



ACTA

Biologica Brasiliensia

ISSN online 2596-0016

Vol. 1 / Nº 1
dez.2018



ACTA BIOLOGICA BRASILIENSIA

ISSN online 2596-0016



Publicação semestral do Conselho Regional de Biologia 4ª Região -
MG|GO|TO|DF

Av. Amazonas, 298 - 15º Andar - Centro - Belo Horizonte/MG CEP: 30.180-001

Acta Biologica Brasiliensia, Vol. 01, Nº 01 dezembro de 2018

ACTA BIOLOGICA BRASILIENSIA

Editores Chefes

Afonso Pelli
Anderson Assunção Andrade
Evanguedes Kalapothakis
Fagner de Souza
Letícia da Conceição Braga
Thiago Metzker

Editores Associados

Christiane Contigli
João de Magalhães Lopes

Ano de início de publicação: 2018
Periodicidade: semestral
ISSN online 2596-0016

<http://www.crbio04.gov.br/>
actabiologica@crbio04.gov.br
Belo Horizonte/MG



Acta Biologica Brasiliensia, v.1, n.1 (2018) ISSN *online* 2596-0016

- 4** DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (COPEPODA, CYCLOPOIDA) NO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL
Giovanni Guimarães Landa; Rayssa Amorim Neris; Camillo Caldas de Miranda; Edgar Correia de Souza Ramos; Suliano Sávio Ramos do Amaral
- 21** ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA POTÁVEL EM PARQUES DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE/MG
Laura Maria Rocha de Almeida; Gleice Clara Resende Soares; Andréa Marcia Souza
- 32** DIAGNÓSTICO DA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE, MINAS GERAIS, BRASIL
Cláudia Tigre Cordeiro, Raissa Matos Nunes, Giovanni Guimarães Landa
- 51** PRESSÃO SONORA, POLUIÇÃO E A SAÚDE DAS PESSOAS
Laura Ferreira Ribeiro Dias, Ramon Marques Macêdo, Afonso Pelli
- 66** A EVENTUAL EFICÁCIA DA *Crotalaria* NO COMBATE AO MOSQUITO *Aedes* (Meigen, 1818)
Pedro Gomes Peixoto; Allynson Takehiro Fujita; Ana Carolina Roque Cardoso

DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (COPEPODA, CYCLOPOIDA) NO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

DISTRIBUTION OF THE SPECIES *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (COPEPODA, CYCLOPOIDA) IN THE STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL

Giovanni Guimarães Landa *, Rayssa Amorim Neris, Camillo Caldas de Miranda, Edgar Correia de Souza Ramos, Suliano Sávio Ramos do Amaral

Centro Universitário de Caratinga – Campus de Nanuque. R. Nelício Cordeiro, S/N, Nanuque/MG, CEP: 39860-000 gioguimaraes@yahoo.com.br

RESUMO

O gênero *Thermocyclops* inclui algumas espécies comuns e frequentemente numerosas entre os microcrustáceos planctônicos de corpos de água eutróficos tropicais e subtropicais, e por isso são de interesse especial para limnólogos, no sentido de obter conhecimento exato dos padrões de distribuição e necessidades ecológicas dos membros do gênero. A espécie *T. decipiens* é comumente encontrada em áreas tropicais do sudeste do Brasil, com características meso e eutróficas, podendo servir como espécie indicadora do nível de trofia, sendo então essa informação uma ferramenta de gestão de recursos hídricos. Com o intuito de contribuir para um melhor conhecimento da distribuição desta espécie no Estado de Minas Gerais, foi realizado um levantamento através de consulta bibliográfica. Pela consulta realizada, os estudos ecológicos que contemplam o zooplâncton têm se concentrado principalmente, nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Paranaíba, Grande e Doce.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade, Microcrustacea, Zooplâncton.

ABSTRACT

The genus *Thermocyclops* includes some common species and often numerous among planktonic microcrustaceans of tropical and subtropical eutrophic water bodies and therefore they are special interest to limnologists, in order to obtain accurate knowledge of distribution patterns and ecological needs of the members of the genus. The species *T. decipiens* is commonly found in tropical areas of southeastern Brazil, with meso and eutrophic characteristics, which may serve as an indicator of trophic level. In order to contribute to a better knowledge of distribution of the species in the State of Minas Gerais, a survey was done through consultation bibliographic. By the consultation, the ecological studies that include the zooplankton have concentrated mainly in the basins of the rivers São Francisco, Paranaiba, Grande and Doce.

KEYWORDS: Biodiversity, Microcrustacean, Zooplankton.

INTRODUÇÃO

Os copépodos, grupo de crustáceos encontrados tanto em água doce quanto salgada, constituem um elo importante nas cadeias alimentares. As espécies de vida livre são principalmente herbívoras, carnívoras e detritívoras, e constituem-se em alimento de peixes planctófagos e da maioria dos peixes em estágios jovens. Por isso torna-se importante o conhecimento destes microcrustáceos para o melhor entendimento da comunidade aquática. Ainda são poucos os estudos existentes sobre copépodos em águas interiores brasileiras, e asexigências ecológicas e mesmo as áreas de distribuição de muitas espécies permanecem quase desconhecidas.

O gênero *Thermocyclops* é considerado um gênero de origem tropical que, segundo Kiefer (1938) citado em Armengol⁽¹⁾, apresenta uma variedade morfológica anível local, dando lugar a descrição de muitas espécies de distribuição muito reduzida.

Na região neotropical, este gênero é relativamente pobre em espécies. *T. minutus* (Lowndes, 1934) é uma espécie comum, sendo restrita à América do Sul, com a maioria de suas ocorrências registradas no Brasil. *T. decipiens* (Kiefer, 1929) tem também uma ampla distribuição e em muitos locais podem ocorrer juntas. O estado trófico do lago ou reservatório parece determinar a ocorrência. Em águas oligotróficas *T. minutus* é mais frequente enquanto, em águas eutróficas é substituída por *T. decipiens*, já em águas mesotróficas as duas espécies são encontradas juntas ou alternadamente, de acordo com a sazonalidade⁽²⁾. Segundo Hutchinson⁽³⁾, *T. decipiens* é comum em represas e corpos de água artificiais comparáveis, e este fato indica que esta espécie tem um bom poder de dispersão.

Várias espécies do gênero *Thermocyclops* são frequentemente numerosas entre os microcrustáceos planctônicos de lagos e reservatórios eutróficos tropicais e subtropicais, e por isso são de interesse especial para limnólogos, no sentido de obter conhecimento exato dos padrões de distribuição e necessidades ecológicas dos membros do gênero.

A espécie *T. decipiens* é comumente encontrada em áreas tropicais do sudeste do Brasil, com características meso e eutróficas, podendo servir como espécie indicadora do nível de trofia⁽⁴⁾, portanto, estudos da sua biologia tornam-se extremamente desejáveis. Ela foi citada pela primeira vez no Brasil por Carvalho em sua Tese de Doutorado em 1975, na Represa de Americana, no estado de São Paulo⁽⁵⁾, como *T. crassus* (Fischer,1853). Segundo Sendacz e Kubo⁽⁶⁾ esta é a espécie de ciclopóide mais amplamente distribuída em reservatórios do estado de São Paulo.

A classificação completa da espécie em questão, segundo Reid⁽⁷⁾ é Filo Arthropoda Lankester, 1904; Classe Crustacea Brunnich, 1772; Sub-Classe Copepoda H. Milne-Edwards, 1840; Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834; Família Cyclopidae Sars, 1913; Sub-Família Cyclopinae Kiefer, 1927; Gênero *Thermocyclops* Kiefer, 1927; Espécie *Thermocyclops decipiens* (Kiefer 1929).

A fêmea desta espécie (Figura 1) pode ser descrita com as seguintes características: comprimento variando de 0,75 a 0,99 mm⁽⁷⁾. Sendacz e Kubo⁽⁶⁾ observaram para vários reservatórios do estado de São Paulo, um comprimento médio de 0,90 mm (para esta espécie identificada como *T. crassus*). Dados coletados no Reservatório da Pampulha⁽⁵⁾, município de Belo Horizonte (MG), para este estudo, registraram um comprimento médio de 0,87 mm (n = 124).



Figura 1 - Fêmea de *Thermocyclops decipiens* do reservatório da Pampulha (MG), coletada em julho de 2001. Escala 0,18 mm.

O macho, segundo Reid⁽⁷⁾ apresenta um comprimento que pode variar de 0,60 a 0,64 mm. Para reservatórios do estado de São Paulo, Sendacz e Kubo⁽⁶⁾ encontraram um comprimento médio de 0,64 mm. Conforme dados do Reservatório da Pampulha (MG), para este estudo, o comprimento médio foi também de 0,64 mm (n = 85).

A reprodução dos Copépodos é do tipo sexuada, e durante seu desenvolvimento, passam por mudas, ao longo de cinco ou seis estágios naupliares (larva – náuplio), com três pares de apêndices articulados: antênulas, antenas e mandíbulas; e seis estágios de copepodito (jovem), sendo que o último deste é considerado o estágio adulto. Conforme dados do Reservatório da Pampulha (MG) para este estudo, o comprimento médio para a fase larval (náuplio) foi de 0,18 mm (n = 210).

A simples determinação do número de espécies do gênero *Thermocyclops* nas águas neotropicais tem sido prejudicada por erros de identificação. Segundo Dumont e Tundisi⁽⁸⁾, a literatura limnológica relacionada à taxonomia existente na região tropical ainda contém dados equivocados.

O caso da espécie *T. decipiens* ilustra de forma clara os problemas taxonômicos enfrentados pelos pesquisadores da região neotropical. Sendo uma espécie tropical, *T. decipiens* não aparece nas chaves desenvolvidas para as regiões temperadas, enquanto várias espécies próximas a ela foram incluídas nessas chaves.

Conforme Reid⁽⁹⁾, uma sequência de mudanças quanto à categoria taxonômica de *T. decipiens* também causou confusão. Kiefer (1929) descreveu a espécie como *Mesocyclops (Thermocyclops) decipiens*. Em 1952, Kiefer considerou este *taxon* como uma subespécie de *T. neglectus* e, em 1978, Kiefer elevou novamente este *taxon* ao status de espécie. Os registros de *T. decipiens* na região neotropical aparecem com vários nomes, devido principalmente, às semelhanças com outras espécies do mesmo gênero, à sua ausência nas chaves de identificação e à confusão com *T. crassus* (ou *hyalinus*). Isto contribui muito para

uma sub-estimativa de sua distribuição e importância em sistemas aquáticos neotropicais.

Devido a uma semelhança muito grande entre as espécies do gênero *Thermocyclops*, fez-se necessário a utilização, além do receptáculo seminal da fêmea, como caráter de distinção, caracteres morfológicos adicionais, como as proporções dos ramos caudais e os comprimentos de suas cerdas, mais os comprimentos relativos dos espinhos terminais do endópodo da quarta pata natatória.

Mesmo utilizando tais caracteres, a morfologia das espécies deste gênero, tende a variar tanto dentro da população como entre populações diferentes da mesma espécie⁽⁹⁾. Experimentos genéticos com este gênero ainda não foram feitos, e o conhecimento sobre a ecologia das espécies está ainda muito incipiente.

Acredita-se que a intensificação de estudos de natureza genética possa minimizar problemas relacionados com a distinção entre espécies semelhantes. Técnicas de genética e biologia molecular como eletroforese de isoenzimas, tem sido usadas extensivamente em problemas de sistemática, e uma das primeiras aplicações neste campo foi com copépodos⁽¹⁰⁾, utilizando gel de amido. Mesmo assim, poucos trabalhos tem sido reportados. Entretanto, mais recentemente, a utilização de eletroforese com gel de acetato de celulose tem sido possível estudar populações de copépodos Ciclopoida, como do gênero *Megacyclops*⁽¹¹⁾ e *Cyclops*⁽¹²⁾. Também utilizando eletroforese com gel de acetato de celulose, Landa e Ramos⁽¹³⁾ procuraram avaliar a diversidade genética do copépodo Ciclopoida *Thermocyclops decipiens*, no reservatório da Pampulha, mas não detectaram nenhuma variação genética nas populações estudadas. Uma das linhas de investigação de Ulrich Einsle no Lago Konstanz (Alemanha) era, padrões enzimáticos como caráter taxonômico de copépodos Ciclopoida⁽¹⁴⁾.

A área de distribuição de *T. decipiens* no Novo Mundo engloba as Antilhas, América Central, Colômbia, Venezuela e leste dos Andes, áreas extensas no território brasileiro, como uma maior concentração de ocorrência até então na região sudeste. Na Argentina, alguns registros ao norte.

É uma espécie pantropical, euritópica em lagos, brejos e águas efêmeras, amplamente distribuída na América do Sul e Central⁽⁷⁾. Como os outros membros do gênero, não habitam grandes altitudes nem áreas a oeste das montanhas andinas e os limites de sua área de distribuição a leste destas montanhas são desconhecidos. Na Colômbia, foi registrada numa lagoa costeira por Fuentes-Reinés e Suárez-Morales⁽¹⁵⁾. Os registros argentinos^(16,17) (identificado como *T. hyalinus*) e Paggi José de Paggi⁽¹⁸⁾ no Rio Paraná Médio e Menu Marque⁽¹⁹⁾ no reservatório do rio Hondo, norte da Argentina aparentemente mostram os limites mais para o sul. Na Bacia do Rio da Prata foi registrada por Neves, Rocha e Nogueira⁽²⁰⁾. Outros registros, também ao sul, mas já em território brasileiro, na planície de inundação da bacia do rio Paraná⁽²¹⁻²⁴⁾, e Lopes et al.⁽²⁵⁾ no reservatório de Segredo, sub-bacia do rio Iguazu, também bacia do rio Paraná e Velho et al.⁽²⁶⁾ denotam a plasticidade da espécie, também registrada no município de Maringá por Nunes et al.⁽²⁷⁾.

A ocorrência desta espécie foi registrada também em outros estados brasileiros. Em vários corpos d'água na região do Pantanal sul, em Mato Grosso do Sul, por Reide Moreno⁽²⁸⁾. Segundo Pinto-Coelho⁽²⁹⁾ e Starling⁽³⁰⁾ a espécie foi registrada no Lago Paranoá, bacia do Rio Paraná, no Distrito Federal; Reid^(9,31) no Lago Paranoá e na Lagoa da Península Norte e em dois tanques na Fazenda Taquarí, também no Distrito Federal, mas bacia do Rio Amazonas.

No estado do Pará, Espíndola et al.⁽³²⁾ registraram a ocorrência de *T. decipiens* estudando a distribuição do zooplâncton no Reservatório de Tucuruí.

No estado do Amazonas Reid⁽³¹⁾ registrou esta espécie em um lago sazonalmente inundado na Ilha de Marchantaria, Rio Solimões, próximo a Manaus. Ao contrário de *T. minutus*, *T. decipiens* é comum na bacia do Rio Orenoco, apesar das inúmeras conexões com a bacia do Rio Amazonas. A explicação para este tipo de distribuição deve estar relacionada mais a características ecológicas (estado trófico) do que a causas geográficas^(31,33).

Recentemente, em estudos realizados no Reservatório Corumbá, no estado de Goiás, *T. decipiens* foi também encontrado^(34,35).



No estado de Pernambuco Neumann-Leitão e Nogueira⁽³⁶⁾ identificaram esta espécie como *T. neglectus decipiens*, em tanques de cultivo de camarão em Nova Cruz e também em Cabo; Reid⁽³¹⁾ no açude de Apipucos e Tanque de Casa Forte, dois pequenos reservatórios na cidade de Recife. Ainda no estado de Pernambuco, no reservatório de Mundaú, Dantas et al.⁽³⁷⁾ também registraram a ocorrência de *Thermocyclops decipiens* e Moura et al.⁽³⁸⁾ no Reservatório do Jucazinho. No estado da Bahia, foi registrada a espécie no Dique Tororó, no município de Salvador⁽³¹⁾; no Açude de Itabaiana, na cidade de Itabaiana e na planície do Rio São Francisco em Neópolis, estado de Sergipe. Araújo e Nogueira⁽³⁹⁾ registaram como espécie predominante no Reservatório do Povoado Olhos D'Água do Souza, Glória, também na Bahia. Pereira et al.⁽⁴⁰⁾ registraram esta espécie na sub-bacia do Rio Poxim, no estado de Sergipe.

T. decipiens é uma espécie comum na maioria dos reservatórios mais produtivos no estado de São Paulo. A ocorrência desta espécie neste estado pode ser citada por: Matsumura-Tundisi, Hino e Claro⁽⁴¹⁾; Arcifa⁽⁴²⁾, nos reservatórios de Americana, Atibainha, Cabuçu, Cachoeira, Félix Guisard, Jaguari, Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Taiaçupeba (como *T. crassus*); Sendacz e Kubo⁽⁶⁾ e Sendacz, Kubo e Cestarolli⁽⁴³⁾, encontraram essa espécie nos reservatórios Águas Claras, Guarapiranga, Itapeva, Itupararanga, Juqueri, Pedreira, Riacho Grande, Rio das Pedras e Serraria (como *T. crassus*); Sendacz⁽⁴⁴⁾ e Sendacz, Kubo e Fujiara⁽⁴⁵⁾ no reservatório Billings (como *T. crassus*); Tundisi et al.⁽⁴⁶⁾ (como *T. crassus*) em reservatórios do Médio Tietê, Silva e Matsumura-Tundisi⁽⁴⁷⁾ e Silva⁽⁴⁸⁾ também em reservatórios do rio Tietê. Segundo Silva e Matsumura-Tundisi⁽⁴⁹⁾, *T. decipiens* foi a espécie de *Thermocyclops* mais frequente, ocorrendo em 71% dos 207 corpos d'água estudados no estado de São Paulo, além de registros em outros corpos d'água⁽⁵⁰⁾. Nogueira e Matsumura-Tundisi⁽⁵¹⁾ na represa do Monjolinho; Santos-Wisniewskie Rocha⁽⁵²⁾ no reservatório de Barra Bonita; Panarelli, Nogueira e Henry⁽⁵³⁾ e Nogueira⁽⁵⁴⁾ no reservatório de Jurumirim; Arcifa⁽⁵⁵⁾ e Meschiatti e Arcifa⁽⁵⁶⁾ no Lago Monte Alegre; Sampaio et al.⁽⁵⁷⁾ em sete reservatórios do rio Paranapanema (Cativara, Rio Pari, Salto

Grande, Xavantes, Piraju, Jurumirim e Rio Novo). No Reservatório foi também registrada por Meirinho e Pompêo⁽⁵⁸⁾.

O objetivo do presente estudo foi relatar a distribuição de *T. decipiens* no Estado de Minas Gérias, informando a Bacia de ocorrência, o Curso d'água e Reservatório, o Município, as coordenadas geodésicas e os autores que fizeram a observação.

METODOLOGIA

As informações obtidas sobre a distribuição da espécie *Thermocyclops decipiens* no estado de Minas Gerais foram obtidas de diversas fontes bibliográficas, incluindo artigos publicados em periódicos brasileiros e internacionais, monografias, dissertações e teses, resumos de congressos e demais encontros científicos e relatórios de monitoramento.

RESULTADOS

No estado de Minas Gerais, os primeiros registros foram no reservatório Várzea das Flores⁽⁵⁹⁾ e em Lagoa Santa e no reservatório da Pampulha⁽⁴⁾. A partir do início da década de 90, esta espécie tem sido registrada em quase todo o estado, abrangendo as bacias do Paranaíba, São Francisco, Rio Grande e Rio Doce⁽⁶⁰⁾ e do Rio Mucuri, na sua grande maioria em ambientes com características meso e eutróficas (Tabela 1).

Tabela 1. Ocorrência de *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) no Estado de Minas Gerais

Bacia	Curso d'água	Reservatório	Município	Coordenadas	Referência
Paranaíba	Ribeirão Santo Antônio	Nova Ponte	Nova Ponte	19° 06'54" / 47° 16'43"	(5)
Paranaíba	Rio Araguari	Nova Ponte	Nova Ponte	19° 12'50" / 47° 02'11"	(5)
Paranaíba	Rio Araguari	Nova Ponte	Sacramento	19° 07'59" / 47°41'37"	(5)
Paranaíba	Rio Paranaíba	Emborcação	Abadia dos Dourados	18° 04'51" / 47°28'33"	(5)
Paranaíba	Rio Paranaíba	São Simão	Cachoeira Dourada	18° 57'57" / 49°36'42"	(5)
Paranaíba	Rio Paranaíba	Nova Ponte	Nova Ponte	19° 10' / 47° 30'	(5)
Paranaíba	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	Nova Ponte	19° 07'26" / 47° 20'00"	(5)
São Francisco	Rio Pará	Carmo do Cajuru	Carmo do Cajuru	20° 14' 22" / 44° 45'14"	(5)
São Francisco	Rio Pará	Carmo do Cajuru	Carmo do Cajuru	20° 16'25" / 44° 44'14"	(5)
Paraopeba / São Francisco		Várzea das Flores	Betim/ Contagem	19° 55' / 44° 02'	(59)
Paraopeba / São Francisco		Serra Azul	Mateus Leme	19° 58' 18" / 44° 20'45"	(5)
Paraopeba / São Francisco		Ibirité (REGAP)	Ibirité/ Betim	20° 03'05" / 44° 19'03"	62
Paraopeba / São Francisco	Rio Betim		Betim	20° 03'05" / 44° 19'03"	(5)
Paraopeba / São Francisco	Riacho das Areias		Betim	20° 03'05" / 44° 19'03"	(5)
São Francisco		Rio Manso	Brumadinho	20° 08'38" / 44° 15'27"	(5)
São Francisco		Juramento	Juramento	16° 51' 08" / 43° 35'14"	(5)
São Francisco		Três Marias	Três Marias	18° 12' / 45° 15'	(63)
São Francisco	Rio Itapeperica		Divinópolis	20° 08'21" / 44° 53'17"	64
Velhas/ São Francisco	Lagoa Santa		Lagoa Santa	19° 38' / 43° 53'	4
Velhas/ São Francisco		Represa da Pampulha	Belo Horizonte	19° 55'09" / 43° 56'47"	(65,66,13)
Velhas/ São Francisco		PUC Minas/BH	Belo Horizonte	19°55'09" / 43° 56'47"	(5)
Rio Doce		Pontal	Itabira	19° 36'31" / 43° 11'31"	(67)
Rio Doce	Rio Santo Antônio	Salto Grande	Braúnas	19° 09'52" / 42° 46'33"	(5)
Rio Doce	Rio Guanhães	Salto Grande	Braúnas	19° 04'36" / 42° 52'35"	(5)
Rio Grande		Represa Pomar	Lavras	21° 30' / 45° 10'	(68)
Rio Grande		Represa Nova	Lavras	21° 30' / 45° 10'	(69)
Rio Grande		Estação de Piscicultura	Lavras	21° 30' / 45° 10'	(70)
Rio Grande		Represa Estação	Lavras	21° 30' / 45° 10'	(69)
Rio Grande		Volta Grande	Conceição das Alagoas, Água Comprida e Uberaba	19° 57'52" e 20° 10'00" / 47° 35' e 48° 25'	(71)
Rio Grande	Rio Grande	Igarapava	Sacramento/ Conquista	19° 45' e 20° 15' / 47° 15'	(72)
Rio Grande		Furnas	São José da Barra	20° 40' / 46° 19'	(73,74)
Rio Mucuri	Rio Mucuri	Santa Clara	Nanuque	17° 49'12" / 40° 20'30"	

DISCUSSÃO

Segundo Landa et al.⁽⁶¹⁾ a espécie *Thermocyclops decipiens* poderia ser utilizada como ferramenta importante no monitoramento de ecossistemas aquáticos em Minas Gerais, visto a sua forte relação com ambientes eutróficos e de baixa qualidade de água, neste estado.

Através da revisão bibliográfica realizada, os estudos ecológicos que contemplam a comunidade zooplânctônica tem se concentrado principalmente, nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Paranaíba, Grande e Doce, sendo que os estudos em outras bacias do estado, como Jequitinhonha e Paraíba do Sul, são ainda muito incipientes.

Essa lacuna no estudo do zooplâncton tem limitado um conhecimento mais aprofundado da riqueza e distribuição de espécies. Estudos mais completos em todas as bacias hidrográficas podem servir, inclusive, como subsídio para um melhor monitoramento dos ambientes aquáticos.

REFERÊNCIAS

- (1) Armengol, J. 1978. Los crustáceos Del plancton de los embalses españoles. Oecologia aquatic. 3: 3-96.
- (2) Rocha, O.; Sendacz, S.; Matsumura-Tundisi, T. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E. M.; Matsumura-Tundisi, T. (eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências/Sociedade Brasileira de Limnologia, 1995.
- (3) Hutchinson, G.E. 1951. Copepodology for the Ornithologist. Ecology. 32: 571 – 577.
- (4) Reid, J. W.; Pinto-Coelho, R. M.; Giani, A. 1988. Uma apreciação da fauna de copépodos (Crustacea) da região de Belo Horizonte, com comentários sobre espécies de Minas Gerais. Acta Limnologica Brasiliensia. 2: 527-547.

- (5) Landa, G. G. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) e sua relação com a trofia - ênfase no Reservatório da Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil. 1. ed. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2015.
- (6) Sendacz, S.; Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. Bol. Inst. Pesca. 9: 51-89.
- (7) Reid, J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Bol. Zoo. 9: 17-143.
- (8) Dumont, H. J.; Tundisi, J. G. 1984. The future of tropical zooplankton studies. Epilogue to International Workshop on Tropical Zooplankton. Hydrobiologia. 113: 331-333.
- (9) Reid, J. W. 1988. *Thermocyclops decipiens* (Copepoda Cyclopoida): exemplo de confusão taxonômica. Acta Limnologica Brasiliensia. 2: 479-499.
- (10) Manwell, C.; Baker, C. M.; Ashton, P. A. ; Corner, E. 1967. Biochemical differences between *Calanus finmarchicus* and *C. helgolandicus*. J. Mar. Biol. Ass. 47: 145-169.
- (11) Einsle, U. K. 1988. Taxonomy of the genus *Megacyclops* (Crustacea, Copepoda): morphometry and the use of enzyme electrophoresis. Hydrobiologia. 167/168: 387-391.
- (12) Einsle, U. K. 1996. *Cyclops heberti n. sp.* and *Cyclops singularis n. sp.*, two new species within the genus *Cyclops* (“*strenuus*-subgroup”) (Crust. Copepoda) from ephemeral ponds in southern Germany. Hydrobiologia. 319: 167-177.
- (13) Landa, G. G.; Ramos, A. C. S. 2009. Isoenzyme studies in natural populations of *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Crustacea - Copepoda - Cyclopoida) in the Pampulha Reservoir - Belo Horizonte (MG) - Brazil. Sinapse Ambiental. 6: 34-51.
- (14) Wyngaard, G. 2000. The contributions of Ulrich K. Einsle to the taxonomy of the copepoda. Hydrobiologia. 417: 1-10.
- (15) Fuentes-Reinés, J. M.; Suarez-Morales, E. 2015. Checklist of planktonic copepod from a Colombian Coastal Lagoon with record of *Holycyclops exiguus* Kiefer. Bol. Invest. Mar. Cost. 44(2): 369-389.
- (16) Bonetto, A. A. ; Martinez de Ferrato, A. 1966. Introducción al estudio Del zooplancton de las cuencas isleñas del Paraná Medio. Physis. 26: 385-396.

- (17) Martínez de Ferrato, A . 1967. Notas preliminares sobre migraciones Del zooplankton em cuencas isleñas del Paraná Medio. Acta zool. Lilloana. 23: 173-188.
- (18) Paggi, J. C.; Jose De Paggi, S. 1990. Zooplâncton de ambientes lóticos e lênticos do rio Paraná Medio. Acta LimnologicaBrasiliensia. 3: 685-719.
- (19) Menu-Marque, S. A. 1982. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) una nueva especie para la fauna argentina (Copepoda, Cyclopoida). Physis. 41: 41-46.
- (20) Neves, G. P.; Rocha, C. E. F.; Nogueira, M. G. 2014. Estimating cyclopoid copepod species richness and geographical distribution (Crustacea) across a large hydrographical basin: comparing between samples from water column (plankton) and macrophyte stands. Zoologia. 31 (3): 239-244.
- (21) Lansac-Tôha, F. A.; Lima, A .F.; Thomas, S. M.; Roberto, M.C. 1992. Zooplâncton de uma planície de inundação do rio Paraná. I. Análise qualitativa e estrutura da comunidade. Revista Unimar. 14: 35-55.
- (22) Lansac-Tôha, F. A .; Velho, L. F. M.; Higuti, J.; Takahaschi, E. M. 2002. Cyclopidae (Crustacea, Copepoda) from the upper Paraná river floodplain, Brazil. Braz. J. Biol. 62(1): 125 – 133.
- (23) Campos, J. R. C.; Lansac-Tôha, F. A .; Nunes, M. A .; Garcia, A. P. P.; Prado, F. R. 1996. Composição da comunidade zooplanctônica de três lagoas da Ilha Porto na planície de inundação do alto rio Paraná. Acta Limnologica Brasiliensia, 8: 183-194.
- (24) Lima, A. F.; Lansac-Tôha, F. A .; Bonecker, C. C. 1996. Zooplankton in the floodplains of a tributary to the Paraná river in MatoGrosso do Sul, Brazil. Stud. Neotrop. Fauna Environm. 31: 112-116.
- (25) Lopes, R. M.; Lansac-Tôha, F. A .; Vale, R. do ; Serafim Jr, M. Comunidade zooplanctônica do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A. ; Gomes, L.C. (eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997.
- (26) Velho, L. F. M.; Lansac-Tôha, F. A .; Takeda, A . M.; Higuti, J.; Franco, G. M. S. 2001a. Structure and dynamics of the cyclopoid copepod (Crustacea) assemblage associated with aquatic macrophytes in two lotic environments of the Upper Paraná river basin, Brazil. Acta Scientiarum. 23(2): 349-356.
- (27) Nunes, M. A .; Lansac-Tôha, F. A .; Bonecker, C. C.; Roberto, M. C.; Rodrigues, L. 1996. Composição e abundância do zooplâncton de duas lagoas do

Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá, Paraná. Acta Limnologica Brasiliensia. 8: 207-219.

(28) Reid, J. W.; Moreno, I. H. 1990. The Copepoda (Crustacea) of the southern Pantanal, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia. 3: 721-739.

(29) Pinto-Coelho, R. M. 1987. Flutuações sazonais e de curta duração na comunidade zooplanctônica do Lago Paranoá, Brasília-DF, Brasil. Revista Brasileira de Biologia. 47: 17-29.

(30) Starling, F. L. R. M. 2000. Comparative study of the zooplankton composition of six lacustrine ecosystems in Central Brazil during the dry season. Revista Brasileira de Biologia. 60(1): 101 – 111.

(31) Reid, J. W. 1989. The distribution of species of the genus *Thermocyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in the western hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. Hydrobiologia. 175: 149-174.

(32) Espíndola, E. L. G.; Matsumura-Tundisi, T.; Rietzler, A .C.; Tundisi, J. G. 2000. Spatial heterogeneity of the Tucuruí reservoir (State of Pará, Amazonia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. Revista Brasileira de Biologia. 60(2): 179 – 194.

(33) Sendacz, S. 1993. Distribuição geográfica de alguns organismos zooplanctônicos na América do Sul. Acta limnologica Brasiliensia. 6: 31-41.

(34) Bonecker, C. C.; Lansac-Tôha, F. A .; Velho, L. F. M.; Rossa, D. C. 2001. The temporal distribution pattern of copepods in Corumbá Reservoir, State of Goiás, Brazil. Hydrobiologia. 453/454: 375-384.

(35) Velho, L. F. M.; Lansac-Tôha, F. A .; Bonecker, C. C.; Bini, L. M.; Rossa, D. C. 2001b. The longitudinal distribution of copepods in Corumbá reservoir, State of Goiás, Brazil. Hydrobiologia. 453/454: 385-391.

(36) Neumann-Leitão, S.; Nogueira, J. D. C. 1987. Rotíferos, cladóceros e copépodos de Pernambuco. I. Algumas espécies que ocorrem em viveiros de cultivo de camarões de Nova Cruz. Anais Soc. Nordestina Zool., 2: 87-118.

(37) Dantas, E. W.; Almeida, V. L. dos S.; Barbosa, J. E. L.; Bittencourt-Oliveira, M. C.; Mouras, A. N. 2009. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplanctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. Iheringia, Sér. Zool. 99(2): 132-141.



- (38) Moura, A. N.; Araújo, E. L.; Bittencourt-Oliveira, M. C.; Pimentel, R. M. M.; Albuquerque, U. P. 2010. Reservatórios do Nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo. Bauru, SP: Canal 6, 2010.
- (39) Araújo, A. P.; Nogueira, E. M. S. 2016. Zooplâncton como bioindicador das águas do Reservatório Natural do Povoado Olhos D'Água do Souza, Glória, Bahia, Brasil. Revista Ouricuri. 6(2): 001-016.
- (40) Pereira, A. P. S.; Vasco, A. N.; Britto, F. B.; Mélo Júnior, A. V.; Nogueira, E. M. S. 2011. Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplânctônica na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. Ambi-Agua. 6 (2): 191-205.
- (41) Masumuta-Tundisi, T.; Hino, K.; Claro, S. M. 1981. Limnological studies at 23 reservoirs in southern Brazil. Verh. Int. Ver. Limnol. 21: 1040-1047.
- (42) Arcifa, M. S. 1984. Zooplankton composition of ten reservoirs in southern Brazil. Hydrobiologia. 113:137-145.
- (43) Sendacz, S.; Kubo, E.; Cestaroli, M. A. 1985. Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII. Zooplâncton. Bol. Inst. Pesca. 12: 187-207.
- (44) Sendacz, S. 1984. A study of the zooplankton community of Billings Reservoir – São Paulo. Hydrobiologia. 113:121-127.
- (45) Sendacz, S.; Kubo, E.; Fujiara, L. P. 1984. Further studies on the zooplankton community of an eutrophic reservoir in southern Brazil. Verh. Int. Ver. Limnol. 22: 1625-1630.
- (46) Tundisi, J. G.; Matsumura-Tundisi, T.; Calijuri, M. C.; Novo, E. M. L. 1991. Comparative limnology of five reservoirs in the middle Tietê River, São Paulo State. Verh. Int. Ver. Limnol. 24: 1489-1496.
- (47) Silva, W. M.; Matsumura-Tundisi, T. 2002. Distribution and abundance of Cyclopoida populations in a cascade of reservoirs of the Tietê River (São Paulo State, Brazil). Verh. Internat. Verein. Limnol. 28: 1- 4.
- (48) Silva, W. M. 2011. Potential use of Cycloppoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. Oecologia Australis. 15(3): 511-521.
- (49) Silva, W. M.; Matsumura-Tundisi, T. 2005. Taxonomy, ecology and distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a new species. Braz. J. Biol. 65(3): 521-531.

- (50) Silva, W. M.; Matsumura-Tundisi, T. 2011. Checklist dos Copepoda Cyclopoida de vida livre de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica. 11 (1a): 1-11.
- (51) Nogueira, M. G.; Matsumura-Tundisi, T. 1996. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. Acta Limnologica Brasiliensia. 8: 149-168.
- (52) Santos-Wisniewski, M. J.; Rocha, O. 2007. Spatial distribution and secondary production of Copepoda in a tropical reservoir: Barra Bonita, SP, Brazil. Braz. J. Biol. 67(2): 223-233.
- (53) Panarelli, E. A. ; Nogueira, M. G.; Henry, R. 2001. Short-term variability of copepod abundance in Jurumirim reservoir, São Paulo, Brazil. Braz. J. Biol. 61(4): 577 – 598.
- (54) Nogueira, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. Hydrobiologia. 455: 1-18.
- (55) Arcifa, M. S. Lago Monte Alegre: uma visão sobre a estrutura e hipóteses de funcionamento. In: R. Henry (ed.). Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO/ FAPESP. 1999. 800p.
- (56) Meschiatti, A. J.; Arcifa, M. S. 2002. Early life stages of fish and the relationships with zooplankton in a Tropical Brazilian Reservoir: Lake Monte Alegre. Braz. J. Biol. 62(1): 41 – 50.
- (57) Sampaio, E.V.; Rocha, O. ; Matsumura-Tundisi, T.; Tundisi, J.G. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema river, Brazil. Braz. J. Biol. 62(3): 525-545.
- (58) Meirinho, P. A.; Pompeo, M. Histórico de estudos sobre a comunidade zooplânctônica do Reservatório Rio Grande ao longo do tempo e sua heterogeneidade espacial. In: Pompeo, M.; Moschini-Carlos, M.; Nishimura, P.Y.; Silva, S.C. ;Doval, J.C.L. (Orgs.). Ecologia de Reservatórios e Interfaces. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2015. 460p.
- (59) Freire, B. M.; Pinto-Coelho, R. M. 1986. Composição e distribuição horizontal do zooplâncton no Reservatório de Vargem das Flores, Betim/Contagem, Minas Gerais. Ciência e Cultura. 35(5): 919-927.
- (60) Eskinazi-Sant’anna, E. M.; Maia-Barbosa, P. M.; Brito, S. ;Rietzler, A. C. 2005. Zooplankton biodiversity of Minas Gerais State: a preliminary synthesis of present knowledge. Acta Limnologica Brasiliensia. 17(2): 199-218.

- (61) Landa, G. G.; Barbosa, F. A. R.; Rietzler, A. C.; Maia-Barbosa, P. M. 2007. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as indicator of water quality in the State of Minas Gerais, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology. 50(4): 695-705.
- (62) Pinto-Coelho, R. M.; Nunes, C. M. S.; Barbeitos, M.; Morais, C. A.; Guerra, S. T. 1998. O impacto da Refinaria Gabriel passos na estruturação da comunidade zooplânctônica no reservatório de Ibirité, Betim, Minas Gerais. Bios. 6(6): 11-19.
- (63) Lopes, C. M.; Sampaio, E. V. A comunidade zooplânctônica no Reservatório de Três Marias e no trecho do São Francisco a jusante. In: Godinho, H.P.; Godinho, A. L. (Orgs.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.
- (64) Ferraz, H. D. A.; Landa, G. G.; Paproki, H. 2009. Zooplanktonofanurbanstretch, Itapecerica river, Divinópolis, Minas Gerais, Brazil. Check List (São Paulo. Online) 5: 890-894.
- (65) Pinto-Coelho, R. M.; Coelho, M. M.; Espírito Santo, M. M.; Cornelissen, T. G. Efeitos da Eutrofização na Estrutura da Comunidade Planctônica na Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte, MG. In: Henry, R. (ed.). Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. 800p.
- (66) Von Ruckert, G. ;Giani, A. 2008. Biological interactions in the plankton community of a tropical eutrophic reservoir: is the phytoplankton controlled by zooplankton? Journal of Plankton Research. 30 (10): 1157-1168.
- (67) Dabés, M. B. G. S.; França, R. C.; Gomes, M. C. S.; Junqueira, M. V.; Rolla, M. E.; Rosa, S. G. 1990. Caracterização limnológica da represa de Pontal, Itabira (MG). Acta Limnologica Brasiliensia, 3: 173-199.
- (68) Landa, G. G.; Mourgues-Schurter, L. R. 1999. Composição e abundância do zooplâncton em um sistema artificial raso (Represa Pomar) no Campus da Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais. Bios. 7(7): 21-31.
- (69) Landa, G. G.; Mourgues-Schurter, L. R. 2000. Composição e abundância do zooplâncton de duas represas do Campus da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil. Acta Limnologica Brasiliensia. 12(2): 29-43.
- (70) Landa, G. G.; Mourgues-Schurter, L. R. 2000. Características físico-químicas e biológicas (zooplâncton) da água que abastece a Estação de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras – MG. Boletim do Instituto de Pesca. 26(2): 223-232.

(71) Rolla, M. E.; Dabés, M. B. G. S.; França, R. C.; Ferreira, E. M. V. M. 1990. Aspectos limnológicos do Reservatório de Volta Grande, Minas Gerais/São Paulo. Acta Limnologica Brasiliensia. 3: 219-244.

(72) Rolla, M. E.; Dabés, M. B. G. S.; França, R. C.; Ferreira, E. M. V. M. 1992. Inventário limnológico do Rio Grande na área de influência da futura usina hidrelétrica (UHE) de Igarapava. Acta Limnologica Brasiliensia. 4: 139-162.

(73) Reid, J. W.; Pinto-Coelho R. M. Planktonic copepoda of Furnas reservoir: initial survey of species (1993) and review of literature. In: Pinto-Coelho, R.M.; Giani, A. ; Von Sperling, E. (eds.). Ecology and human impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies. Belo Horizonte: SEGRAG, 1994.

(74) Corgosinho, P. H. C.;Pinto-Coelho, R. M. 2006. Zooplankton biomass, abundance and allometric patterns along an eutrophic gradient at Furnas Reservoir (Minas Gerais, Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia. 18 (2): 213-224.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA POTÁVEL EM PARQUES DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE/MG

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF POTABLE WATER IN BELO HORIZONTE / MG MUNICIPAL PARKS

Almeida M. R., Laura; Soares C. R., Gleice; Marcia S., Andréa

Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Newton Paiva. Avenida Silva Lobo, 1730, Grajaú/BHte. laur-almeida@hotmail.com

RESUMO

A água pode ser um importante veículo de transmissão de patógenos. Sua qualidade, para o abastecimento público, pode ser alterada desde sua saída das estações de tratamento, até chegar ao consumidor. Diante disto o presente trabalho teve por objetivo verificar a qualidade microbiológica de águas, para consumo humano em quatro parques da região Norte de Belo Horizonte. Estes são frequentados por variado público que abrange de crianças a idosos. Estes são mais vulneráveis às infecções por patógenos por estarem com o sistema imunológico em formação na fase inicial da vida, ou em declínio, o que deixam ambos mais propícios a infecções bacterianas, como é o caso da provocada pela bactéria *Escherichia coli*, principal representante do grupo coliforme, encontrada nas fezes de animais de sangue quente. Sua detecção é feita em análises realizadas através da técnica de tubos múltiplos e determinação do número mais provável de coliformes (NMP/ml) ou teste rápido de presença/ausência. Essas análises foram realizadas para verificar se os parques fornecem água de qualidade para o consumo humano. Os resultados indicam que os parques da região Norte encontram-se dentro dos padrões microbiológicos, segundo a portaria vigente N° 2.914, de Dezembro de 2011 - Ministério da Saúde.

Palavras - chave: Coliformes, potabilidade, saúde pública.

ABSTRACT

Water can be an important vehicle for the transmission of pathogens. Its quality, for the public supply, can be changed from its leaving the treatment plants, until reaching the consumer. In view of this the present work had the objective of verifying the microbiological quality of waters, for human consumption in four parks of the North region of Belo Horizonte. These are frequented by varied public that ranges from children to seniors. These are more vulnerable to pathogen infections because they are in the early stages of life, or in decline, making them both more susceptible to bacterial infections, such as that caused by the bacterium *Escherichia coli*, coliform group found in feces of warm-blooded animals. Its detection is done in analyzes performed using the multiple tube technique and determination of the most probable number of coliforms (NMP / ml) or rapid presence / absence test. These analyzes were carried out to verify if parks provide



quality water for human consumption. The results indicate that the parks in the North are within the microbiological standards, according to current ordinance No. 2,914, December 2011 - Ministry of Health.

Key words: Coliforms, potability, public health.

INTRODUÇÃO

A água encontra-se disponível sob várias formas e é uma das substâncias mais abundantes existentes na natureza. Todos os organismos necessitam de água para sobreviver, sendo sua disponibilidade um dos fatores mais importantes a moldar os ecossistemas e muitas vezes também limitantes⁽¹⁾.

O consumo da água para o ser humano é essencial para manutenção das atividades metabólicas no seu organismo, no entanto, para que esse processo se estabeleça de forma adequada faz-se necessário um elevado grau de potabilidade da mesma⁽²⁾.

Esse controle da qualidade sanitária da água, destinada ao consumo humano, é importante e necessário, pois a sua contaminação torna-se um influente meio na transmissão de doenças de veiculação hídrica⁽³⁾.

A qualidade da água é de responsabilidade do estado e da nação, devendo o primeiro assegurar que seja feita a gestão adequada dos recursos hídricos, e o segundo de usar o recurso conscientemente. A garantia de segurança e de potabilidade da água depende do funcionamento adequado de diversas etapas no processo de abastecimento⁽²⁾.

De acordo com a Portaria N° 2.914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, a água potável é recomendada para consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão estabelecido e que não ofereça riscos à saúde.

Dentre esses parâmetros, para que haja potabilidade da água, são necessárias as seguintes etapas nas estações de tratamento: floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação⁽⁴⁾. Esses métodos garantem a limpeza para que a água esteja livre de qualquer contaminação, e dentro dos padrões



adequados⁽⁵⁾.

Apesar da utilização de todo esse processo, a integridade da água pode variar ao longo do sistema de distribuição, ocorrendo falhas no abastecimento, no processo de captação e tratamento, ou na rede de distribuição. Além da possibilidade de infiltração na tubulação, falta de manutenção e limpeza freqüente de reservatórios, assim como velas e filtros de bebedouros, que podem permitir a contaminação com bactérias, vírus, parasitas ou toxinas e conseqüentemente, aumentar as chances de causar doenças⁽⁶⁾.

Para tanto as análises de qualidade de água, mostra se de extrema importância para detecção e quantificação de todos os micro-organismos patogênicos potencialmente presentes na água, o exame microbiológico fornece subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e outros animais de sangue quente⁽²⁾.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que seja verificada, a água para consumo humano a fim de se garantir sua qualidade, em qualquer situação, incluindo fontes individuais, deve ser livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes, sendo recomendada sua ausência em 100 ml⁽⁵⁾.

As bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação mais utilizado em todo o mundo, sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões de qualidade das águas destinadas ao consumo humano.

São denominadas bactérias do grupo coliforme bacilos gram-negativos, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos que fermentam a lactose a 35-37°C, produzindo ácido, gás e aldeído em um prazo de 24-48 horas; é também. Já os coliformes termotolerantes é um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal⁽²⁾.

A *Escherichia coli* é uma bactéria que normalmente vivem no intestino de animais de sangue quente como o homem e outros mamíferos. Uma grande parcela dessas

bactérias é inofensiva sendo parte importante de um trato intestinal humano saudável. No entanto, *E. coli* são patogênicos, o que significa que podem causar doenças intestinais, diarreia ou até mesmo infecções fora do trato intestistinal, e geralmente são transmitidas através de água ou alimentos contaminados⁽⁷⁾.

Diante de todas as etapas para que a água se torne potável e dos riscos de seu consumo com uma má qualidade microbiológica, surgiu-se o questionamento para saber se águas destinadas ao abastecimento público de parques do Município de Belo Horizonte/MG, estão dentro das normas de padrões de potabilidade da Portaria N° 2.914, DE 12/12/2011 - Ministério da Saúde. E principalmente se a manutenção de bebedores e filtros destes locais públicos está sendo adequada.

Os parques são espaços públicos livre de edificações em perímetro urbano, com um percentual de área verde, destinado principalmente para lazer com um ambiente para recreação e atividade física, tendo em vista que pessoas de todas as faixas etárias frequentam esses espaços e que principalmente crianças e idosos são mais vulneráveis a infecções em caso de água contaminada.

A maioria dos parques de Belo Horizonte possui bebedouros, para hidratação dos seus frequentadores e é de responsabilidade da Vigilância Sanitária garantir a qualidade da água oferecida aos usuários, por meio do Núcleo de Vigilância em Saúde Ambiental, que opera, desde 2005, o Vigiágua em parceria com o Ministério da Saúde, o programa monitora a qualidade da água oferecida à população em todo o Brasil.

O programa faz parte de um conjunto de ações adotadas continuamente pela Vigilância Sanitária para garantir à população o acesso à água de quantidade, com o padrão estabelecido na legislação, as análises, que antes eram feitas conforme a demanda passou a ser realizadas de forma sistemática em 41 praças e parques cadastrados a partir do ano de 2016 segundo dados da Prefeitura, no entanto a cidade possui noventa espaços públicos considerados parques que são abertos a população⁽⁸⁾ e a fiscalização por tanto, não atinge 50% desses espaços de recreação e lazer.

Para estimar como está a qualidade da água desses parques foi escolhido uma regional aleatoriamente, entre as nove que dividem os bairros do município, para as análises da qualidade microbiológica da água destinada ao consumo, sendo que a região escolhida possui quatro parques abertos a visitação no período de realização das coletas das amostras, os mesmos foram intitulados A, B, C, D da região Norte de Belo Horizonte a fim de saber se há presença de coliformes totais, termotolerantes e *E.coli* na água destinada ao consumo.

A metodologia aplicada foi de tubos múltiplos com Contagem Padrão de Bactérias, visto que permite avaliar a eficiência das várias etapas do tratamento, proposto pela Fundação Nacional das águas em seu manual do ano de 2013, sendo a mais utilizada em laboratório para esse tipo de procedimento.

A técnica de tubos é uma metodologia que permite a quantificação por “número mais provável” (NMP) de micro-organismos e é dividida em duas fases sucessivas, uma presuntiva e outra confirmativa. E essa última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva⁽⁹⁾.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi à realização de análises para verificar a qualidade microbiológica da água em parques da Região Norte de Belo Horizonte/MG, que possuem pelo menos um ponto de hidratação (bebedouro e torneira), a fim de determinar a presença/ausência de coliformes totais, termotolerantes e a *Escherichia coli*, visto que esses lugares são freqüentados diariamente por um público variado de pessoas, que buscam diversão, lazer ou um ambiente para prática de atividade física.

METODOLOGIA

COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras de água para avaliação da potabilidade, segundo parâmetros microbiológicos, foram coletadas em bebedouros de pressão e torneiras em quatro parques da Região Norte de Belo Horizonte/MG, identificadas como A, B, C e D. As coletas ocorreram nos dias 25 e 28 de setembro, no período da manhã.

A coleta ocorreu em francos de vidro com capacidade de 200 ml, previamente esterilizados em autoclave 121°C.

No local de coleta, foi realizada a assepsia das torneiras e bebedouros de contato com álcool 70%v/v para evitar contaminação paralela. Antes que a coleta iniciasse, a torneira foi aberta durante um período de 1 a 2 minutos para que a água escorresse, e em seguida o frasco, foi posicionado de forma vertical para evitar o contato direto com a torneira, coletando-se 150 ml.

Em seguida foram identificados e acondicionados em caixa de isopor, mantidos resfriados em gelo, para o deslocamento até o Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário Newton Paiva para realização das análises.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA/ TESTES REALIZADOS

A condução dos procedimentos foi executada em condições assépticas, e efetuada a determinação do NMP/mL de coliformes totais e termotolerantes, pela técnica de tubos múltiplos através de procedimentos padrão².

Após montar as baterias para a primeira parte do teste, foram separadas alíquotas da amostra A, as quais foram inoculadas nos tubos contendo meio de cultura em concentração dupla, ou seja, os cinco primeiros tubos recebem 10 ml da água coletada, os outros tubos de ensaio na concentração simples do meio de cultura, são separados cinco por vez e os primeiros recebem 1,0 ml da amostra A e os demais cinco tubos recebem 0,1 ml de amostra totalizando quinze tubos na bateria, o mesmo procedimento é feito para as amostras B, C e D.

Terminado as inoculações os tubos de ensaio foram levados para estufa



bacteriológica em temperatura 35 °C no período de 24/48 horas ao final desse tempo caso houvesse formação de gás dentro do tubo de Durham era realizada a prova quantitativa, através do número mais provável (NMP/ml)⁽²⁾.

PREPARAÇÃO DO CALDO VERDE BRILHANTE

O teste confirmativo foi feito no meio de cultura caldo verde brilhante. Os resultados positivos do teste anterior eram repicados nesse novo meio, inoculados a 37°C, e permaneciam durante um período 24/48 horas.

Caso houvesse a formação de gás e turbidez no tubo de Durham, deveria-se realizar a prova quantitativa através do número mais provável.

PREPARAÇÕES DO CALDO EC

Para realização deste teste, que determina os coliformes termotolerantes é necessário repetir o protocolo dos testes anteriores, e transferir uma alça de platina dos tubos positivos do teste confirmatório para este novo meio, agitar e incubar em banho-maria a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 2 horas.

Após esse período, a positividade é expressa na captação do gás pelos tubos de Durham e a próxima etapa é a realização do isolamento das colônias de coliformes.

Os resultados de todas as etapas são calculados com base na tabela do Número Mais Provável⁽²⁾, e expressos em NMP/mL de amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma das amostras apresentou contaminação (Tabela 1) por coliformes totais, ou seja, não houve crescimento evidenciado pela turbidez e formação de gás, e dessa forma não foram necessárias a determinação dos coliformes termotolerantes.

Tabela 1. Resultado das Análises bacteriológicas correspondente aos Parques da Região Norte de Belo Horizonte - MG.

Data	Local de Coleta	Horário de coleta	Temperatura Ambiente °C	NMP de Coliformes/100ml	
				CT	CTT
25/09/2016	A	08:20AM	22°C	<1,1	<1,1
25/09/2016	B	09:40 AM	22°C	<1,1	<1,1
25/09/2016	C	10:05AM	20C	<1,1	<1,1
28/09/2016	D	08:40 AM	25°C	<1,1	<11

CT - Coliformes Totais

CTT - Coliformes termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas⁽¹¹⁾.

A *Escherichia coli* é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos⁽¹¹⁾.

Corroborando com resultados semelhantes ao deste trabalho, Alves e Odorizzi⁽¹²⁾ em coletas de água em bebedouros, de dois parques de Curitiba/PR em duas estações distintas do ano, evidenciaram que todos os resultados das amostras de água analisadas, estavam dentro do padrão satisfatório de potabilidade.

Segundo Castro e Silva⁽¹³⁾ na avaliação microbiológica da água de bebedouros de uma instituição de ensino superior de Juiz de Fora/MG verificou-se que das cinco coletas realizadas, todas obtiveram resultados negativos para a presença de coliformes.

Otoni e Oyama⁽¹⁴⁾ tiveram resultados diferentes, com registros que

15,38% das amostras coletadas em bebedouros de uma instituição de ensino em Maringá/PR, apresentaram resultados positivos para coliformes totais.

Já em estudos realizados por Volkweis *et al.*⁽¹⁵⁾ com amostras coletadas em torneiras e tubulações de água potável em Constantina/RS, demonstraram que das dez amostras coletadas, seis apresentaram coliformes totais, sendo que dessas, três continham também coliformes termotolerantes.

Portanto, a utilização de coliformes como indicadores de contaminação fecal é importante para análise da qualidade da água para consumo humano uma vez que esta pode ser veículo de micro-organismos e outros parasitos. Neste contexto, o exame microbiológico fornece subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação por fezes humanas e outros animais de sangue quente.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse trabalho indicaram que a qualidade microbiológica da água proveniente dos quatro parques da Região Norte mostrou-se satisfatória para consumo humano, atendendo aos requisitos exigidos pelos padrões de potabilidade, visto que os bebedouros de pressão e torneiras apresentaram-se isentos de coliformes totais, termotolerantes e *E. coli*.

Tratamentos químicos como a cloração da água antes de sua utilização torna-se um fator positivo, pois diminui a presença de coliformes totais e termotolerantes. Tal constatação foi evidenciado por Sampaio (16) em análises bacteriológicas.

Esses dados demonstram a importância do tratamento da água distribuída pela empresa de abastecimento local, assim como a necessidade de monitorar o trajeto que a mesma percorre por canos e tubulações até chegar às torneiras dos parques e residências. Além disso é indispensável à troca e manutenção de filtros e bebedouros periodicamente.



Esse conjunto de ações aparentemente é efetivo e imprescindível para a saúde pública. A ausência de contaminação nas amostras analisadas reforça a eficiência do tratamento e, conseqüentemente, as boas condições da água para consumo humano, dentro dos padrões estabelecidos pela portaria vigente. Sugerindo-se assim que esse estudo seja desenvolvido em outras regiões da cidade de Belo Horizonte.

REFERÊNCIAS

- (1). Mousinho, D. D.; Gonçalves, L. S.; Saraiva, A.; Carvalho, R. M. 2014. Quality assessment of physical chemistry and microbiological of water fountains of a nursery in Teresina – PI. Revista Interdisciplinar Centro Universitário Uninovafapi. 7(1): 93-100.
- (2) Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: FUNASA, 2013.150 p.
- (3) Manchester, R. S. A. S.; Rodrigues, J. L.; Bomfeti, C. A. 2013. Determinação da qualidade da água de Minas na área urbana do município de Teófilo Otoni-MG-Brasil. Revista Vozes do vale – UFVJM. 3(1): 05-08.
- (4) Pelczar Junior, M.; Chan, E. C. S.; Krieg, N. R. Microbiologia: conceitos e aplicações. São Paulo. 1996. Vols 1 e 2.
- (5) 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 República Federativa do Brasil, Brasília, D.F., 12 dez. 2011.
- (6) Elpo, S. R. E. 2016. Análise bacteriológica da água na Universidade Federal do Paraná – subsede do setor de Ciências da saúde, Jardim Botânico-campus III. Revista Técnica Sanepar. 1(1): 08-12
- (7) Santos, J. A., Silva, J. X., Rezende, A. J. 2014. Avaliação Microbiológica de Coliformes Totais e Termotolerantes em Água e Bebedouros de Uma Escola Pública no Gama - Distrito Federal. REVISA. 1(1): 8-11.
- (8) Fundação de Parques Municipais. Prefeitura de Belo Horizonte. Folder; Parques Municipais conheça e preserve esse patrimônio ambiental de Belo Horizonte. Junho de 2013. 06 p.



- (9) Fontes, L. Análises de coliformes por tubos múltiplos. Bancada Pronta Um panorama sobre aplicações e produtos para laboratórios biofarmacêuticos e de biosciências. Publicado em Setembro de 2014.
- (10) Alves, S. G. S., Ataíde, C. D. G., Silva, J. X. 2018. Microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. Rev. Cient. Sena Aires. 7(1): 12-7.
- (11) American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23th ed. Washington, DC: American Water Works Association, Water Environment Federation; 2017.
- (12) Alves, C. N; Odorizzi, C. A. Microbiological analysis of mineral water and drinking water of reservoir supplies, Brazil. Faculdade de Odontologia da Universidade de Marília (Unimar). Marília, SP, Brasil. 2002.
- (13) Castro, S. A.; Silva, M. B. 2013. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água dos bebedouros de uma instituição de ensino superior de Juiz de Fora, Minas Gerais. NUTRIR GERAIS. 7(12): 984-998.
- (14) Ottoni, C. C. L; Oyama. J. 2013. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. Centro Universitário de Maringá – CESUMAR - PR, Brasil. O Mundo da Saúde. 37(3): 312-320.
- (15) Volkweis, D. S. H.; Lazzaretti, J.; Boita, E. R. F.; Benetti, F.. 2014. Qualidade microbiológica da água utilizada na produção de alimentos por agroindústrias familiares do município de Constantina/RS. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, 19(1): 18-26.
- (16) Araújo, G. F. R.; Alves, R. I. S.; Tonani, K. A. A.; Ragazzi, M. F.; Julião, F. C.; Sampaio, C. F.; Cardoso, O. O.; Segura-Muñoz, S. I. 2011. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. O Mundo da Saúde. 35(1): 98-104.

DIAGNÓSTICO DA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE, MINAS GERAIS, BRASIL

DIAGNOSIS OF THE AREA OF THE FORMER DUMP IN THE MUNICIPALITY OF NANUQUE, MINAS GERAIS, BRAZIL

Cláudia Tigre Cordeiro, Raissa Matos Nunes, Giovanni Guimarães Landa*

Centro Universitário de Caratinga. Rua Nelício Cordeiro, S/N, Bairro Israel Pinheiro, Nanuque – MG, CEP: 39860-000 gioguimaraes@yahoo.com.br

RESUMO

As áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos são focos potenciais de poluição, influenciando negativamente na qualidade de vida, saúde humana e ambiental nas regiões sob sua influência. O objetivo diagnosticar a área do antigo lixão da cidade de Nanuque, Minas Gerais, identificar se a sua desativação ocorreu dentro dos padrões recomendados, aferir os principais riscos ambientais, analisar a contaminação do solo e verificar o comprometimento das águas de nascentes localizadas nas proximidades do local. A metodologia constou de entrevistas abertas, visitas, levantamento fotográfico, análise química de solo (pH, P, K, Ca, Zn, Mn, Na e CTC), restituição topográfica e cadastramento de nascentes, e análise química da água (Cu, Mn e Zn). Os resultados encontrados mostram que o antigo lixão ainda se encontra com irregularidades, apresentando degradação ambiental e risco à saúde pública. As análises químicas de solo indicam uma alta retenção de todos os parâmetros analisados, evidenciando contaminação. Os resultados das análises de água apresentam valores de Mn (0,300 mg/l, 0,500mg/l e 0,800mg/l nas amostras 1, 2 e 3 respectivamente) acima do valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011 e, considerando o fluxo subterrâneo gerado, afere-se que a contaminação destas é advinda do chorume.

PALAVRAS-CHAVE:lixão, degradação ambiental, contaminação de solo e água.

ABSTRACT

The areas used for disposal of urban solid waste are potential sources of pollution, negatively influencing the quality of life, human health and the environment in the regions under its influence. The objective of this study was to diagnose the area of the old dump of Nanuque city, Minas Gerais, to identify if its deactivation occurred within the recommended standards, to assess the main environmental risks, to analyze the contamination of the soil and to verify the commitment of the waters of springs located near the local. The methodology consisted of open interviews, visits, photographic survey, soil chemical analysis (pH, P, K, Ca, Zn, Mn, Na and CTC), topographic restitution and spate collection, and chemical analysis of water (Cu, Mn and Zn). The results show that the old dump still has irregularities, presenting environmental degradation and public health risk. The



chemical analyzes of soil indicate a high retention of all analyzed parameters, evidencing contamination. The results of the water analysis presented values of Mn (0.300 mg / l, 0.500 mg / l and 0.800 mg / l in samples 1, 2 and 3 respectively) above the maximum value allowed by Ordinance 2914/2011 and considering the underground flow generated, it is contended that the contamination of these is derived from the manure.

KEY WORDS: dump, environmental degradation, soil and water contamination.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Abrelpe⁽¹⁾, a grande quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil não é compatível com as políticas públicas vigentes e com os investimentos públicos para o setor. Além disso, a capacitação técnica e a conscientização da sociedade são fatores determinantes para as questões referentes à sustentabilidade na temática de resíduos sólidos. O rápido crescimento populacional, aliado ao capitalismo em sua versão moderna, tecnologia de fácil acesso e à globalização, têm provocado hábitos cada vez mais consumistas, aumentando a produção de resíduos a uma taxa surpreendente, maior, inclusive, que a taxa de crescimento da população.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos dá prioridade à formação de consórcios intermunicipais para a gestão do lixo, inclusive para obtenção de financiamento federal. O consórcio é visto como solução principalmente, para os pequenos municípios, pois o mesmo é fundamental para conferir eficácia para erradicação dos lixões. Contudo, são vários os obstáculos encontrados na formação dos consórcios, como desavenças políticas entre gestores; falta de concordância quanto ao rateio das despesas, dentre outros⁽²⁾.

A quantidade de resíduos sólidos coletados diariamente no Brasil em 2008, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNBS, era de 183.488 toneladas, sendo que 50,8% destes eram destinados à vazadouros a céu aberto, ou lixões⁽³⁾. Segundo a ABLP⁽⁴⁾, os últimos dados oficiais sobre a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil são do ano de 2015, quando foram gerados

no país o volume de 79,9 milhões de toneladas, um acréscimo de 1,3 milhões de toneladas em relação a 2014.

Define-se lixão como uma área aberta passível de todo e qualquer material descartado sem um tratamento prévio, projeto ou qualquer critério de engenharia⁽⁵⁾. O lixão é uma forma primitiva de descarte dos resíduos e lamentavelmente, no estado Minas Gerais, no final do ano de 2009, cerca de 45% dos municípios dispunham os resíduos de forma inadequada, o que favorecia a proliferação de inúmeros vetores detentores de diversas doenças ao homem, a poluição do ar através da geração de gases, a poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além de provocar uma poluição visual⁽⁶⁾.

Recomenda-se com finalidade de minimização de impactos ao meio ambiente, que seja feito um estudo com levantamento de dados para escolha da área onde serão depositados os resíduos, com o objetivo de providências como: uma distância de segurança de 10 quilômetros entre a área do lixão e a área urbana e uma distância maior que 200 metros de rios, lagos, nascentes, e cursos d'água sendo esta última de acordo com a NBR 8419 e NBR 13896; o solo deve ser analisado previamente, e recomendam-se argilosos, devido à baixa permeabilidade⁽⁷⁾.

O chorume é um líquido de coloração escura, advindo da percolação da água através dos resíduos em decomposição, apresentando composição extremamente variável, podendo conter altas concentrações de sólidos suspensos, metais pesados e compostos orgânicos. Quando a água pluvial infiltra através dos resíduos, substâncias orgânicas e inorgânicas são lixiviadas pelo percolado podendo tanto escorrer e alcançar corpos hídricos superficiais, como infiltrar e atingir águas subterrâneas, transformando-os em fontes potenciais de contaminação ambiental e de riscos à saúde humana visto que, geralmente são os mesmos mananciais que servem de abastecimento urbano^(8,9).

Quando resíduos são lançados em encostas favorece uma instabilidade nos taludes, devido à sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, podendo causar deslizamentos. Existe também um total descontrole em relação aos tipos de

resíduos enviados aos lixões, sendo que, na maioria das vezes, resíduos de saúde e industriais têm o local como destino. Pode-se acrescentar ainda a este cenário, a presença de catadores que veem nos resíduos uma alternativa de trabalho e buscam o seu sustento através da separação e comercialização de materiais recicláveis, apesar das condições sub-humanas⁽⁶⁾.

A Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), em 2003, criou um projeto intitulado “Minas sem lixões”, visando apoiar os municípios mineiros na implantação de políticas públicas voltadas para a gestão adequada de resíduos sólidos. A Lei Federal 12305/2010 e a Lei Estadual 18031/2009 proíbem o lançamento de resíduos *in natura* a céu aberto, devendo estes ter uma disposição final ambientalmente adequada, porém, segundo Feam⁽⁶⁾, muitas vezes, a desativação de lixões é realizada sem considerar critérios técnicos, sendo feita apenas através do encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. Desse modo, é cessada a presença de catadores e a queima de resíduos no local, por outro lado, a geração de gases e chorume continuam enquanto houver atividade biológica no interior do maciço de resíduos, e segundo SantoseMedeiros⁽¹⁰⁾, essa geração pode durar por mais de 20 anos após o encerramento das atividades de disposição final de resíduos, apresentando alto potencial poluidor do ar e das águas, problemas de instabilidade do terreno, degradação do solo, além da retenção de gás que dá origem ao risco de explosões.

Casos constatados de contaminação de solo e de águas superficiais e subterrâneas em áreas utilizadas como depósito de lixo são cada vez mais frequentes. O simples abandono e fechamento de lixões não devem ser os procedimentos adotados pelos municípios na inativação destes, em função da grande possibilidade de ocorrência de problemas ambientais, devendo os municípios buscar técnicas que minimizem os impactos⁽⁶⁾.

Este estudo teve como objetivos diagnosticar a área do antigo lixão da cidade; identificar se a sua desativação ocorreu dentro dos padrões recomendados; levantar os principais riscos ambientais; analisar a contaminação do solo e verificar o comprometimento das águas de nascentes localizadas nas proximidades

do local, a fim de formar um banco de dados, o qual poderá ser utilizado futuramente na escolha de alternativas para remediação da área.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

Nanuque é um município brasileiro do estado de Minas Gerais e possui uma área de 1.542,97 Km². A cidade tem sua posição geográfica determinada pelo paralelo 17° 19' 12" de latitude sul e pelo meridiano 40° 20' 30" de longitude oeste. O clima em virtude da posição geográfica é o tropical úmido, com estação seca no período de maio a setembro, e chuvosa no período de outubro a abril, mostrando uma divisão nítida entre as estações, sendo, porém, irregular a distribuição das chuvas, que varia entre 900 e 1000 mm anuais e temperaturas médias anuais em torno de 24°C⁽¹¹⁾. A cidade apresenta ainda, uma grande variedade de solos, sendo que os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, ambos distróficos e ácidos, predominam.

A quantidade de lixo coletada diariamente na cidade, no ano de 2010, segundo dados da Consita (empresa responsável pela coleta desses resíduos desde agosto de 2009), é de 35 toneladas, variando conforme a época do ano. A população da cidade é de 40.834 habitantes⁽¹²⁾, sendo a produção per capita de 0,857 kg/hab/dia. Estes resíduos eram destinados a um lixão (hoje inativo) que está localizado na rodovia MGT-418, apresentando latitude de 17°49'53''S e longitude 40°20'8''O, a aproximadamente 418 m de raio da área urbana e apresentando proximidade de nascentes e olhos d'água no raio de 200 metros, o que está em desacordo com o observado por Possamai et al.⁽⁷⁾.

É bom ressaltar que a quantidade exacerbada de lixo gerada deve ser considerada como um agravamento do problema da destinação final inadequada.

LEVANTAMENTO DE DADOS

Para diagnóstico da área de estudo foram realizados os levantamentos: localização e dados históricos do antigo lixão; coleta de dados e empréstimo de registros fotográficos da época, disponibilizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente; visitas *in loco* e levantamento fotográfico; amostragem de solo para análises químicas; restituição topográfica e cadastramento de nascentes; coleta e análise química de águas superficiais de nascentes próximas.

A localização, os dados históricos do antigo lixão foram obtidos através de entrevistas com antigos catadores e moradores do entorno. Os relatos ajudaram a caracterizar a atividade de destinação de resíduos. A Coleta de dados e o empréstimo de registros fotográficos da época, disponibilizados pela SMMA, visam reforçar como ocorria a disposição dos resíduos na área e quais foram os procedimentos realizados para o fechamento do mesmo.

As visitas *in loco* e o levantamento fotográfico realizado após o fechamento do lixão foram necessários para avaliação geral dos impactos, verificando assim se o lixão foi inativado de forma adequada.

ANÁLISES DE SOLO

A amostragem de solo para análises químicas foram realizadas em 4 pontos, sendo eles: centro do lixão, área da base do talude, área superior ao lixão e área adjacente (ponto controle). Foram coletadas 10 amostras superficiais, na profundidade de 0 a 0,30 m, em cada ponto amostral, obtendo-se quatro amostras compostas para análise e comparação de resultados.

As análises químicas de solo foram realizadas pelo laboratório Fullin, os quais foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Fósforo Mehlich (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Sódio (Na) e CTC.

RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA E CADASTRAMENTO DE NASCENTES

A restituição topográfica foi realizada a partir de um perfilamento a laser, na qual gerou pontos cotados que foram utilizados para desenhar as curvas de

nível do local. O cadastramento das nascentes localizados no entorno da área foram demarcadas com a utilização do GPS Garmin, modelo HCX; através das cotas das nascentes encontradas, foram geradas isolinhas do fluxo subterrâneo. Esses procedimentos foram realizados utilizando os programas de geoprocessamento Surfer (versão 10) e ArcGIS (versão 10.1).

ANÁLISES DE ÁGUA

A coleta de águas superficiais para análise foi realizada em três nascentes: amostra 1 (P. 013) a 187 metros; amostra 2 (P. 029) a 44 metros; amostra 3 (P. 028) a 100 metros do lixão. As amostras foram conservadas utilizando frascos esterilizados, adicionando ácido nítrico de alta pureza e sendo mantidas a 18°C. Elas foram enviadas ao laboratório Fullin para análises de metais pesados (Cu, Zn e Mn), sendo estas realizadas pelo método de espectrometria de absorção atômica em chama. Os resultados das análises de água foram interpretados, analisados e comparados aos parâmetros de potabilidade de água da Portaria 2914/2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DADOS HISTÓRICOS DO ANTIGO LIXÃO, VISITAS *IN LOCO* E LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

De acordo com as informações obtidas através das entrevistas e coletas de dados, os resíduos sólidos da cidade de Nanuque/MG foram coletados (35 ton/dia) e despejados na área do antigo lixão a céu aberto por mais de duas décadas, sem qualquer seleção ou identificação da natureza dos mesmos, sendo eles de origem doméstica, comercial, industrial, de limpeza pública, e de construção; resíduos de origem de saúde (hospitalar, clínicas médicas, farmácias, laboratórios, etc.) também tinham o lixão como destinação final, porém estes eram coletados por um profissional responsável, lançados em uma vala, e posteriormente queimados.

A área na qual eram depositados os resíduos é de aproximadamente 6(seis) hectares. Os resíduos eram lançados na parte central do lixão e muitas vezes também eram depositados na parte superior (entrada), conforme pode ser observado na Figura 1.



Figura 1. Área central com a presença de catadores (à esquerda) e área superior do lixão (à direita).Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2010.

No local, a garimpagem de resíduos era constante, onde pessoas separavam materiais recicláveis para seu sustento sem nenhuma proteção, expostos à contaminação direta e a vetores de doenças como urubus, moscas, mosquitos, baratas, ratos etc., causando graves danos à saúde pública. Além disso, os catadores conseguiam reaproveitar apenas 8% do lixo descartado no local, já que a ausência de coleta seletiva não os favorecia.

Devido à quantidade exacerbada de resíduos, estes também eram empurrados para o talude ou queimados para obtenção de espaço. Quando queimados, uma fumaça tóxica era gerada e dispersada na cidade, principalmente no bairro Santa Helena. O morador da área de entorno obteve prejuízo em relação ao seu gado em decorrência dos resíduos que eram espalhados em sua propriedade, pelo vento.

No ano de 2008, a prefeitura comunicou aos catadores sobre o vidoiro fechamento do lixão e, em 2010, o poder público de Nanuque, vendo-se pressionado por órgãos ambientais por não estarem cumprindo com o seu papel, foi forçado a realizar o fechamento do lixão por meio de um T.A.C. (Termo de

Ajustamento de Conduta) expedido pelo ministério público sob multas diárias de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) para o descumprimento de tal.

A prefeitura orientou os trabalhadores a se cadastrarem na ASCANUK – Associação dos Catadores de Materiais Reciclados de Nanuque, criada no intuito de atender as necessidades destes e cumprir a Lei Federal 12.305 de 2010 e a Lei Estadual 18.031 de 2009.

O fechamento do lixão aconteceu no dia 13 de março de 2010: o lixo foi espalhado e compactado e, logo após, coberto com uma camada de aproximadamente 40 cm de solo da área do entorno, formando uma massa de resíduos disforme e sem geometria definida. Uma tentativa de drenagem de água pluvial foi feita no local, porém ineficiente; foram lançadas algumas sementes de braquiárias e gramíneas, aleatoriamente, para fins de recuperação natural e foi instalada uma placa de advertência. Não foi realizado nenhum sistema de drenagem de chorume e/ou de gases.

Como pode se observar nas Figuras 2 e 3, em novembro de 2010, havia ainda a presença de resíduos superficialmente expostos, inclusive resíduos hospitalares e carcaças de animais, além de afloramento de lixo na área do talude, observando que a camada de solo utilizada para o aterramento se mostrou insuficiente.



Figura 2. Área central do lixão após aterramento com resíduos superficialmente expostos (esquerda) e afloramento de resíduos no talude (direita).



Figura 3. Presença de resíduos hospitalares (esquerda) e carcaças de animais (direita) no antigo lixão de Nanuque/MG.

Através de visitas *in loco* realizadas em janeiro e setembro de 2013 foi observado o desenvolvimento de vegetação em alguns pontos que, por um lado, contribuiu pra recuperação da paisagem, porém de forma irregular, sendo o crescimento desarmonioso uma consequência do contato direto com os resíduos; sendo assim, grande parte do solo ficou exposto à ação dos ventos e chuvas, o que ocasionou erosão, contribuindo para um maior afloramento dos resíduos, como pode ser visto na Figura 4. A presença de equinos e bovinos pastando no local também pode ser constatada, conforme a Figura 4, ocasionada pela ausência de cerca de isolamento e monitoramento da área.



Figura 4. Resíduos superficialmente expostos (à esquerda) e presença de animais na área do antigo lixão de Nanuque/MG.

Ainda através das visitas *in loco*, em setembro de 2013, foi verificado que o talude continuava sofrendo processo de afloramento de resíduos e que, abaixo deste, há uma ravina, na qual se encontra poluída por resíduos advindos do antigo

lixão através do carreamento pela ação das chuvas (Figura 5), desaguando no córrego Sete de Setembro.



Figura 5. Ravina com resíduos advindos do antigo lixão de Nanuque/MG.

ANÁLISES DE SOLO

A Tabela 1 apresenta os resultados do parâmetro pH obtido através da análise de solo.

Tabela 1- Resultados da Análise de pH do Solo

Parâmetros analisados	Unid.	Resultados da análise do pH do solo				Acidez		Neutro	Alcalinidade	
		Sup. Lixão	Base Talude	Centro Lixão	Ent. Adjacente	Média	Fraca	Fraca	Elevada	
pH em H ₂ O	-	7,7	7,7	7,8	6	5,1 - 6,0	6,1 - 6,9	7	7,1 - 7,8	>7,8

Os valores de pH na área de entorno foi de 6,0, sendo considerado um solo com acidez média, verificando alteração nos solos de influência do lixão (centro, área superior e base do talude), na qual apresentaram alcalinidade baixa em torno de 7,7. Oliveira e Jucá (2004)¹³ e Sissino e Moreira (1996)⁹ verificaram, em seus estudos que as amostras de solo que apresentaram maior pH condiziam com as áreas que tiveram maior contato com o percolado.

A tabela 2 mostra os valores dos parâmetros obtidos nas análises de solo, assim como os valores de referência para interpretação dos resultados.

Tabela 2- Resultados das Análises de Solo.

Parâmetros analisados	Unid.	Resultados das Análises				* Níveis de Referência		
		Sup. Lixão	Base Talude	Centro Lixão	Ent. Adjacente	Baixo	Médio	Alto
Fósforo Mehlich	mg/dm ³	111	146	99	10	<5	5 - 10	>10
Potássio (K)	mg/dm ³	380	164	870	140	<60	60 - 150	>150
Cálcio (Ca)	cmol	7	5,9	5,6	2,4	<1,5	1,5 - 4,0	>4,0
Matéria Orgânica (MO)	dag/kg	4,6	5,1	4,9	4,3	1,6	1,6 - 3,0	>3,0
Zinco (Zn)	mg/dm ³	123,2	18,3	77,9	6,8	4,1 - 6,9	7,0 - 40,0	>40,0
Manganês (Mn)	mg/dm ³	160	306	78	38	6 - 11	12 - 130	>130
Sódio (Na)	mg/dm ³	160	280	330	67	<60	60 - 100	>100
CTC efetiva (t)	cmol	9	7,5	8,8	3,5	<2,6	2,6 - 6,0	>6,0

*Os níveis de referência são baseados nos Manuais de Recomendação de Adubação dos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, além de informações desenvolvidas pelos profissionais do laboratório Fullin.

Os teores de matéria orgânica na área foram considerados altos em todos os pontos amostrais, inclusive na área de entorno, pois dispõe de vegetação nativa. A CTC apresentou altos níveis nas áreas de influência do lixão e nível médio na área adjacente.

A matéria orgânica do solo (MO) é proveniente da decomposição de plantas, animais e microrganismos no solo, na qual há formação de substâncias húmicas; quanto maior a MO, maior a CTC do solo e maior a capacidade de retenção de cátions. O decréscimo de MO através da decomposição da mesma, pode diminuir a CTC, liberando contaminantes a ela aderidos. O pH sofre influência da CTC e MO presentes no solo, sendo que um decréscimo destes últimos levaria também à diminuição do pH, o que propiciaria uma maior tendência à liberação de material inorgânico no meio.

Verificou-se que o K, P, Na e Ca apresentaram altos valores, acima dos máximos permitidos, no centro do lixão, na área superior e na base do talude, observando uma diferença notória entre estas e a área de entorno (fora da área de influência), na qual apresentou valores médios para os mesmos parâmetros; isso mostra uma contaminação de solo por retenção de compostos advindos dos resíduos, o que foi influenciado pelos altos valores de pH, MO e CTC do solo,

mas que pode ser afetado futuramente com a decomposição da matéria orgânica, aumentando assim a lixiviação destes.

Samuel-Rosa, Dalmolin e Copetti⁽¹⁴⁾ identificaram em seus estudos teores elevados de K, P, Na e Ca em amostras de percolado, sendo K e P de grande importância nutricional para a manutenção das plantas, porém, quando concentrados no solo em quantidades maiores do que as plantas podem absorver e/ou ao bom funcionamento de microrganismos, podem infiltrar e eutrofizar as águas.

Oliveira et al.⁽¹⁵⁾ avaliando solos nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos em Humaitá (AM), encontraram valores para Ca e P muito abaixo dos valores encontrados no presente estudo.

Santos e Medeiros⁽¹⁰⁾ relatam que o ortofosfato (forma de fósforo mais assimilável por organismos aquáticos e plantas) se encontra presente em papéis higiênicos e fraldas, na qual compõem matéria fecal, e em recipientes de detergentes. O K, Na e Ca têm suas possíveis fontes em material orgânico, entulhos de construção, cascas de ovos; materiais estes que eram constantemente depositados no lixão.

O Mn apresentou concentrações altas na base do talude (306 mg/l) e na área superior do lixão (160 mg/l), sendo médias as concentrações no centro do lixão (78 mg/l). A área adjacente, de entorno, apresentou 38 mg/l de Mn, um valor considerado médio, mostrando que altas concentrações de Mn na área não é uma característica do solo natural.

Diversos autores têm endereçado estudos sobre o alto índice do metal manganês no chorume como: Oliveira e Jucá⁽¹³⁾. Celereet al.⁽¹⁶⁾ afirmam que baterias, aço, palitos de fósforo e porcelanas em lixões podem ser fontes de manganês. As altas concentrações deste metal no solo da área de influência mostram que provavelmente esses tipos de resíduos se encontram aterrados no local.

Segundo Sissino e Moreira⁽⁹⁾, o Mn é uma das substâncias de maior interesse toxicológico para a saúde humana e ambiental, já que podem alterar a qualidade das águas subterrâneas em áreas de disposição de resíduos.

O Zn apresentou valores altos no centro do lixão e na área superior, 77,9 mg/l e 123,2mg/l, respectivamente (mostrando uma alta retenção no solo), e valor médio na base do talude (18,3 mg/l). Essa diminuição do nível de Zn encontrado no talude pode ser explicada por Kamogawaet al.⁽¹⁷⁾ que afirmam que o Zn disponível no solo diminui com o aumento do teor de matéria orgânica;sendo que esta área apresentou o maior nível de MO.

Segundo Oliveira e Pasqual⁽¹⁸⁾, o Zn pode ser encontrado em baterias, fertilizantes, lâmpadas, televisores, aros de rodas, pinturas, plásticos, borrachas e em alguns cosméticos e produtos farmacêuticos, sendo ainda empregados na galvanização de produtos de ferro.

Deve-se destacar que estas análises foram realizadas na camada superior do solo (0-30 cm de profundidade) e que, através de análises mais profundas, abaixo da camada de resíduos, se obteriam resultados melhores em relação à contaminação de solo e retenção/movimento dos compostos no mesmo.

RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA E CADASTRAMENTO DE NASCENTES

A restituição topográfica mostrou que a área de estudo possui forma convexa e pode ser caracterizada como uma área de recarga (Figura 6), influenciando diretamente o fluxo e a quantidade de água que alimenta as nascentes adjacentes.

A direção deste fluxo (Figura 7) está direcionada às nascentes próximas. Isso mostra que as águas pluviais possivelmente passam por entre os resíduos aterrados, lixiviando o percolado e podendo apresentar influência direta de contaminação das nascentes.

Também foi possível identificar a altura do nível freático no local, através da diferença entre a cota média das nascentes e da curva de nível, sendo de aproximadamente 15 metros de profundidade.





Figura 6. Área de recarga no antigo lixão de Nanuque/MG.

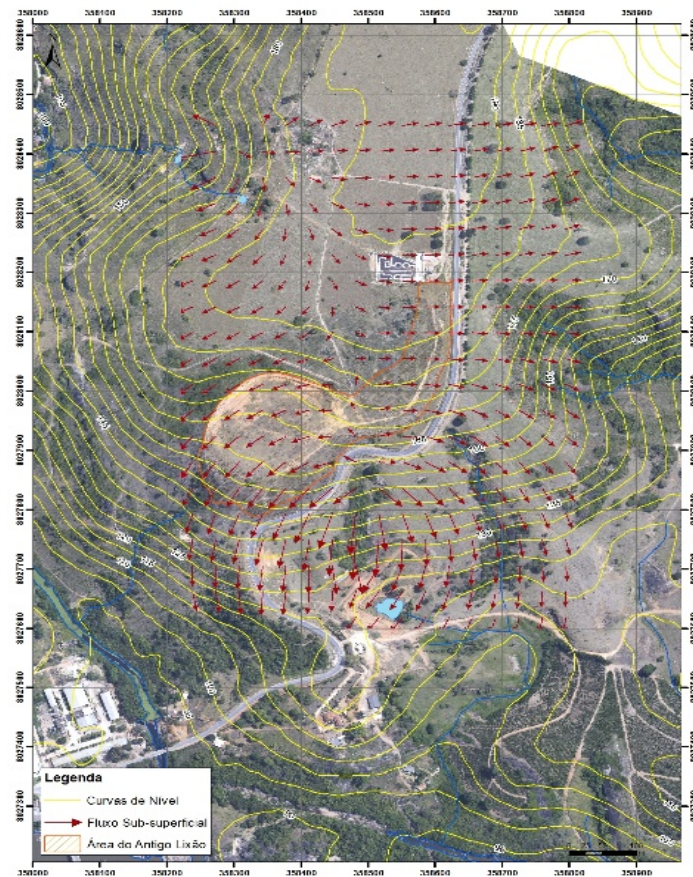


Figura 7. Direção de isolinhas de fluxo subterrâneo.

ANÁLISES DE ÁGUA

Os valores dos parâmetros químicos encontrados nas análises das amostras das nascentes são mostrados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados da análise química de água

Parâmetros Analisados	Unid.	Identificação das Amostras			VMP Portaria 2914/2011
		Amostra 1 - P. 13	Amostra 2 - P. 29	Amostra 3 - P. 28	
Cobre Total	mg/L	0,200	0,100	0,100	2,000
Manganês Total	mg/L	0,300	0,500	0,800	0,100
Zinco Total	mg/L	0,299	0,399	0,299	5,000

Verificou-se que as concentrações de Cu e Zn estão em conformidade com os parâmetros de potabilidade de água da Portaria nº2914 de 2011. Já o Mn se encontra acima dos valores máximos permitidos (0,100 mg/l), apresentando 0,300 mg/l, 0,500mg/l e 0,800mg/l nas amostras 1, 2 e 3, respectivamente.

Dentre vários autores que constataram altos índices de manganês em águas superficiais próximas de área de influência de lixões e aterros, podemos citar Sissino e Moreira⁽⁹⁾, que encontraram contaminação por Mn (2,4mg/l) em água de córrego na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói.

Como foi observado nos resultados da análise química do solo, o Mn apresentou uma concentração alta neste, sendo que Oliveira e Jucá⁽¹⁰⁾ e Korf et al.⁽¹⁹⁾ detectaram em seus estudos que o Mn atingiu a saturação do solo, ocasionando um fim da retenção deste metal e ocorrendo uma liberação adicional para o efluente percolado, sendo preferencialmente sorvido pelo solo, e indicaram que o alcance da frente de contaminação foi de natureza advectiva-dispersiva; o que possivelmente também está ocorrendo no local do antigo lixão.

Como foi observada nas imagens de fluxo de água na zona freática, a direção deste fluxo vai de encontro com as referidas nascentes, sugerindo que o lixiviado tem influência no valor de manganês obtido, bem como existe a possibilidade de estar contaminando e/ou contaminar estas águas por outros metais e outros compostos orgânicos advindos do chorume. O nível freático, que se encontra a aproximadamente 15 metros de profundidade, caso haja lâmina d'água, também pode estar contaminada, sendo necessária a realização de análises através de sondagens.

CONCLUSÃO

Verifica-se que após a finalização da atividade no local, a fumaça e presença de catadores cessaram, porém a área ainda se encontra com irregularidades, apresentando degradação ambiental e risco à saúde pública, sendo que há resíduos superficialmente expostos, erosão no talude com afloramentos de resíduos, contaminação por escoamento superficial do córrego Sete de Setembro e ausência de drenos pluviais (o que potencializa a lixiviação de percolados) e de gases.

Os resultados das análises químicas de solo indicam uma alta retenção de todos os parâmetros analisados, evidenciando contaminação neste. Os resultados da análise de água apresentaram valores de manganês acima do máximo permitido pela Portaria 2914/2011 em todas as amostras analisadas e, considerando o fluxo subterrâneo gerado, afere-se que a contaminação é advinda do chorume gerado na decomposição dos resíduos do antigo lixão.

Frisa-se a importância da realização de futuras análises de solo e de águas das nascentes, além de sondagens e análises de águas subterrâneas para a obtenção de resultados mais precisos a respeito da contaminação por chorume nestes.

REFERÊNCIAS

- (1) ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo. 2013.
- (2) Brasil. Secretaria Agência e Jornal do Senado. Resíduos Sólidos: lixões persistem. Revista em Discussão, Brasília, 5 (22). 2014.
- (3) IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008.
- (4) ABLP – Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Revista Limpeza Pública, Barra Funda (SP), n. 96, 2017.



(5) Beli, E.; Naldoni, C.E.P.; Oliveira, A.C.; Salesi, M.R.; Siqueira, M.S.M.; Medeiros, G.A.; Hussar, G.J.; Reis, F.A.G.V. 2005. Recuperação da área degradada pelo lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP. Engenharia Ambiental, 2 (1): 135-148.

(6) FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos. Belo Horizonte: FEAM, 2010.

(7) Possamai, F.P.; Viana, E.; Schulz, H.E.; Costa, M.M.; Casagrande, E. 2007. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: Análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Ciências Saúde Coletiva, 12 (1): 171-179.

(8) Bertazzoli, R.; Pelegrini, R. 2002. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. Química Nova, 25 (3): 477 – 482.

(9) Sisino, C. L. S.; Moreira, J.C. 1996. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. Caderno de Saúde Pública, 12 (4): 515-523.

(10) Santos, G.O.; Medeiros, P.A. 2011. Estudo preliminar da qualidade das águas subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Caucaia. Conexões – Ciência e Tecnologia, 5 (3): 61-70.

(11) Ometo, J.C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

(12) IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da População. 2010.

(13) Oliveira, F.J.S.; Jucá, J.F.T. 2004. Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9 (3): 211-217.

(14) Samuel-Rosa, A.; Dalmolin, R.S.D.; Copetti, A.C.C. 2012. Poluição causada por aterros de resíduos sólidos urbanos sobre os recursos hídricos. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, 12 p.

(15) Oliveira, B.O.S.; Tucci, C.A.F.; Junior, A.F.N.; Santos, A.A. 2016. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21 (31): 593-601.

(16) Celere, M.S.; Oliveira, A.S.; Trevilato, T.M.B.; Segura-Munhoz, S.I. 2007. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São



Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. Caderno Saúde Pública, 23 (4): 939-947.

(17) Kamogawa, M.Y.; Miyazawa, M.; Gimenez, S.M.N.; Oliveira, E.L. 1997. Avaliação da Absorção do Zinco por Feijoeiro e sua Toxidez em Latossolo Roxo Distrófico. Revista Técnica da Sanepar, 8 (8).

(18) Oliveira, S.; Pasqual, A. 2001. Avaliação da qualidade da água subterrânea a jusante do depósito de resíduos sólidos municipais de Botucatu/SP. Energia na Agricultura, 16 (4): 25 – 35.

(19) Korf, E.P.; Melo, E.F.R.Q.; Thomé, A.; Escoteguy, P.A.V. 2008. Retenção de metais em solo da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passos Fundo – RS. Revista de Ciências Ambientais, 2 (2): 43 - 60.



PRESSÃO SONORA, POLUIÇÃO E A SAÚDE DAS PESSOAS

SOUND PRESSURE, POLLUTION AND HEALTH OF PEOPLE

Laura Ferreira Ribeiro Dias, Ramon Marques Macêdo, Afonso Pelli*

Disciplina de Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas e Naturais.
Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Praça Manoel Terra, 330; CEP
38025-180, Uberaba, MG, Brasil. apelli@terra.com.br

RESUMO

Diferentes tipos de poluição podem afetar o bem-estar das pessoas. A exposição ao ruído pode causar estresse, sérios problemas à saúde e até mesmo a perda auditiva em diferentes graus. A proposta do presente estudo foi realizar um levantamento bibliográfico, com visão crítica, englobando as propriedades físicas do fenômeno sonoro, o mecanismo de percepção pelo corpo humano e o possível impacto fisiológico no bem-estar das pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: poluição sonora, ruído, saúde coletiva.

ABSTRACT

Different types of pollution can affect people's well-being. Exposure to noise can cause stress, serious health problems and even hearing loss to varying degrees. The purpose of the present study was to perform a bibliographical survey, with a critical view, encompassing the physical properties of the sound phenomenon, the mechanism of perception by the human body and the possible physiological impact on the well-being of the people.

KEYWORDS: noise pollution; noise; public health.

INTRODUÇÃO

A poluição sonora tem aumentado desde a revolução industrial com modificações nos processos de manufatura e a inclusão de máquinas na rotina diária. A exposição a altos níveis de pressão sonora pode ocorrer no lazer, no lar, no ambiente de trabalho, na área industrial, em laboratórios e em hospitais. Atualmente, com a utilização de dispositivos eletroeletrônicos, imprescindíveis ao tratamento de pacientes o ruído faz parte também do cenário nosocomial^(1,2).



Desde 1974 a United States Environmental Protection Agency (USEPA)⁽³⁾ recomenda que os níveis de ruído em hospitais não devem exceder 45 decibéis A dB (A) no período diurno e 35 dB (A) no período noturno. A Associação Brasileira de Normas Técnicas^(1,4) recomenda 35 a 45 dB (A) como níveis aceitáveis para diferentes ambientes hospitalares.

Curiosamente, e em outra ordem de grandeza (aproximadamente 7 vezes superior), para a saúde do trabalhador, a Norma Regulamentadora 15 recomenda que a máxima exposição a ruídos seja de 85 decibéis (dB) no período de 8 horas⁽⁵⁾. Mesmo assim estes limites são frequentemente ultrapassados, gerando distúrbios fisiológicos e psicológicos, tanto em pacientes nos hospitais como nos funcionários em seus respectivos setores⁽⁶⁾.

A exposição ao ruído pode causar problemas à saúde como perda auditiva, prejuízo na comunicação, redução da atenção, irritabilidade, fadiga e dores de cabeça, elevação da frequência cardíaca e pressão arterial, vasoconstrição periférica, aumento da secreção e da motilidade gástrica, contração muscular⁽¹⁾. Todas essas alterações podem acabar induzindo profissionais, inclusive da saúde, a erros na execução de suas atividades^(6,7).

Os diferentes tipos de poluição constituem indiscutível variável que afeta o bem-estar das pessoas, tendo repercussões no cotidiano, na expectativa e na qualidade de vida das mesmas. Dessa forma, a proposta do presente estudo foi realizar um levantamento bibliográfico para compreender as propriedades físicas do fenômeno sonoro, o mecanismo de percepção pelo corpo humano e o possível impacto fisiológico no bem-estar das pessoas. Assim, abranger o estado da arte na área em pauta e disponibilizar na literatura um compêndio sobre as propriedades do som e a poluição sonora.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi a consulta as bases de dados PubMed, Google Acadêmico e Scielo na busca por artigos, em inglês e português sobre poluição



sonora e seu impacto na saúde e qualidade de vida das pessoas. Foram utilizados os descritores: poluição sonora, ruído, barulho, ruído em hospitais e efeito da poluição sonora. Inicialmente foram selecionados 150 artigos e posteriormente foi realizada nova seleção resultando em 60 artigos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo do som pode seguir duas vertentes principais distintas. A primeira faz referência à acústica física que estuda a física do fenômeno sonoro. A segunda faz referência ao seu efeito biológico/fisiológico, a assim denominada psicoacústica, que estuda como o som é percebido pelos organismos⁽⁸⁾.

A onda é um fenômeno físico ondulatório e pode precisar ou não de um meio material para se propagar e transmitir energia por sua oscilação, apesar de não ser capaz de transportar matéria. Quanto à origem da onda, podem ser classificadas em mecânicas (associadas à percepção do som) ou eletromagnéticas (geradas por alteração de um campo elétrico e magnético, associadas à percepção da luz e das cores). Quanto à direção de oscilação, em ondas transversais - cuja direção de oscilação é perpendicular à direção de propagação - e longitudinais - cuja direção de oscilação é a mesma da direção de propagação⁽⁹⁾.

O som é um fenômeno natural que possui propriedades específicas, dentre elas estão àquelas relacionadas com os distúrbios das moléculas em um determinado meio com propriedades peculiares. Também se deve ponderar a intensidade e o intervalo de tempo em que se observa o fenômeno ou distúrbio. Este distúrbio apresenta comportamento de onda quando em propagação e, por isso, são necessários: emissor, meio e receptor para que o mesmo ocorra⁽⁹⁻¹¹⁾.

O emissor ou elemento vibrador é responsável por alterar (através de variações da densidade ou pressão) o meio em que a onda se propaga para que a mesma seja percebida pelo receptor⁽¹⁰⁾. As variações de pressão são denominadas compressões e rarefações e acontecem sucessivamente sofrendo influência do meio no modo em que se propagam⁽⁹⁾. Essas ondas de pressão são responsáveis

pela sensação sonora quando propagadas em um meio elástico (aquele que sofre alterações em suas posições quando perturbado e, ao fim dessa perturbação retorna ao estado original)⁽⁹⁾.

As áreas de compressão e rarefação são aquelas onde o ar se encontra mais ou menos comprimido, respectivamente, por haver uma movimentação específica das partículas. Essa movimentação pode ser no mesmo sentido da direção da propagação da onda (compressão) ou em sentidos opostos (rarefação)⁽⁹⁾.

As ondas harmônicas são as principais responsáveis pela propagação dos sinais sonoros e pela manutenção da frequência desde a geração até a percepção desses sinais. Existem alguns fenômenos, porém, que interferem no curso da onda, podendo alterar suas características de propagação. Esses fenômenos são denominados reflexão, refração, difração e absorção do som⁽¹²⁾.

A reflexão é o fenômeno em que o percurso da onda sofre alteração em sua direção na presença de determinado obstáculo. Como consequência deste fenômeno existem outros dois, denominados eco e reverberação. O eco acontece quando há um intervalo de tempo superior a 0,1 segundos entre o som emitido e o som refletido. E para que o mesmo exista é necessário que a distância entre a fonte e o obstáculo seja igual ou superior a 17 metros^(13,14).

Como se propaga em várias direções, o som gerado num local fechado acaba por ser refletido também em várias direções, dando ao receptor, a falsa sensação de que o mesmo se prolonga. Esse fenômeno é denominado reverberação. Os meios em que o som se propaga podem possuir diferenças em sua constituição, e essa diferença interfere na direção, no sentido, na velocidade e na intensidade de propagação da onda quando passa de um meio para outro diferente. Esse fenômeno é denominado refração e essas interferências mudam ainda o comprimento da onda^(13,14).

Quando as ondas sonoras se deparam com obstáculos pode ocorrer difração. Esta somente é observada quando o obstáculo for menor ou igual ao comprimento da onda. Os sons mais graves possuem ondas mais longas e, desta

forma, apresentam maior probabilidade de apresentarem esse fenômeno, espalhando-se melhor no meio quando comparados aos sons mais agudos^(12,14).

Por último, a absorção é o fenômeno em que a energia do som é perdida quando em contato com objetos (principalmente aqueles mais porosos), isso porque os mesmos vibram gerando pequenos choques entre as ondas em seu interior. Neste caso os princípios da termodinâmica não são universais. No presente campo de estudo o princípio “nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” não é aplicável, e uma onda pode anular a outra, desde que estejam na mesma frequência⁽⁹⁻¹²⁾.

Pode-se perceber que uma fonte sonora alta produz trabalho, ou impacto, na nossa pele, no nosso ouvido e mesmo na nossa caixa torácica. Essa sensação é o trabalho exercido pela onda sonora e pode ser mensurada. Para medir o trabalho executado, ou “Watt”, deve-se considerar a quantidade de energia ou joules transferidos por intervalo de tempo (segundos) pela área. A intensidade sonora mede a densidade da potência da onda sonora em energia por área. Como o intervalo é muito grande, esse dado normalmente é apresentado em escala logarítmica⁽¹⁵⁾.

O som é medido em unidades de pressão pelo fato de o mesmo estar relacionado a valores de diferença de pressão do ar. A percepção pode ser logarítmica, como a de variações de frequência e de intensidade ou linear, como a variação de distância. A primeira baseia-se em uma razão de valores enquanto que a segunda baseia-se em uma diferença de valores.

A escala logarítmica utilizada foi concebida como a razão entre a densidade de potência real e uma de referência (1picoWatt por metro quadrado ou $1 \times 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$), ou

$$\text{NIS} = 10 \log (I_r/I_{\text{ref}});$$

Onde:

NIS = nível de intensidade sonora

I_r = o fluxo de potência sonora real em Watts / m^2

I_{ref} = potência sonora de referência (10^{-12} Wm^{-2})



O nível de potência sonora (PWL ou SWL) é a potência sonora total irradiada em todas as direções pela fonte sonora. É expressa em decibéis, usando a potência sonora real e uma potência sonora de referência (1 picoWatt), ou:

$$SWL = 10 \log (W_r/W_{ref});$$

Onde:

SWL = nível de potência sonora

W_r = potência sonora real (em W)

W_{ref} = potência sonora de referência (10-12 W)

A medida mais frequentemente utilizada para medir a amplitude da onda sonora é o Nível de Pressão Sonora (NPS, ou em inglês, SPL – Sound Pressure Level) que se refere à toda potência sonora gerada por uma fonte. É muito utilizada devido à simplicidade dessa variável e à sensibilidade do ouvido humano. O aparelho auditivo humano possui limiares auditivos mínimo e máximo, sendo que o mínimo corresponde à 20 μ Pa (micro Pascais) e o máximo (também denominado limiar da dor) corresponde à 20 Pa (Pascais). O NPS também é expresso em uma escala logarítmica considerando a razão entre a pressão sonora real e o limiar de audição à frequência de 1KHz (em outras frequências o limiar se altera). Desta forma,

$$NPS = 20 \log (P_r/P_{ref});$$

Onde:

NPS = nível de pressão sonora

P_r = a pressão sonora real (em Pa)

P_{ref} = a pressão sonora de referência (20 μ Pa)

Nesse caso é usado o multiplicador 20 para que as variações mínimas percebidas pelo ouvido humano sejam aproximadas do valor medido e para que os valores em NPS possam ser comparados aos valores de NIS, caso não haja interferências devido a reflexões⁽¹⁵⁾.

A cada 6 dB de mudança, um som dobra de intensidade. Isso é verificado pelas propriedades do logarítmico. Apesar de amplamente utilizado, o termo Decibelímetro é mal-empregado para se referir aos aparelhos usados para se medir

o ruído, uma vez que os aparelhos não medem decibéis. Esses aparelhos medem, na verdade, NPS (nível de pressão sonora) que é uma grandeza física e são programados para realizarem cálculos capazes de gerar os resultados relativos em decibéis (unidade de referência). Sendo assim, a denominação correta destes aparelhos é “Medidor de nível de pressão sonora”⁽¹⁶⁾.

Para garantir que a medição seja fidedigna, os aparelhos a serem utilizados devem possuir algumas características específicas determinadas pelos órgãos competentes como a ABNT e a American National Standards Institute (ANSI), como alta sensibilidade, precisão, calibragem e certificação.

Os medidores de pressão sonora comuns (“decibelímetros”) não apresentam seus resultados em níveis equivalentes (Leq), apresentam valores instantâneos e por isso é tão importante o conhecimento do observador para que os dados sejam corretamente interpretados e analisados, muito embora frequentemente ocorram erros de interpretação.

Para evitar esse problema, é recomendável o uso de dosímetros de ruído, uma vez que os mesmos apresentam seus resultados em Leq. Para contribuir ainda mais para uma medição de qualidade, sugere-se que a planta do local seja anexada e que os valores de Leq sejam anotados nesse material, se possível, no ponto exato de medição do ruído.

O ideal é que esses aparelhos imprimam os relatórios das medições e que os mesmos sejam anexados a todo o material confirmando os demais dados e dando assim credibilidade à análise posterior. Além disso, quando possível o medidor deve ser posicionado no centro do ambiente e todos os objetos causadores de ruído devem ser enumerados e avaliados.

Os “decibelímetros” mais comumente utilizados possuem um microfone acoplado para captar o ruído e funcionar semelhantemente ao aparelho auditivo humano. Porém, microfones são sensíveis a todos os tipos de frequência sonoras, diferente do ouvido humano e por isso, foram criados adaptadores ou filtros que tem a função de corrigir a frequência captada para faixas que podem ser mais ou menos próximas da audível para o homem. Esses filtros adaptadores também são

capazes de interferir na intensidade sonora, grandeza também capaz de influenciar a percepção do som⁽¹⁶⁾. E os mais comuns são os dB(A) ou “A”, dB(B) ou “B” e dB(C) ou “C”, sendo que o dB(A) é o mais próximo à audição humana na faixa de 55 dB. Já o dB(B) é frequentemente utilizado para sons de 55 a 85 dB, enquanto que o dB(C) é utilizado para sons muito fortes, acima de 85 dB⁽¹⁷⁾.

O estudo da capacidade do ser humano de captar e interpretar os fenômenos sonoros e respostas subjetivas ao som em questão de duração, volume, altura, timbre, e a possível localização da fonte, é chamada de psicoacústica. Seus patamares de estudo são, portanto, estudados em conjunto pela relação entre eles, sendo inviável o estudo da altura sem relacionar com o tempo, por exemplo. Além disso, sabe-se que a sensibilidade de volume oscila com o timbre e a frequência⁽¹⁸⁾.

O aparelho auditivo humano é dividido em ouvido externo, médio e interno, sendo que cada uma de suas divisões contém estruturas anatômicas com funções distintas e específicas. O funcionamento de cada parte desse sistema de forma adequada é crucial para que o ser humano seja capaz de perceber e interpretar os ruídos ao seu redor⁽¹⁹⁻²²⁾.

O ouvido externo contém a orelha, inserida nas partes laterais da cabeça auxiliada por músculos auriculares, que permitiram uma especialização evolutiva para convergir as ondas sonoras para a cavidade do ouvido. O canal auditivo que consiste em aproximadamente 3 cm de comprimento, com uma membrana fina e elástica denominada tímpano, vedando a parte interna, com a função primária de percepção e condução dos estímulos sonoros até o ouvido médio⁽¹⁹⁾.

O som precisa sofrer algumas modificações para ser interpretado e, para isso, a anatomia da orelha ajuda a ressaltar alguns sons e identificar a localização da fonte sonora, e o ouvido externo como um todo, devido a efeitos de ressonância é capaz de gerar algumas dessas modificações.

O ouvido médio se conecta à garganta por um tubo, anteriormente chamada de Trompa de Eustáquio, hoje denominada como tuba auditiva, que auxilia na manutenção e equilíbrio da pressão interna do ouvido com a

atmosférica para equalizar o som captado por ambos os tímpanos. O ouvido médio apresenta os ossículos martelo, bigorna e estribo, que formam um conjunto responsável pela transmissão da energia sonora captada pelo tímpano, sem perdas ao ouvido interno e por proteger contra ruídos intensos⁽²⁰⁾.

A onda sonora que entra pelo ouvido externo, chega até o tímpano e o faz vibrar. Por estar acoplado aos três ossículos, o tímpano transmite essa vibração a eles transformando-a em um estímulo mecânico, que posteriormente, pela janela oval, é transmitido ao ouvido interno onde será transformado então em um estímulo eletroquímico para que consiga alcançar o cérebro e ser devidamente interpretado.

Quanto maior a densidade do meio em relação ao ar maior será a dificuldade de propagação da onda sonora. Desta forma quando a onda penetra o pavilhão auditivo e atinge o conjunto biomecânico (tímpano + ossículos) observa-se atenuação da onda. Este fenômeno é denominado impedância acústica. A transformação é influenciada também pelo efeito alavanca que ocorre entre o martelo e a bigorna e pela diferença entre áreas do tímpano e do estribo em contato com a janela oval, concentrando a energia da onda. O meio atenua a onda, porém o “efeito funil” concentra a energia, desta forma observa-se aumento do nível de pressão sonora em 30 dB nesta passagem: tímpano e janela oval⁽²⁰⁾.

A parte do ouvido localizada posteriormente à janela oval é denominada de ouvido interno e é composto por um canal no osso temporal do crânio, com formato de caracol. Com aproximadamente três voltas, a cóclea contém um líquido denominado perilinfa, e a membrana basilar que divide duas grandes partes, a primeira sendo o ambiente que separa o ouvido médio e a janela circular e a outra parte é ligada pelos ossículos e janela oval. Ambas as partes são relacionadas por uma pequena abertura no final da extensão da membrana basilar⁽²¹⁾.

O ouvido interno possui ainda o labirinto e o canal auditivo interno. Esse canal é formado por estruturas ósseas e tem conexão com o cérebro, pelo contato

com o nervo facial que permite a contração e relaxamento dos músculos da face, e com o nervo vestibular que mantém o equilíbrio⁽²¹⁾.

A perilinfa é um fluido que permite a dissipação das vibrações recebidas no ouvido médio e a janela circular. Tem a função de compensar o deslocamento da janela oval. A musculatura constituinte do ouvido interno demonstra resposta a ruídos muito altos, que excedam 75 dB, contraem-se e assim, fornecem proteção por enrijecer o local diminuindo a capacidade de transmissão de energia sonora em seu interior^(21,22).

Os terminais nervosos associados à membrana basilar permitem que a mesma perceba e analise o som a partir da frequência em Hertz gerada por ele. Ao perceber as variações de pressão e deslocamento de ar transmite ao cérebro, na forma de impulsos nervosos, para sua devida interpretação. O grupo de células responsável pela geração dos impulsos é denominado órgão de Corti, possui formato de cílios e se dobra de acordo com a movimentação da membrana basilar⁽²²⁾.

Essa membrana possui uma porção afilada e curta, próxima à base da cóclea, sensível a frequências mais altas, e uma mais larga próxima ao ápice da cóclea, mais sensível a frequências mais graves.

A exposição ao ruído causa impacto sobre a funcionalidade do aparelho auditivo e pode haver lesões reversíveis ou irreversíveis (causadas por exposição a ruídos intensos e/ou por exposição por tempo prolongado). Algumas das lesões reversíveis podem estar relacionadas à: fadiga auditiva (elevação temporária do limiar inferior de audição e/ou dificuldade de localizar a fonte sonora); efeito máscara: sons mais intensos se sobrepõem à percepção de sons menos intensos; e alteração da sensação auditiva e conseqüentemente do tempo de reação^(21,22).

É sabido o quanto o ruído pode interferir nos demais sistemas do corpo humano, gerando alterações em atividades simples e rotineiras, como por exemplo, as alterações no sono e a diminuição da memória, a irritabilidade, as vertigens e a diminuição da sensação de relevo dos objetos. Outros exemplos ainda envolvem a constrição dos vasos sanguíneos, o aumento da frequência

cardíaca, alguns transtornos digestivos como a hipermotilidade gástrica e intestinal, o aumento da tensão muscular, além de alguns distúrbios metabólicos⁽²³⁾.

Todas essas alterações contribuem para a confirmação da seriedade do impacto da poluição sonora no ser humano, sendo capaz de aumentar assim o risco de acidente nos locais de trabalho e em casa, pelas consequências graves e funcionais que os expostos ao ruído apresentam.

Muito embora existam várias formas de perda de audição (doença extrema, acidente) a causa mais comum é a senilidade. E essa condição acontece gradualmente, tornando-se mais grave e séria com o passar do tempo e com a frequência da exposição, quando for o caso. Devido a sensação sonora ser algo complexo e possuir diversos componentes, essa perda também é gradual por alguns destes se perderem mais ou menos rapidamente⁽²⁴⁾.

A análise da qualidade da audição é feita com um aparelho denominado audiômetro que conta com um oscilador que gera tons puros a frequências distintas com intensidade controlada. Essa intensidade é transmitida ao paciente e o mesmo informa ao técnico o seu limiar pessoal de audição que posteriormente é comparado com um limiar comum pré-determinado⁽¹⁶⁾.

Sabendo da importância do impacto da poluição sonora, são sugeridas algumas soluções e profilaxias, que envolvem diferentes estratégias. Uma delas é a redução da emissão de ruídos pelas máquinas e equipamentos, seja por alterações em sua constituição, adaptando silenciadores ou atenuadores sonoros, ou até mesmo alterando sua localização, afastando-os ao máximo do local de trabalho e das pessoas expostas. Outras envolvem o uso de material absorvente, uso de material resiliente em superfícies de impacto (p.ex.), isolamento contra vibrações. Pode-se citar ainda, como medida profilática, a redução da jornada de trabalho, a periodicidade na avaliação audiométrica de trabalhadores e a informação e conscientização acerca da importância do uso de equipamentos de proteção individual.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Apesar do importante impacto na saúde do ser humano, foram encontrados poucos trabalhos na literatura, com pesquisa de campo relacionada à fisiologia auditiva, principalmente no hemisfério Sul. Os Estados Unidos e Europa apresentaram alguns artigos e pesquisas semelhantes, inclusive com bancos de dados incluindo medições rotineiras de poluição sonora em localidades variadas, como escolas, parques, rodovias e hospitais⁽²⁵⁻²⁷⁾.

É consenso o prejuízo à saúde causado pelo ruído, sendo assim, é necessário que medidas paliativas e educativas sejam aplicadas a fim de conscientizar a população em geral e principalmente os profissionais da área da saúde, da importância e do potencial impacto negativo da poluição sonora na qualidade de vida do ser humano^(26,27).

A exposição ao ruído pode trazer consequências muito graves muito além da perda de audição. O estresse é uma condição associada à modernidade e é sabido o quanto um local de trabalho ruidoso pode contribuir para o aumento do mesmo. Trabalhadores estressados podem desenvolver diversas outras condições e até doenças mais graves como hipertensão e doenças cardiovasculares⁽²⁴⁻²⁷⁾.

O impacto da poluição sonora sobre o homem no lazer, no lar, trabalho ou ao ar livre é indiscutível. Hoje há, porém, uma preocupação maior acerca do ruído em hospitais, local onde os pacientes já debilitados, tornam-se mais susceptíveis ao estresse causado pelo excesso de barulho. Já os profissionais de saúde expostos cronicamente ao ruído também tornam-se alvo da preocupação por parte dos pesquisadores, uma vez que afetados pelo ruído, tem a própria saúde prejudicada bem como a qualidade dos serviços prestados podendo gerar, assim, erros graves como consequência do impacto do barulho.

Dada a importância desse tema pode-se concluir que esse assunto é negligenciado pelas organizações de saúde, órgãos responsáveis e pelas próprias pessoas afetadas pelo ruído, evidenciado pela quantidade de trabalhos encontrados

na literatura, bem como pela falta de conhecimento acerca da gravidade do assunto.

Este trabalho agrega informações sobre ecologia, física, fisiologia e saúde coletiva, com a pretensão de contribuir para a disseminação da informação para a comunidade científica, para que a discussão sobre o assunto e medidas preventivas e corretivas entrem em pauta e permaneçam ativas e, assim contribua para a coletividade e para a melhoria da saúde pública em relação a poluição sonora no âmbito dos trabalhadores da área da saúde.

REFERÊNCIAS

- 1) Falk, S. A.; Woods, N. F. 1973. Hospital Noise. Levels and Potential Health Hazards. New England Journal of Medicine. 289(15): 774-81.
- 2) Kam, P. C. A.; Kam, A. C.; Thompson, J. F. 1994. Noise pollution in the anaesthetic and intensive care environment. Anaesthesia. 49(11): 982-86.
- 3) Pinheiro, E. M.; Silva, M. J. P.; Angelo, M.; Ribeiro, C. A. 2008. The meaning of interaction between nursing professionals and newborns/families in a hospital setting. Revista Latino-Americana de Enfermagem. 16(6): 1012-18.
- 4) ABNT. 1987. Níveis de ruído para Conforto Acústico NBR 10152.
- 5) Zamberlan, N. E.; Ichisato, S. M. T.; Rodarte, M. D. O.; Fujinaga, C. I.; Hass, V. J.; Scochi, C. G. S. 2008. Ruído em uma unidade de cuidado intermediário neonatal de um Hospital Universitário. Revista Ciência, Cuidado e Saúde. 7(4): 431-38.
- 6) Balogh, D.; Kittinger, E.; Benzer, A.; Hackl, J. M. 1993. Noise in the ICU. Intensive Care Medicine. 19(6): 343-46.
- 7) Minckley, B. B. A. 1968. Study of Noise and Its Relationship to Patient Discomfort in the Recovery Room. Nursing Research. 17(3): 247-49.
- 8) da Silva, A. R.; Scavone, G.; Lefebvre, A. 2009. Sound reflection at the open-end axisymmetric ducts issuing a subsonic mean flow: A numerical study. Journal of Sound and Vibration. 327: 507-528.
- 9) Okuno, E.; Caldas, I. L.; Chow, C. Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas. São Paulo: Editora Harba. 1986. 490 p.



- 10) Silveira, J. F. P. O decibel e os sons. Matemática determinista no Ensino Médio. Disponível em: <<http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/passa1f.html>>. Acessado em: 01 de novembro de 2018.
- 11) Magioli, F. B.; Torres, J. C. B. 2018. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management). 10(2): 400-413. DOI: 10.1590/2175-3369.010.002.AO01 ISSN 2175-3369.
- 12) Vivas, D. B. P.; Teixeira, E. S.; Cruz, J. A. L. 2017. Ensino de Física para surdos: um experimento mecânico e um eletrônico para o ensino de ondas sonoras. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 34(1): 197-215. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p197>
- 13) Moura, M. A.; Curvo, E. A. C.; Assis, A. F. S.; Barros, M. P. 2017. Visualize a sua voz: uma proposta para o ensino de ondas sonoras. Revista de Ensino de Ciências e Matemática. 8(1): 182-200.
- 14) Rodrigues, F. V.. 2008. Fisiologia da música: uma abordagem comparativa. Revista da Biologia 2(1): 12-17.
- 15) Zimmer, K.; Ellermeier, W. 1999. Psychometric properties of four measures of noise sensitivity: a comparison. Journal of Environmental Psychology, 19(3), 295-302. <http://dx.doi.org/10.1006/jevp.1999.0133>.
- 16) Ribas, A.; Schmid, A.; Ronconi, E. 2010. Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos setores especiais estruturais da cidade de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, 21: 183-199. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v21i0.15599>.
- 17) Moreira, N. M.; Bryan, M. E. 1972. Noise annoyance susceptibility. Journal of Sound and Vibration. 21(4): 449-462. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-460X\(72\)90829-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-460X(72)90829-2).
- 18) Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Rio de Janeiro. Ltc - Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A, 2006. 292 p.
- 19) Morgan, P. A.; Watts, G. R. 2003. A novel approach to the acoustic characterisation of porous road surfaces. Applied Acoustics. 64(12): 1171-1186. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-682X\(03\)00085-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-682X(03)00085-9).
- 20) Basner, M.; Babisch, W.; Davis, A.; Brink, M.; Clark, C.; Janssen, S.; Stansfeld, S. 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. The Lancet. 383(9925): 1325-1332.

- 21) Junqueira, L. C.; Carneiro, J. *Histologia básica*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. 427 p.
- 22) Basner, M.; Babisch, W.; Davis, A.; Brink, M.; Clark, C.; Janssen, S.; Stansfeld, S. 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. The Lancet. 383(9925): 1325-1332.
- 23) Pimentel-Souza, F. 1992. Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral - ênfase urbana. Revista Brasileira de Acústica e Vibrações. 10: 12-22.
- 24) Barbosa, H. J. C.; Aguiar, R. A.; Bernardes, H. M. C.; Junior, R. R. A.; Braga, D. B.; Szpilman, A. R. M. 2018. Perfil clínico epidemiológico de pacientes com perda auditiva Epidemiological clinical profile of patients with hearing loss. J. Health Biol Sci. 2018; 6(4):424-430. doi:10.12662/2317-3076/jhbs.v6i4.1783.p424-430.2018.
- 25) Oliveira, C. R. D.; T. S. A., Arenas, GWN. 2012. Exposição Ocupacional a Poluição Sonora em Anestesiologia. Rev Bras Anesthesiol. 62(2): 253-61.
- 26) Silva, G. B.; Freitas, S. R. S. 2018. A trilha da poluição sonora: uma atividade didático-pedagógica complementar ao ensino de Ciências Naturais. Biota Amazônia. 8(1): 10-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v8n1p10-13>.
- 27) Primo, D. A. S.; Barreto, C. P.; Mont'alverne, T. C. F. 2018. Direito internacional e poluição sonora marinha: efeitos jurídicos do reconhecimento do som como fonte de poluição dos oceanos. Veredas do Direito. 15(32): 277-295.

A EVENTUAL EFICÁCIA DA *Crotalaria* NO COMBATE AO MOSQUITO *Aedes* (Meigen, 1818)

EVENTUAL EFFECTIVENESS OF Crotalaria IN COMBAT TO MOSQUITO Aedes (Meigen, 1818)

^{1*} Pedro Gomes Peixoto; ¹ Allynson Takehiro Fujita; ² Ana Carolina Roque Cardoso

1 Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG; Av. Professor Mário Palmério, 1001 - Frutal/MG. CEP 38200-000.

2 Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Jaboticabal/SP. CEP 14870-020. peixotopg@hotmail.com

RESUMO

A dengue é uma das principais doenças veiculadas pelos mosquitos *Aedes* (Meigen, 1818), porém doenças emergentes como o Zika e chikungunya, demandam mais atenção. Ações de controle exigem volumosas quantias orçamentárias das diversas instâncias governamentais, e não há perspectivas de controle efetivo, o que leva a busca de novas formas de controle, algumas sem embasamento científico que colocam em risco ações consolidadas e o ambiente. A crotalaria tem ganhado destaque, porém a propaganda sem forte fundamentação pode agravar a situação. Assim o objetivo deste trabalho foi apresentar fatos que contestam essa abordagem, bem como localidades que utilizaram esse método, para posteriores estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Crotalaria, Políticas Públicas de Saúde, *Crotalaria juncea* Linnaeus, 1753, *Crotalaria spectabilis* Roth

ABSTRACT

Dengue is one of the major diseases transmitted by mosquito *Aedes* (Meigen, 1818), but emerging diseases such as Zika and chikungunya, demand more attention to this vector. Control actions require large amounts of budgeting from various government agencies, and there is no prospect of effective control, which leads to the search for new forms of control, some without scientific basis that jeopardize consolidated actions and the environment. *Crotalaria* has gained prominence, but it is a serious methodological failure. Thus the objective of this work presents facts that challenge this methodology as well as localities that used this method, for later studies.

KEYWORDS: *Crotalaria*, Health Public Policy, *Crotalaria juncea* Linnaeus, 1753, *Crotalaria spectabilis* Roth



INTRODUÇÃO

O ambiente urbano é caracterizado por áreas de intensa e constante atividade antrópica, geralmente associada a altas taxas demográficas, presença de centros comerciais, industriais e residenciais, e na maioria dos casos há pouca vegetação nativa e/ou alterada⁽¹⁾. No Brasil mais de 80% da população vive em áreas urbanas, mas o processo de êxodo rural foi tão rápido e intenso que a maioria da população vive em condições precárias de habitação e saneamento. Neste cenário a relação entre vetores e agentes-hospedeiros pode resultar em agravos à saúde humana, de animais silvestres e domésticos⁽²⁾.

Pode-se dizer assim que há um frágil equilíbrio entre os componentes de uma comunidade natural e as áreas urbanas, uma vez que a invasão de áreas naturais pelo avanço desordenado das cidades e/ou atividades extrativistas econômicas têm causado grande impacto nas diversas relações ecológicas em vários níveis das comunidades. Populações de insetos competidores e/ou predadores dos artrópodes de importância médico-veterinária podem ser dizimados e com isso há possibilidades de proliferação de vetores e consequentemente de patologias associadas⁽³⁾. Outro fator agravante está no uso inadequado de inseticidas contra os principais vetores da atualidade, que têm levado a seleção de variantes resistentes, tornado assim seu uso progressivamente ineficaz⁽⁴⁾.

Uma perda de 15% de biodiversidade pode resultar num aumento de até 30% dos vetores, os padrões espaciais e temporais nas comunidades naturais de insetos são resultados de complexas e sensíveis interações ecológicas (e.g. predação, competição), estando limitados pelas características ambientais e por fatores intrínsecos, os quais estabelecem mecanismos de consistentes variações espaço-temporais no uso dos recursos⁽⁵⁾. Assim a flutuação das populações naturais é uma regra e a interferência humana nas diversas relações ecológicas é um fator de agravo a sua própria saúde^(6,7).

Desde o início do processo de êxodo rural até configuração da população atual houve o estabelecimento, desenvolvimento e proliferação das principais doenças vetoriais conhecidas em regiões tropicais e subtropicais, chamando a atenção para o papel dos insetos como transmissores. Mesmo com grandes programas de controle, pois alguns destes recebem atenção especial pelo volume de recursos que movimentam, como é o caso da dengue, outros ficam defasados com a negligência por parte das autoridades como leishmaniose e Chagas^(8,9).

Dengue é o nome vinculado à doença e também aos mosquitos popularmente do gênero *Aedes*, onde *A. aegypti* (Linnaeus, 1762) é seu principal vetor, estes podem ser identificados pelos seus hábitos diurnos, de coloração geral preta, com listras e manchas brancas bem características⁽¹⁰⁾. Estes organismos são pertencentes à fauna sinantrópica, que por definição é caracterizada por animais de espécies silvestres, nativas ou exóticas, que utilizam recursos de áreas antrópicas, de forma transitória em seu deslocamento, como via de passagem ou local de descanso; ou permanente, utilizando-as como área de vida⁽¹¹⁾. Por esta razão também é considerado altamente adaptado ao ambiente urbano e periurbano, colonizando diversos locais com depósitos de água perenes ou não, para oviposição⁽¹²⁾. Na atualidade o *Aedes* se tornou vetor de diversas doenças, como a dengue, a febre amarela e mais recentemente o vírus Zika e chikungunya⁽¹³⁾.

Originalmente suas populações eram restritas a florestas tropicais africanas, onde provavelmente utilizavam superfícies ocas de árvores para fazer a postura dos ovos⁽¹⁴⁾. Porém a partir de pressões seletivas de origem antrópica sobre as populações silvestres, principalmente devido a destruição dos seus habitats naturais, variedades teriam sido selecionadas, adaptando-se assim primariamente a áreas de transição entre os ambientes urbanos e os florestais. Posteriormente encontrariam nos grandes aglomerados humanos o ambiente ideal, longe de competição por recursos (principalmente de alimentos e locais de oviposição) e de predadores⁽¹⁵⁾.

O mosquito *Aedes* compartilha os mesmos ambientes e picos de atividade das populações humanas, principalmente nos períodos da manhã e tarde, havendo

alguma discordância sobre o pico de atividade das fêmeas, uma vez que há variações locais em virtude da temperatura⁽¹²⁾ e umidade. É bem conhecida a relação estreita que há entre esta espécie e o regime hídrico, pois nos períodos mais chuvosos há um aporte de locais disponíveis para oviposição, o que permite sua proliferação e rápida ampliação populacional⁽¹⁶⁾. Os mosquitos têm sido o foco de estudos desde o final do século XIX quando foram relacionados como organismos capazes de veicular patógenos ao homem e a outros animais, principalmente os domésticos⁽¹⁷⁾.

Assim as medidas de controle atual para as doenças vetoriais foram resultantes da descentralização da execução das ações de controle de vetores, gerando a necessidade de incorporação nas responsabilidades de saúde de estados e municípios. Para uma maior eficiência do controle de vetores e, acima de tudo preservar o ambiente de contaminações, as estratégias de manejo integrado de pragas são fundamentais como alternativas ao uso de inseticidas^(17,18).

Essa descentralização tinha como principal objetivo o aumento da efetividade e eficiência das ações desenvolvidas pelos municípios, uma vez que essas ações poderiam ser adequadas às diferentes realidades locais^{9,19}. Porém, tais adaptações, não têm sido observadas, em geral muitos municípios têm “copiado” práticas e ações instaladas em seus vizinhos ou nos centros urbanos principais. Anteriormente a essa descentralização, a tomada de decisões em nível nacional era de responsabilidade da antiga entidade Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM)⁽¹⁹⁾.

Portanto há, ainda, transposição de antigas práticas de controle elaboradas a nível federal e repassadas para o municipal, ou seja, a tomada de decisão não está efetivamente nas mãos dos municípios. Esta situação pode ser responsabilidade da falta de profissionais para lidarem com questões técnicas, como o conhecimento entomológico (identificação taxonômica dos vetores), epidemiológico (registro dos casos, picos e surtos das doenças) e principalmente do manejo seguro dos inseticidas. Ao final dessa cadeia está a população que em geral é

responsabilizada pela ineficácia das ações de controle, por não estarem verdadeiramente engajadas na causa⁽¹⁹⁾.

Atualmente as práticas de controle foram adaptadas, pois o pensamento de controle baseado na tentativa de extinção do vetor se mostrou ineficaz e pouco viável, assim o controle a nível populacional das populações de mosquitos foram instauradas, esses métodos têm como base a redução de densidade populacional⁽¹⁹⁾. O período mais adequado para os esforços de controle do *Aedes* ocorre durante o inverno, quando há decréscimo natural de suas populações pela diminuição de locais de ovoposição⁽²⁰⁾.

Mesmo que nos últimos anos as pesquisas para o desenvolvimento de métodos preventivos contra a dengue e seus sorotipos entraram em fases de testes clínicos e pré-clínicos, o que pode representar um grande avanço para o combate eficaz da doença. Porém o uso em massa deve levar mais alguns anos, uma vez que após os testes a aplicação da vacina se concentrará nas regiões de maior endemismo, e de populações em risco⁽²¹⁾. Portanto sem esta ajuda, o principal método de controle continua sendo o controle populacional do *Aedes*, porém ela deve ser instruída, de modo que haja a eliminação substancial dos seus criadouros potenciais, que são originários principalmente de resíduos humanos que armazenam água.

Neste sentido o problema deve ser lidado de forma integrada entre os componentes da sociedade, através de uma gestão eficaz de resíduos, do saneamento das cidades, da estrutura urbanística com projetos de drenagem eficiente das águas pluviais, contratação a nível municipal de recursos humanos qualificados, pela incorporação de determinados hábitos no cotidiano das populações⁽¹⁹⁾.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi uma consulta bibliográfica em revistas e livros, em busca de informações específicas que possam avaliar a questão e o uso da *Crotalaria* como método de combate ao mosquito *Aedes*.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Mesmo em tempos modernos com a rapidez dos meios de comunicação e a informação obtida têm origem principalmente através da internet, ainda é possível observar casos onde a falta de informação e/ou a desinformação possibilitam a atuação de oportunistas. Assim é possível observar que há divulgação e aplicação de metodologias vendidas sob o estandarte científico, muitas vezes com base apenas em observações empíricas com pouca ou nenhuma possibilidade de reprodução de métodos e resultados. Estes podem se apresentar como um grave risco à saúde coletiva e ao ambiente⁽²²⁾, além do dano direto, estas ações prejudicam metodologias já consolidadas e seguras, ampliando problemas enfrentados pelas populações.

Há diversas metodologias reconhecidas que vão além da inspeção e eliminação de possíveis locais para oviposição. Estas se destacam pelo potencial e pela comprovação científica: utilização de predadores naturais como os peixes de água doce, incluindo as espécies *Poecilia reticulata* Peters 1859, *Gambusia affinis* Baird & Girard, 1854 que possuem uso principalmente como ornamentais, porém graças a características intrínsecas como tamanho e preferência alimentar por larvas, têm se mostrado importante componente biótico no controle de larvas, principalmente em corpos e cursos hídricos⁽²³⁾.

Há, no entanto, uma metodologia que vem ganhando destaque social, político e econômico por ser considerada promissora e eficaz com a comercialização de sementes do gênero botânico *Crotalaria*, a ideia errônea que está sendo vinculada é a de que as crotálias servem como possíveis atrativos

para libélulas (Insecta: Odonata) que ovipõem nos mesmos locais que o *Aedes* e predam as larvas e os adultos do mosquito. Esta metodologia está inclusive nas pautas políticas, sendo assumida em projetos de leis municipais, e incorporadas como política pública de combate ao *Aedes*.

A explicação teórica deste método encontra vários equívocos, em suma o problema desta argumentação está na ecologia de ambos os organismos tanto o mosquito quanto os Odonata. A maior diversidade de libélulas pode ser encontrada em corpos hídricos que são pouco explorados pelo *Aedes* para oviposição⁽⁸⁾.

Ou seja, os representantes da Ordem Odonata são bioindicadores (organismos que através de sua presença ou ausência, densidade populacional entre outros aspectos populacionais, indica a qualidade de determinado ambiente) em potencial, mesmo que haja controvérsias de seu uso, diversos autores ainda implicam importante papel indicador de qualidade ambiental. Neste sentido a literatura atual utiliza estes organismos para um diagnóstico ambiental, sendo que em meios antropizados podem apresentar ocasionalmente populações destes organismos, sua observação em cidades se dá principalmente em praças e piscinas, porém são ocasionais e nestes corpos não existe a presença de ovos e das ninfas.

Secundariamente podemos elencar outros fatores, como a ecologia alimentar das libélulas, que não têm qualquer preferência por determinado alimento, sendo considerados predadores oportunistas, os adultos possuem como estratégia a captura de alimento em pleno voo, porém como seu tamanho é muito superior a um mosquito, é improvável a predação de mosquitos por estes insetos, e no ambiente natural a predação pode ser ocasional. já a fase imatura das libélulas representada pelas ninfas tem preferência por habitar o fundo dos corpos hídricos, sendo um importante componente da macrofauna bentônica, assim pode-se dizer que a predação de larvas de mosquitos também é casual, uma vez que presas maiores podem ser facilmente capturadas⁽⁸⁾.

Neste sentido a diferença de tamanho entre os organismos, a libélula é um ser que pode chegar a medir 10-12 cm de envergadura⁸, sendo considerados grandes para artrópodes, já os mosquitos possuem alguns milímetros, o que pode não chamar a atenção das libélulas para sua predação. Já na fase larval as ninfas de Odonata são predadores oportunistas que podem capturar presas maiores que elas mesmas, porém não há especificidade na captura o que a torna ineficaz no combate das larvas dos mosquitos no ambiente aquático⁽⁸⁾.

Além disso, o senso comum pode confundir o hábito de descanso das Odonata com uma atração por cores de plantas, porém trata-se de um equívoco libélulas apesar de serem atraídas a luz, não apresentam interesse em cores dos recursos florais, pois são predadoras oportunistas.

Há diversas localidades mapeadas que adotaram a prática da distribuição e/ou plantio de crotalária, sendo justificada como complemento às ações de prevenção com a visitação de agentes de saúde e/ou zoonoses (Tabela 1).

Foram identificadas 37 cidades com distribuição da crotalária, seja como política pública com a iniciativa do governo público local, ou outro tipo de iniciativa comunitária sem apoio do governo local. Há ainda diversas outras fontes não oficiais como sites, blogs, canais no Youtube® e ainda páginas em redes sociais atuando na divulgação dessas informações erradas.

Sem qualquer comprovação científica, necessária para subsidiar tais ações⁽²²⁾, assim há uma preocupação inerente a esta metodologia, uma vez que há disseminação indiscriminada de sementes desta planta. Assim como outras plantas introduzidas como a *Brachiaria* spp. que hoje se tornou um grave problema ambiental⁽²³⁾, há risco de gerar algum futuro impacto ambiental, uma vez que não há o devido conhecimento biológico desta planta. Outra questão relevante sobre esta prática é que as espécies mais “indicadas” e disseminadas são principalmente as espécies consideradas exóticas *Crotalaria juncea* Linnaeus, 1753, *C. spectabilis* Roth.

Tabela 1 – Levantamento dos Municípios que aderiram à distribuição da crotalária como forma de controle do *Aedes* até março de 2016.

Município	Data	Fonte
Brasília/DF	25 Jan. 2016	Portal G1
Vianópolis/GO	23 Abr. 2015	http://www.opopular.com.br
Alto Araguaia/MT	09 Mar. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Alta Floresta/MT	18 Jan. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Confresa/MT	29 Fev. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Juína/MT	17 Fev. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Primavera do Leste/MT	19 Mar. 2016	http://tvmutum.com.br
Sorriso/MT	15 Dez. 2015	Site Oficial da Prefeitura
Nova Andradina/MS	25 Mai. 2015	drsandro.org
Bonito/MS	08 Mar. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Dourados/MS	25 Mai. 2015	drsandro.org
Araxá/MG	05 Nov. 2011	Portal G1
Carmo do Rio Claro/MG	16 Out. 2010	Site Oficial da Prefeitura
Chapada do Norte/MG	30 Abr. 2013	Site Oficial da Prefeitura
Frutal/MG	11 Fev. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Gov. Valadares/MG	04 Mar. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Ipatinga/MG	04 Fev. 2016	http://www.diariopopularmg.com.br
Ituiutaba/MG	25 Mar. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Uberaba/MG	03 Jul. 2013	Portal G1
Santo Ângelo/RS	15 Mar. 2016	http://www.jornaldasmissoes.com.br
Santa Maria/RS	08 Mar. 2016	http://site.ufsm.br
Santa Catarina/SC	29 Fev. 2016	Portal G1
Andradina/SP	17 Jan. 2016	Portal G1
Aprazível/SP	25 Mai. 2015	drsandro.org
Araraquara/SP	12 Fev. 2016	Portal G1
Catanduva/SP	24 Fev. 2015	Site Oficial da Prefeitura
Jaboticabal/SP	13 Jan. 2016	Site Oficial da Prefeitura
Penápolis/SP	24 Fev. 2015	http://www.regionalpenapolis.com.br
Presidente Prudente/SP	24 Fev. 2015	Portal G1
Presidente Venceslau/SP	06 Mai. 2015	Site Oficial da Prefeitura
São José do Rio Claro/SP		http://www.comarcaweb.com.br
São José do Rio Preto/SP	26 Mar. 2015	Site Oficial da Prefeitura
Cordeiro/RJ	08 Mar. 2016	Portal G1
Rio de Janeiro/RJ	29 Mar. 2016	Site Oficial da Prefeitura

Através dos dados ecológicos disponíveis de ambos os organismos discutidos neste trabalho é possível concluir que não há comprovação científica e eficácia nesta prática. A utilização de um método não consolidado apresenta um risco às metodologias de controle propostas pelos órgãos competentes, ao ambiente e a saúde humana. Assim, o assunto encontra-se em aberto para

avaliação, inclusive com avaliação em ambientes controlados como em laboratórios. Porém, o fato é de que não há observações de interação ecológica entre estes organismos e que prática reportada neste estudo influencia negativamente a população a acreditar neste método e “desleixar” das práticas funcionais.

Pode-se observar ainda que as práticas empíricas podem sim subsidiar e renovar importantes conhecimentos científicos. Porém, o método mais eficaz de controle do mosquito continua sendo a eliminação de locais de oviposição, principalmente se houver valorização de metodologias comprovadamente eficazes, uma vez que garantem a manutenção da saúde e a segurança do ambiente.

REFERÊNCIAS

- 1) Julião, G. R.; Fernandes, G. W.; Negreiros, D.; Bedê, L.; Araújo, R. C. 2005. Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri-urbanas. Revista Brasileira de entomologia. 49 (1): 97-106.
- 2) Galati, E. A. B. 2011. Entomologia médica e veterinária. Revista do Instituto de Medicina tropical de São Paulo. 53(6): 308.
- 3) Flynn, M. N.; Pereira, W. R. L. 2011. Abordagem Populacional na ecotoxicologia. RevInter: Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade. 4(3): 79-91.
- 4) Macoris, M. L. G.; Andrighetti, M. T. M.; Wanderley, D. M. V.; Ribolla, P. E. M. 2014. Impact of insecticide resistance on the field control of *Aedes aegypti* in the State of São Paulo. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 47(5): 573-578.
- 5) Bonds, M. H.; Dobson, A. P.; Keenan, D. C. 2012. Disease ecology, biodiversity, and the Latitudinal Gradient in Income. PLoS Biol, 10(12): 1-12.
- 6) Ricklefs, R. E. A., 2010. Economia da natureza. 6 ed. Silva PPL. Rio de Janeiro; Guanabara. Koogan.

- 7) Moura, M. O. 2004. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidades de insetos necrófagos. Revista Brasileira de Zoologia. 21(3): 409-419.
- 8) Gullan, P. J.; Cranston, P. S. 2005. *The insects – An outline of entomology*. 4 ed. Carlton: Blackwell Publishing.
- 9) TAUIL, P. L. 2006. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 39(3): 275-277.
- 10) Taveira, L. A.; Fontes, L. R.; Natal, D. 2001. Manual de diretrizes e procedimentos no controle do *Aedes aegypti*. Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto.
- 11) IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa Nº 141, Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva. Art. 2 - IV. De 19 de Dezembro de 2006.
- 12) Natal, D. 2002. Bioecologia do *Aedes aegypti*. Biológico. 64(2): 205-207.
- 13) Medlock, J. M.; Hansford, K. M.; Versteirt, V.; Cull, B.; Kampen, H.; Fontenille, D.; Hendrickx, G.; Zeller, H.; Van Bortel, W.; Schaffner, F. 2015. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. Bulletin of Entomological Research. 105(6): 637-663.
- 14) Crovello, T. J.; Hacker, C. S. 1972. Evolutionary strategies in life table characteristics among feral and urban strains of *Aedes aegypti* (L.). Evolution, 26(2): 185-96.
- 15) Christophers, S. R. 1960. *Aedes aegypti*: the yellow fever mosquito. Its life history, bionomics and structure. Journal of National Medical Association. 54(1): 1-132.
- 16) Gomes, A. C.; Souza, J. M. P.; Bergamaschi, D. P.; Santos, J. L. F.; Andrade, V. R.; Leite, O. F.; Rangel, O.; Souza, S. S. L. Guimarães, N. S. N.; Lima, V. L. C. 2005. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle e vigilância. Revista de Saúde Pública. 39(2): 206-210.
- 17) Wilke, A. B. B.; Gomes, A. C.; Natal, D.; Marrelli, M. T. 2009. Controle de vetores utilizando mosquitos geneticamente modificados. Revista de Saúde Pública. 43(5): 869-874.
- 18) Donalísio, M. R.; Glasser, C. M. 2002. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. Revista Brasileira de Epidemiologia. 5(3): 259-272.

- 19) Penna, M. F. 2003. Um desafio para a saúde pública brasileira: o controle do dengue. Cadernos de Saúde Pública. 19(1): 305-309.
- 20) Fontoura, R. 2011. Dengue também se combate no inverno. Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1203&query=simple&search_by_authname=all&search_by_field=tax&search_by_keywords=any&search_by_priority=all&search_by_section=all&search_by_state=all&search_text_options=all&sid=32&site=fio&text=textos+sobre+dengue>. Acesso em: 29 Mar. 2016.
- 21) Guzman, M. G., Halstead, S. B., Artsob, H., Buchy, P., Farrar J., Gubler, D. J., 2010. Dengue: a continuing global threat. Nature Reviews Microbiology. 8(12): 7-16.
- 22) Wutke, E. B.; Ambrosano, E. J.; Calegari, A.; Wildner, L. P.; Miranda, M. A. C. *Aedes aegypti*: controle pelas crotalárias não tem comprovação científica / Campinas: Instituto Agrônômico (Documentos IAC, 114), 1-16.
- 23) Barbosa, E. G.; Pivello, V. R.; Meirelles, S. T. 2008. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian Cerrados. Brazilian Archives of Biology and Technology. 51(4): 625-631.



www.crbio04.gov.br
actabiologica@crbio04.gov.br