da Região de Saúde do Médio Vale do Itajaí. Foi conduzida por dois acadêmicos de Psicologia sob norteamo da professora orientadora em conjunto com o coordenador e

agentes da Defesa Civil do município. Teve-se a participação de oito agentes comunitários de saúde, sendo, destes, seis mulheres e dois homens com faixa etária entre 30 e 50 anos. Foram realizados nove encontros entre os meses de abril e junho de 2017, os quais ocorreram uma vez por semana, tendo duração de duas horas por encontro.

A fim de compreender o que os ACS já possuíam de conhecimento sobre o tema proposto, bem como de verificar o conhecimento adquirido ao término da educação permanente, aplicou-se um roteiro de entrevista semiestruturada no primeiro e no último encontro. O roteiro consistiu em nove perguntas, tais como: 1) O que é um desastre para você?; 2) O que é para você Defesa Civil?; 3) Quais são as ações que a Defesa Civil realiza?; 4) Para você, o que é uma área suscetível à ocorrência de desastres?; 5) Para você, qual seria o papel da AB nas etapas de Prevenção, Mitigação e Preparação de desastre?; 6) Quais as intervenções psicossociais realizadas pela equipe de AB nos pré-desastres?; 7) Na sua opinião, qual o papel da AB no manejo (resposta) de desastres?; 8) Quais as primeiras intervenções psicossociais realizadas pela equipe de AB nos pós-desastres?; 9) Quais as primeiras intervenções psicossociais realizadas pela equipe de AB na recuperação pós-desastres?

A educação permanente ocorreu por meio da construção de temáticas condizentes com a realidade dos participantes. Nas temáticas voltadas aos desastres, foram realizados quatro encontros. Neles, foram dialogados sobre as ações realizadas pela Defesa Civil, em que o coordenador do respectivo órgão explanou sobre as fases de atuação para uma gestão integral do risco e do desastre. Posteriormente, foi abordado o que é o desastre, o risco e a vulnerabilidade por meio da construção de uma maquete. Os acadêmicos orientaram para que os ACS montassem uma maquete sobre o que julgavam por área de risco de inundação e deslizamento, a fim de considerarem os conhecimentos adquiridos pelos participantes. No terceiro encontro, com a finalidade de

identificar áreas de risco e vulnerabilidade, realizou-se, por meio de um mapeamento do território, a identificação das áreas de risco que os ACS visitam. Tal identificação foi realizada com o auxílio da Defesa Civil. No quarto encontro, realizaram-se visitas às principais áreas suscetíveis à ocorrência de desastre que são atendidas pelos ACS, com o intuito de explicar os critérios utilizados pela Defesa Civil para identificar e classificar uma área de risco e como ocorre a interdição do local.

O quinto e sexto encontro voltaram-se às temáticas direcionadas às ações da ESF. No quinto encontro, explicitaram-se as intervenções que devem ser realizadas na fase de pré-desastre, por meio de recursos audiovisuais, bem como roda de conversa. No sexto, os acadêmicos mensuraram a importância do papel da AB no manejo do desastre, bem como quais atividades os ACS poderiam realizar nessa fase.

No tocante à atenção psicossocial, realizaram-se dois encontros. No sétimo encontro, realizou-se uma discussão acerca dos Primeiros Cuidados Psicológicos (PCP), em que buscou-se sensibilizar os participantes sobre a relevância em ofertar um apoio psicossocial às pessoas em sofrimento psíquico por conta da ocorrência de desastres. Na discussão, foram transmitidos conceitos, objetivos bem como benefícios do PCP, por meio de recursos audiovisuais, *role-play* e roda de conversa. No oitavo encontro, visou-se discutir com os ACS a respeito das intervenções psicossociais nos pós-desastres. Ademais, realizou-se a aplicação do mesmo roteiro de entrevista semiestruturada aplicado no primeiro encontro a fim de verificar se houve o aumento do conhecimento sobre as temáticas abordadas.

Resultados e discussões

Tendo em vista os aspectos observados, destaca-se que foi possível, a partir das vivências profissionais dos ACS quanto à atenção psicossocial, sensibilizá-los para a relevância da participação e integração das políticas públicas

voltadas à AB e à Defesa Civil, promover a reflexão dos ACS com relação à situação de desastres, construir propostas de intervenções intersetoriais em situações de desastres e estimular a participação dos ACS em ações coletivas com a Defesa Civil.

No que concerne à análise dos resultados da primeira entrevista realizada, identificou-se que os oito participantes descreveram um desastre como situações inesperadas, sendo essas causadas por desmatamentos, enchentes e deslizamentos. Consistem relação à Defesa Civil, destacaram que tal instituição atua apenas no momento da ocorrência do desastre, ou seja, participando de uma perspectiva mais reducionista da gestão de riscos e de desastres. Nota-se que a questão que obteve respostas similares fora a número quatro, em que se buscava compreender o nível de conhecimento sobre áreas de risco e vulnerabilidade. Compreende-se que tal questão obteve respostas similares devido aos conceitos de risco e vulnerabilidade já estarem presentes no cotidiano dos ACS. Nesse sentido, Noal et al.⁵ relatam que as ações cotidianas dos ACS possibilitam que eles identifiquem, a partir das visitas domiciliares e do acompanhamento das microáreas de risco, os riscos e vulnerabilidades de cada local.

Já a análise da questão cinco demonstra que os ACS estão cientes de seu papel com relação à prevenção, mitigação e preparação de desastres. Observou-se que eles responderam de forma similar à questão, descrevendo que o papel da AB é de orientar os usuários a atentarem para os alertas realizados por meio da rádio local, bem como alertar a população sobre os perigos e as consequências das enchentes e dos deslizamentos. Além disso, os ACS consideram essencial realizar a prevenção ao longo do ano, que pode ser feita em encontros com a população das áreas de risco. Rocha¹² elucida que as ações cotidianas dos ACS devem contemplar o diálogo com os usuários que residem em áreas de risco, mapear grupos vulneráveis que teriam mais dificuldade de deslocamento em uma situação de desastre, bem como uma comunicação ativa entre ACS e Defesa Civil.

No que concerne às questões seis e sete, deve-se destacar que essas foram respondidas por um ACS. A questão seis buscava compreender quais os conhecimentos prévios dos ACS com relação às intervenções psicossociais realizadas pela equipe de AB no pré-desastre. Para essa questão, a resposta fora o cuidado e o acompanhamento das vítimas. Já na questão sete, relacionada com o papel da AB no manejo de desastres, os ACS responderam ser necessário atentar para as vítimas e direcioná-las a um local seguro. É pertinente frisar que as questões oito e nove ficaram sem resposta, o que demonstra a importância em abordar a atenção psicossocial.

Abaixo, encontram-se os resultados por principais temáticas que foram abordadas na educação permanente.

Desastres

No que diz respeito aos resultados dessa temática, após a construção da maquete, os acadêmicos questionaram os ACS sobre os motivos de colocarem casas ao lado do rio e do talude. Assim, os participantes deixaram claro que identificaram como áreas de risco casas próximas ao rio em virtude de enchentes. Já com relação ao talude, mencionaram sobre os riscos de deslizamento. Além disso, duas ACS mencionaram o fato de muitos moradores perderem todos seus bens materiais: *“Essa situação é muito triste, já vi pessoas perderem tudo o que tinham por morarem em áreas de risco”*. Com relação à favela inserida na maquete, os ACS elucidaram que elas são consideradas áreas de risco devido à infraestrutura precária desses locais.

Observou-se que os ACS compreenderam o tema apresentado, pois todos participaram da realização da maquete, especificando os locais considerados de risco e vulneráveis à ocorrência de desastres, bem como discorrendo sobre quais desastres poderiam ocorrer nessas áreas consideradas de risco.

Em relação à identificação de áreas de risco

e vulnerabilidade, pode-se afirmar que a participação dos ACS foi ativa, realizando diversas perguntas ao coordenador da Defesa Civil, como, por exemplo, sobre quais as cotas de água de cada rua que é necessário obter para ocorrer um alagamento, a fim de informar aos seus usuários posteriormente. Dessa forma, os ACS atentaram em compreender o porquê tais áreas são consideradas de risco. Entre as áreas verificadas, identificaram-se duas áreas de risco dentro de seus territórios, visto que ambas possuem risco de enchente.

O coordenador da Defesa Civil explicou os critérios utilizados por esse órgão para identificar e classificar uma área de risco e como ocorre a interdição do local. Observou-se que os ACS obtiveram conhecimento da explicação do coordenador, pois, ao serem questionados, no final do encontro, sobre o porquê de a área visitada ser considerada uma área de risco, eles conseguiram elucidar de forma correta o motivo durante a visita pelo local. Assim, os ACS identificaram que o local visitado possuía evidências de movimentação, desmatamento e inclinação de terreno.

Estratégia Saúde da Família

Observou-se que as informações anunciadas acerca da gestão de desastres foram compreendidas, visto que, ao serem questionados com relação à gestão de desastres, os ACS relataram que *“É necessário realizar drenagem”*. Outro ACS salientou que *“é nosso papel alertar os usuários, nós somos os olhos da AB”*. Por fim, um participante ressaltou

claro que não basta só avisar, nós devemos estar em alerta constante, verificando os meios de comunicação, alertando a população sobre as cotas de água e repassar os meios de comunicação que a Defesa Civil utiliza para alertar a população.

Notou-se que os ACS adquiriram conhecimento sobre a temática apresentada, visto que contribuíram para ela com estratégias de prevenção e manejo de desastres nas situações apresentadas.

Além disso, constatou-se que os ACS compreenderam a relevância do tema, uma vez que comentaram sobre muitos usuários que vivem em situações de vulnerabilidade social, porém, acreditam que, talvez por ser o único lugar que os indivíduos têm como moradia, eles acabam convivendo com o risco. A partir disso, fora frisada a importância do mapeamento de risco para que os ACS se tornem agentes multiplicadores de conhecimento.

Atenção psicossocial

Realizou-se uma discussão acerca dos PCP visando sensibilizar os participantes sobre a relevância de oferecer um apoio às pessoas em sofrimento psíquico por conta da ocorrência de desastres. Durante a discussão, um ACS fez o seguinte comentário

Se eu prestar apoio as vítimas, vou perguntar se ela precisa de algum auxílio, ofereço minha ajuda, vou perguntar se ela quer dizer o que está sentindo e claro, vou respeitar se ela não quiser falar.

Com essa manifestação do participante e tendo em vista como é realizado o PCP, nota-se que os Agentes adquiriram conhecimento sobre a temática. Após a discussão, realizou-se uma simulação de PCP, de forma que os ACS conseguiram acolher de forma empática o sujeito afetado pela enchente.

Seguindo essa premissa, para que fosse possível obter conhecimento sobre a atenção psicossocial, foi necessário abranger todas as fases da Defesa Civil, construindo estratégias de prevenção, mitigação, preparação e resposta aos desastres, pois a atenção psicossocial engloba o entendimento das fases de atuação na gestão de risco. Notou-se que os participantes obtiveram conhecimento da temática por meio do roteiro de entrevista semiestruturada no qual os ACS aumentaram o nível de conhecimento no decorrer dos encontros, conforme observado na análise dos dados.

No que concerne às temáticas abordadas e às metodologias utilizadas, observou-se que

tais práticas possibilitaram a interação e a construção do conhecimento entre os participantes e os preponentes do projeto. Assim, pode-se relacionar as respostas dos ACS com a entrevista realizada por Rocha¹² em sua tese, em que um profissional da saúde relata que os ACS desejam participar de ações em conjunto com a Defesa Civil, pois estão envolvidos diretamente com a comunidade e com as áreas mais vulneráveis, assim, as equipes de saúde se sentem motivadas em atuar em parceria com esse órgão. Tal depoimento sinaliza o envolvimento e a seriedade do trabalho desenvolvido no cotidiano do trabalho do ACS.

Considerações finais

Por meio da educação permanente, foi possível analisar a educação permanente realizada com ACS sobre atenção psicossocial em situações de desastres. Identificou-se que os recursos utilizados por meio da educação ativa possibilitaram a reflexão do processo de trabalho dos ACS. Além disso, houve o aumento do conhecimento como pode ser identificado por meio dos resultados advindos do roteiro de entrevista semiestruturada.

Por intermédio da educação permanente, identificaram-se, em conjunto com a Defesa Civil, as principais áreas suscetíveis de ocorrência de desastres que são cobertas pela ESF e que recebem o atendimento domiciliar do ACS. Assim, pode-se estabelecer parcerias por meio do acordo de ações intersetoriais entre os ACS e os agentes da Defesa Civil. Acordou-se que, caso os agentes percebam que há alguma alteração das características física da moradia ou do terreno, de modo a contribuir para suscetibilidade da ocorrência do desastre, estes irão dialogar com a população e buscarão auxílio da Defesa Civil para realizar estratégias de mitigação para redução de riscos de desastres.

No tocante à atenção psicossocial, desmitificou-se o tabu que esta ação só poderia ser realizada pela psicologia, de modo a destacar a importância da equipe de saúde para esta,

bem como para a reflexão sobre a contribuição dos ACS para a realização de uma atenção psicossocial, assim como estabelecimento de ações intersetoriais entre estes profissionais e os agentes da Defesa Civil.

Destaca-se a importância da utilização de instrumentos que possibilitem verificar a eficácia da educação permanente de modo a ser aplicado no primeiro e no último encontro. Sugere-se que sejam utilizados instrumentos de coleta de dados nas educações permanentes como forma de avaliação do método educativo.

Como fragilidade dessa educação permanente, destaca-se a realização dessa ação voltada somente aos ACS. Sugere-se que nas próximas ações busque-se contemplar toda a equipe de saúde por meio da utilização das reuniões de equipe, como espaço potente para essa ação. Por fim, diante da nova Política Nacional de Atenção Básica que traz insegurança para

os ACS, reitera-se a importância das ações desenvolvidas por esse profissional, pois ele é o elo entre a comunidade e AB, bem como é um profissional fundamental para mapear os líderes comunitários, realizar ações interseoriais com a Defesa Civil e, assim, contribuir para a gestão integral de riscos e desastres.

Colaboradores

Santos PZ (0000-0002-6864-7770)*, Dias JI (0000-0002-1101-303X)* e Alves RB (0000-0002-1866-699X)* contribuíram igualmente na realização das seguintes atividades: 1) concepção e o planejamento do manuscrito, assim como análise e a interpretação dos dados; 2) elaboração do manuscrito e revisão crítica do conteúdo; e 3) aprovação da versão final do manuscrito. ■

Referências

1. Alves RB, Lacerda MAC, Legal EJ. A atuação do psicólogo diante dos desastres naturais: uma revisão. *Psicol. Estud.* [internet]. 2012 [acesso em 2017 set 4]; 17(2):307-315. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pe/v17n2/v17n2a13.pdf>.
2. Coelho AEL. Percepção de Risco no Contexto da Seca: Um Estudo Exploratório. *Psicol. Am. Lat.* [internet]. 2007 [acesso em 2017 abr 15]; 1(10):1-6. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-350X2007000200012&lng=pt&lng=pt.
3. Favero E, Sarriera JC, Trindade MC. O Desastre na Perspectiva Sociológica e Psicológica. *Psicol. Estud.* [internet]. 2014 [acesso em 2017 abr 15]; 19(2):201-209. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pe/v19n2/04.pdf>.
4. Benevides LRS. A Atenção Psicossocial e as intervenções geradas em contextos de desastre: a experiência de profissionais em Teresópolis [dissertação] [internet]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2015. 76 p. [acesso em 2017 maio 22]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13792>.

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

5. Noal DS, Oliveira SS, Alpino TMA, et al. Gestão local de desastres naturais para a atenção básica. São Paulo: Una SUS; 2016.
6. Brasil. Portaria nº 2.436 de 21 de setembro de 2017. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Diário Oficial da União. 22 Set 2017.
7. Mendonça CS. Saúde da família, agora mais do que nunca! Ciênc. Saúde Colet. [internet]. 2009. [acesso em 2017 abr 15]; 14(1):1493-1497. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v14s1/a22v14s1.pdf>.
8. Viana ALD, Dal Poz MR. A reforma do sistema de saúde no Brasil e o Programa de Saúde da Família. Physis [internet]. 1998 [acesso em 2017 abr 18]; 8(2):11-48. Disponível em: http://http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-73311998000200002&script=sci_abstract&tlng=pt.
9. Sarreta FO. Educação permanente em saúde para os trabalhadores do SUS. São Paulo: Unesp; 2009.
10. Borges TS, Alencar G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em Rev. [internet]. 2014 [acesso em 2017 maio 22]; 3(4):119-143.
11. Bueno MA. A Importância do Estudo do Meio Na Prática de Ensino em Geografia Física. BGG [internet]. 2009 [acesso em 2017 maio 20]; 29(2):185-198. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/9028>.
12. Rocha V. O papel do Agente Comunitário de Saúde na prevenção de desastres naturais por deslizamento em comunidades da cidade do Rio de Janeiro [tese]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2009. 204 p .

Recebido em 30/04/2019
Aprovado em 05/09/2019
Conflito de interesses: inexistente
Suporte financeiro: não houve

Diagramação e editoração eletrônica

Layout and desktop publishing

Rita Loureiro

www.apoioacultura.com.br

Design de Capa

Cover design

Alex I. Peirano Chacon

Normalização, revisão e tradução de texto

Normalization, proofreading and translation

Ana Karina Fuginelli (inglês/english)

Ana Luísa Moreira Nicolino (inglês/english)

Annabella Blyth (inglês/english)

Carina Munhoz (normalização/normalization)

Carla de Paula (português/portuguese)

Cristina Antunes - B&C Revisão de Textos (português e inglês/portuguese and english)

Luiza Nunes (normalização/normalization)

Paula Santos Diniz (inglês/english)

Simone Basilio (português/portuguese)

Wanderson Ferreira da Silva (português e inglês/portuguese and english)

Capa em papel cartão ensocoat LD 250 g/m²

Miolo em papel couché matte LD 90 g/m²

Cover in ensocoat LD 250 g/m²

Core in couché matte LD 90 g/m²

Site: www.cebes.org.br • www.saudeemdebate.org.br

E-mail: cebes@cebes.org.br • revista@saudeemdebate.org.br

Saúde em Debate: Revista do Centro Brasileiro de Estudos de Saúde, Centro Brasileiro de Estudos de Saúde, Cebes – n.1 (1976) – São Paulo: Centro Brasileiro de Estudos de Saúde, Cebes, 2019.

v. 43. n. especial 3; 27,5 cm

ISSN 0103-1104

1. Saúde Pública, Periódico. I. Centro Brasileiro de Estudos de Saúde, Cebes

CDD 362.1

cebes
Centro Brasileiro de Estudos de Saúde

www.cebes.org.br

www.saudeemdebate.org.br