



FATORES DE RISCO PARA TOXOPLASMOSE NA PARAÍBA

VINICIUS BISPO DA SILVA; RENIELTON GONÇALVES DO NASCIMENTO; AMANDA KELLY FELIX DA SILVA; CRISTINE HIRSCH

RESUMO

Estima-se que a toxoplasmose afeta um terço da população humana mundial como resultado da diversificada forma de transmissão do protozoário *Toxoplasma gondii*. Há indícios que esse parasita seja capaz de infectar qualquer animal de sangue quente, tendo como hospedeiro definitivo os felinos e como intermediários os demais mamíferos e aves. Seres humanos podem contrair toxoplasmose de diversas formas, sob influência de características locais e da cultura. Dessa maneira, este trabalho se propõe a avaliar os principais fatores de risco para toxoplasmose presentes no estado da Paraíba a partir de revisão da literatura e coleta de dados secundários. Foi possível identificar que a grande população de gatos pode ser um condicionante para uma maior infecção de toxoplasmose devido aos oocistos presentes nas fezes de gatos infectados. A falta de saneamento básico, tanto em relação ao abastecimento de água como à coleta de esgoto, em áreas da Paraíba faz com que a população seja exposta aos oocistos. Além disso, pela alta prevalência de toxoplasmose entre animais de produção no estado, como caprinos, o consumo de alimentos de origem animal contaminados, como carne ou vísceras mal cozidas ou de leite *in natura*, é outro fator de risco para contrair toxoplasmose no estado, pois humanos também podem se infectar pela ingestão de bradizoítos e taquizoítos presentes nestes alimentos. Visando melhor controle dos níveis de toxoplasmose humana na Paraíba e das consequências geradas por esta doença, deve-se, portanto, melhorar as condições de saneamento básico no estado e implementar melhorias na criação de animais de produção, assim como no controle de qualidade dos alimentos de origem animal produzidos para consumo humano.

Palavras-chave: formas de transmissão; gatos; saneamento básico; alimentos de origem animal; caprinos.

1 INTRODUÇÃO

Toxoplasma gondii, o agente etiológico da toxoplasmose, é considerado um dos parasitas intracelulares obrigatórios mais bem sucedidos globalmente. Isso se deve ao amplo leque de hospedeiros susceptíveis a sua ação, já que esse protozoário provavelmente é capaz de infectar quaisquer aves e mamíferos. Apesar disso, felinos jovens não imunes são os únicos hospedeiros definitivos, enquanto outros animais de sangue quente e até mesmo felinos adultos imunes têm papel de intermediários (SOUZA; BELFORT, 2014).

Um animal contrai toxoplasmose a partir da ingestão de água ou alimentos crus contaminados por esporozoítos contidos em oocistos, de leite e seus derivados contaminados por taquizoítos e de carne e vísceras contaminadas por bradizoítos contidos em cistos. Uma vez em um hospedeiro definitivo, *T. gondii* infecta enterócitos e gera oocistos imaturos, os quais são levados pelas fezes ao ambiente externo. Já em hospedeiros intermediários, *T. gondii* tem potencial de interagir com todas as células diploides do hospedeiro e, com a montagem de uma resposta imune específica e a cronificação da doença, o caráter de

multiplicação acelerado se dissipa, transformando-se em bradizoítos. Esses bradizoítos ficam contidos em cistos celulares, podendo perdurar assim até a morte do organismo (SOUZA; BELFORT, 2014).

Características regionais e locais, referentes às condições socioeconômicas ou sanitárias, assim como relativas à cultura, a hábitos e a costumes podem estar atuando na prevalência de toxoplasmose (DUBEY *et al.*, 2012). Mas, mesmo com ampla disseminação, os problemas gerados pela toxoplasmose tendem a ser limitados para a maioria das pessoas. Contudo, imunossuprimidos e fetos possuem uma evolução clínica ruim, podendo a toxoplasmose levar a problemas oculares, nervosos, de malformação, no caso dos fetos, e até mesmo ao óbito. A toxoplasmose congênita ocorre de modo diferente, pela ultrapassagem feita por taquizoítos presentes no sangue da barreira placentária. Com isso, pessoas grávidas em fase aguda ou em processo de reagudização da toxoplasmose, fases cuja parasitemia é elevada e com presença de taquizoítos, podem ser fonte de infecção aos fetos (SOUZA; BELFORT, 2014).

Segundo dados epidemiológicos, é possível que até um terço da população mundial e mais da metade da população brasileira podem estar infectados por toxoplasmose (SOUZA; BELFORT, 2014). Além disso, no Brasil, outro dado preocupante é a alta prevalência de toxoplasmose entre mulheres em idade reprodutiva, com valores superiores a 60%, já que quanto mais alto é este número, mais susceptível os fetos estão a contrair toxoplasmose (PAPPAS; ROUSSOS; FALAGAS, 2009).

Dependendo do estudo, a incidência de toxoplasmose na Paraíba tem variado, sempre com taxas significativas, entre 38% e 86,2% (NUNES *et al.*, 2018; MONTEIRO, 2014; COSTA JÚNIOR; MONTEIRO, 2010). Apesar disso, a toxoplasmose congênita não é uma complicação com alta prevalência na Paraíba, quando comparados aos dados de outros estados. Entre 2019 e 2023 foram identificados 47.924 casos de toxoplasmose gestacional (TOG) e 17.274 casos de toxoplasmose congênita (TOC) no Brasil, com a maior parte dos casos ocorrendo nas regiões Sudeste (TOG – 15.026; TOC – 6.159) e Nordeste (TOG – 13.920; TOC – 4.442) (SINAN, 2024). A notificação compulsória de toxoplasmose gestacional (TOG) e congênita (TOC) neste mesmo período na Paraíba (SINAN, 2024; IBGE 2024), indicou a ocorrência de 639 casos de TOG, com uma incidência de 5,7 casos para cada 100.000 mulheres, e 213 casos de TOC, com uma incidência de 1,93 casos para cada 10.000 nascidos vivos.

Diante do quadro da toxoplasmose no Brasil e na Paraíba, faz-se necessário o estudo dos fatores de risco específicos que possam estar envolvidos com a disseminação do parasito e a contaminação do ser humano. Este trabalho se propõe a avaliar a situação de alguns dos fatores de risco, apontados na revisão da literatura, envolvidos na transmissão de toxoplasmose pós-natal na Paraíba.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma revisão de literatura feita de forma *on-line*, cujos dados primários foram retirados de *sites* de busca de periódicos, como *BVS*, *SciElo* e *PubMed*. Para as pesquisas foram utilizados os termos: toxoplasmose, *Toxoplasma gondii*, formas de infecção, fatores de risco, Brasil, Paraíba. Os artigos foram lidos e catalogados. O conteúdo foi consolidado no texto que segue como resultados e discussão. Além disso, dados secundários foram obtidos em plataformas especializadas quanto ao estado de saneamento básico na Paraíba, utilizando-se de dados secundários (TRATA BRASIL, 2022; IBGE, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura científica tem apontado como principais fatores de risco envolvendo a transmissão de toxoplasmose para humanos: uma excessiva população de gatos errantes na

comunidade (CARMO *et al.*, 2010) ou convivência com gatos no domicílio ou peridomicílio (MANGIAVACCHI, 2015; ROCHA *et al.*, 2015); ter contato com areia ou solo contaminado com fezes de gatos potencialmente infectados (KAPPERUD *et al.*, 1996; MANGIAVACCHI, 2015); precárias condições de saneamento básico (MELO; OLIVEIRA; BARBOSA, 2022); ingerir vegetais contaminados pelo solo, crus e sem higienização adequada (KAPPERUD *et al.*, 1996; BRASIL, 2011; EKMAN *et al.*, 2012; MORAIS *et al.*, 2016); ingerir alimentos de origem animal (aves ou mamíferos, principalmente cabra, carneiro e porco), como carne ou vísceras e leite, crus, malcozidos ou mal assados, ou não pasteurizados, respectivamente (KAPPERUD *et al.*, 1996; LOPES; BERTO, 2012; MANGIAVACCHI, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2018; FLORES, 2020; BIENKOWSKI *et al.*, 2022).

A população de *Felis catus*, gatos domésticos, mantidos como animais de estimação na Paraíba foi estimada em 490 mil indivíduos em 2013 (SENE, 2017). A Pesquisa Nacional de Saúde, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019, encontrou cerca de 289 mil domicílios (21,7% das residências) com gatos na Paraíba (VALENÇA, 2022). Porém, esses números estão longe de representar a população dos felinos no estado, pois não consideram a população de gatos errantes, ou seja, de rua (PARAÍBA, 2023).

Esses dados são relevantes ao quadro de toxoplasmose no estado, já que gatos domiciliados e errantes são a principal fonte de oocistos em ambientes antropomorfizados. Gatos, como também qualquer outro tipo de felino, quando infectados por *T. gondii*, são capazes de liberar através das fezes milhões de oocistos por duas a três semanas na primoinfecção. Além disso, os gatos errantes tendem a ser mais afetados pela toxoplasmose, pois o modo como vivem propicia a infecção direta do solo, visto que têm acesso à comida não fiscalizada, a ambientes contaminados e à vida fora de casa (HATAM-NAHAVANDI, 2021).

Contudo, quer sejam domiciliados ou errantes, gatos, ao liberarem oocistos, se tornam vetores biológicos importantes epidemiologicamente. Isso porque oocistos são capazes de transmitir toxoplasmose para qualquer tipo de hospedeiro, incluindo humanos, e são fáceis de serem dispersos, sendo contaminantes de água, solo e alimentos ingeridos crus, além de serem carregados por vetores mecânicos, como moscas e baratas, e pelo vento (SOUZA; BELFORT, 2014). Devido a isso, a toxoplasmose humana já foi associada a ter contato ou convivência com gatos e até mesmo ter contato com areia ou solo contaminado com fezes destes felinos (MANGIAVACCHI, 2015; ROCHA *et al.*, 2015; KAPPERUD *et al.*, 1996).

Como já dito anteriormente, oocistos presentes em fezes de felinos podem vir a contaminar corpos d'água e vegetais, principalmente frutas e hortaliças consumidas cruas. Por conta disso, uma outra fonte de contaminação humana está vinculada à falta de saneamento básico, já que isto leva a um contato ou consumo maior de água não tratada (MELO; OLIVEIRA; BARBOSA, 2022). Em relação a Paraíba, o maior órgão responsável pelo saneamento básico, incluindo o abastecimento de água e a coleta de esgotos, é uma autarquia estatal, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA, que atua em 78% dos municípios paraibanos (LUNGUINHO; VIANNA, 2019).

Em 2017, cerca de 986.458 economias eram contempladas com rede de abastecimento de água na Paraíba e esta rede distribuía cerca de 578 mil m³ de água por dia no estado, apesar de 37,5% desse volume acabar sendo desperdiçado no processo. Além disso, nem toda água distribuída era tratada, já que o seu volume girava em torno de 557 mil m³, sendo que 95% desta água passava por processo tradicional de tratamento, 1% tratamento não convencional e 4% somente por simples desinfecção. Catorze municípios paraibanos não possuíam uma rede de abastecimento de água ou possuíam uma paralisada ou em implantação, enquanto 199 municípios possuíam ao menos uma rede de abastecimento em funcionamento (IBGE, 2017).

Já em relação à coleta de esgoto, no mesmo período, apenas 450.956 economias possuem rede de coleta de esgoto e que a rede de coleta apresentava uma extensão cerca de 4 mil km³ menor que a de abastecimento de água no estado. Dos 125 mil m³ de efluentes tratados por dia na Paraíba, 5% era tratado até o nível preliminar, 28% até o nível primário, 67% até o secundário e nenhum chegava ao terciário. Quarenta e três municípios paraibanos não possuíam uma rede de esgotamento ou possuíam apenas uma em implantação, enquanto 180 municípios possuíam ao menos uma rede em funcionamento (IBGE, 2017).

Esse déficit no saneamento básico da Paraíba ainda era observado em 2020, bem como a discrepância em relação ao acesso à água tratada e à coleta de esgoto. Cerca de 83% dos paraibanos tinha acesso à rede de abastecimento de água, mas menos de 40% da população tinha coleta de esgoto. De toda água distribuída no estado, cerca de 39% da água era perdida nesse processo, e somente 44% da água consumida no estado passava por algum processo de tratamento (TRATA BRASIL, 2022).

Apesar da melhora histórica quanto a situação do estado ao longo deste século, tem sido ainda observado que a população paraibana sofre com déficit no saneamento básico (TRATA BRASIL, 2022). Parte dos habitantes do estado não tem acesso à rede de abastecimento e, por isso, precisa recorrer a medidas alternativas de consumo, coletivas e/ou individuais, como água de nascentes e de poços, muitas vezes consumindo água sem o devido tratamento. A associação de problemas gastrointestinais pelo consumo de águas advindas dessas soluções alternativas já foi evidenciada no estado, o que reforça a exposição desta população a água contaminada (PACHÁ; HIRSCH-MONTEIRO, 2018). Além disso, mesmo aqueles que recebem água tratada pela rede pública não estão completamente imunes, já que o tratamento convencional não é realizado completamente no estado (IBGE, 2017) e oocistos de *T. gondii* já foram encontrados em águas de rede de abastecimento que passaram por tratamento ao redor do mundo (SHAPIRO *et al.*, 2019).

Oocistos de *T. gondii* também já foram isolados de amostras de efluentes do esgoto (LASS *et al.*, 2022). Considerando que, na Paraíba, em 2020, somente 38% da população possuía coleta de esgoto e que o pouco que é coletado não recebe nível terciário de tratamento, responsável por remover organismos patogênicos dos efluentes, (TRATA BRASIL, 2022; IBGE, 2017; VON SPERLING, 2014), a contaminação do solo e das águas no estado pode ter mais esse fator.

A toxoplasmose também pode ser contraída pela ingestão de alimentos de origem animal, contaminados por cistos de *T. gondii*, no caso de carnes e vísceras, ou por taquizoítos, no caso de leite e seus derivados. Entretanto, a cocção de carnes e vísceras ou a pasteurização de leite evitam a viabilidade de transmissão dessas formas evolutivas (SOUZA; BELFORT, 2014). As taxas mais altas de prevalência de toxoplasmose em animais abatidos no Brasil foram encontradas em suínos, caprinos, ovinos e aves do Nordeste (ROSSI *et al.*, 2022).

A Paraíba tem se destacado nacionalmente com a cultura caprina. Em 2022, o estado possuía mais de 796 mil cabeças de bodes ou cabras, tornando-o o 5º estado com o maior rebanho caprino no Brasil (IBGE, 2022). A prevalência de toxoplasmose em caprinos voltados para corte na Paraíba apresentou taxas variando de 21,4 a 25,8% (ROSSI *et al.*, 2022; BATISTA *et al.*, 2022) e em caprinos voltados para a produção leiteira foi de 18,1% (SANTOS *et al.*, 2012). Esses dados mostram uma prevalência significativa de toxoplasmose entre os caprinos no estado, o que mostra que o consumo de carnes e vísceras mal cozidas ou de leite *in natura* advindos desta cultura pode expor a população paraibana ao contágio de toxoplasmose.

4 CONCLUSÃO

A Paraíba vem apresentando níveis relativamente baixos de prevalência de TOG e TOC, quando comparada a outros estados. Porém, mais de duas centenas de recém-nascidos

têm sido diagnosticados com TOC no estado desde o início dos registros dos dados da notificação compulsória em 2019. Os condicionantes que propiciam o contágio das gestantes (TOG) e, conseqüentemente, a transmissão vertical, podem estar relacionados a inúmeros fatores. A grande população de gatos domiciliados e principalmente de gatos errantes presente no estado é preocupante. A falta de saneamento básico adequado, tanto em relação ao abastecimento de água tratada, quanto à coleta e tratamento de esgotos podem justificar parte dos casos de toxoplasmose pós-natal no estado. Por fim, a alta prevalência de toxoplasmose em animais de produção, como vem ocorrendo na pecuária caprina, pode expor a população a mais esse risco, no caso do consumo de carne, vísceras e leite contaminados no estado. É urgente, portanto, reforçar as políticas públicas, propiciando medidas preventivas efetivas para barrar a transmissão pós-natal de toxoplasmose, visando minimizar a incidência de transmissão vertical e os casos de toxoplasmose congênita.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Samira Pereira *et al.* Prevalence and isolation of *Toxoplasma gondii* in goats slaughtered for human consumption on the semi-arid of northeastern Brazil. **Parasitology International**, v. 86, 2022.

BIENKOWSKI *et al.* Análise de fatores de risco evitáveis para infecção por *Toxoplasma gondii* em gestantes: estudo caso-controle. **J. Clin. Med.**, v. 11, n. 4, 2022.

SINAN. Toxoplasmose congênita: notificações registradas no sistema de informação de agravos de notificação - Paraíba. **TabNet**, 2024. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/toxocongenitapb.def>. Acesso em: 10 jun. 2024

CARMO, Ediclei L. *et al.* Surto de toxoplasmose humana no Distrito de Monte Dourado, município de Almeirim, Pará, Brasil. **Rev. Pan-Amaz. Saúde**, v. 1, n. 1, p. 61-66, 2010.

COSTA JÚNIOR, Carlos Eduardo de Oliveira; MONTEIRO, Cristine Hirsch. Perfil sorológico da toxoplasmose na Grande João Pessoa PB. **Rev. Bras. Anal. Clin.**, v. 42, n. 2, 2010.

Dezembro verde: Paraíba realiza evento para conscientização e combate ao abandono de animais. **Paraíba**, 2023. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/dezembro-verde-paraiba-realiza-evento-para-conscientizaca-o-e-combate-ao-abandono-de-animais>. Acesso em: 03 jun. 2024

DUBEY, J. P. *et al.* Toxoplasmosis in humans and animals in Brazil: high prevalence, high burden of disease, and epidemiology. **Parasitology**, v. 139, n. 11, p. 1375-424, 2012.

EKMAN, C.C.J. *et al.* Case-control study of an outbreak of acute toxoplasmosis in a industrial plant in the state of São Paulo, Brasil. **Rev. Inst. Med. Trop.**, v. 54, n. 5, 2012.

FLORES, Larissa G. **Toxoplasmose e sua transmissão por alimentos e água**. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. 76 f.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2017. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pesquisa/30/84366>. Acesso em: 05 jun. 2024.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 03 jun. 2024.

IBGE. **Censo 2022** - Prévia da População da Paraíba. 2024. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/PB_POP2022.pdf. Acesso em: 01 jun. 2024.

KAPPERUD, George *et al.* Risk Factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy: results of a prospective case-control study in Norway. **Am. J. Epidemiol.**, v. 144, n. 4, 1996.

LOPES, Cristiane C. H.; BERTO, Bruno P., 2012. Aspectos associados à toxoplasmose: uma referência aos principais surtos no Brasil. **Saúde Amb. Rev.**, v. 7, n. 2, p 01-07, 2012.

MORAIS, R. A. P. B. *et al.* Surto de toxoplasmose aguda no município de Ponta de Pedras, Arquipélago de Marajó, Estado do Pará, Brasil: características Clínicas, laboratoriais e epidemiológicas. **Rev. Pan-Amaz. Saúde**, v. 7, p. 143-145, 2016.

LASS, Anna *et al.* Investigation of *Toxoplasma gondii* in wastewater and surface water in the Qinghai-Tibet Plateau, China using real-time PCR and multilocus genotyping. **Science Reports**, v. 12, n. 5428, 2022.

LUNGUINHO, Lairton L.; VIANNA, Pedro C. G. Domínio territorial do abastecimento de água na Paraíba: municipalização x estadualização. In: **IV SEMAGEO** – IV Semana de Geografia da UFPB, 2019.

MANGIAVACCHI, Bianca M. Toxoplasmose: uma revisão sistemática dos fatores de risco relativos à infecção toxoplásmica em crianças no Brasil. **Acta Biomédica Brasiliensia**, v. 6, n. 2, 2015.

MELO, Flaviana M. S.; OLIVEIRA, Heloísa M. B.; BARBOSA, Vanessa S. A. Perfil sorológico para toxoplasmose em mulheres na idade reprodutiva, Santa Cruz, Rio Grande do Norte. **Rev. Saúde Col. UEFS**, v. 12, n. 2, 2022.

MONTEIRO, Juliana C. **Ocorrência de toxoplasmose em pacientes atendidos no Hospital Universitário Lauro Wanderley**. Monografia (Graduação em Farmácia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

NUNES, Adenia Mirela Alves. Prevalência de toxoplasmose em um município do interior do Nordeste. In: CONBRACIS, 3., 2018. **Anais ...**

PACHÁ, Anna Stella C.; HIRSCH-MONTEIRO, Cristine. Qualidade da água para consumo humano e sua correlação com as doenças diarreicas agudas no município de Guarabira, Paraíba. In: CONTA-ONE, Giselle M.; ALBUQUERQUE, Helder N. (Org.) **Meio Ambiente: os desafios do mundo contemporâneo**. IMEA: João Pessoa, 2018, p. 14-34.

RIBEIRO, I. G. *et al.* Surto de toxoplasmose aguda, São Marcos/RS, 2015. In: **IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TOXOPLASMOSE. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Toxoplasmose**,

Brasília, 2018. Brasília: Rede Brasileira de Pesquisa em Toxoplasmose, 2018, p.21-22.

ROCHA, Élvio Machado da *et al.* Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women from the state of Tocantins, Northern Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Tropical**, v. 48, n. 6, p. 773-775, 2015.

ROSSI, Gabriel Augusto Marques *et al.* A systematic review and meta-analysis on the occurrence of toxoplasmosis in animals slaughtered in brazilian abattoirs. **Animals**, v. 12, n. 22, 2022.

SANTOS, Carolina de Sousa Américo Batista *et al.* Risk factors associated with *Toxoplasma gondii* seroprevalence in goats in the State of Paraíba, Brazil. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 21, n. 4, 2012.

SENE, Adaíra. Nordeste é a região com mais gatos e a terceira em número de cães do país. **Diário de Pernambuco** [online], 2017. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/economia/2017/03/nordeste-e-a-regiao-com-mais-gatos-e-a-terceira-em-numero-de-caes-do-p.html>. Acesso em: 03 jun. 2024.

SHAPIRO, Karen *et al.* Environmental transmission of *Toxoplasma gondii*: oocysts in water, soil and food. **Food and Waterborne Parasitology**, v. 15, 2019.

SOUZA, Wanderley de; BELFORT JÚNIOR, Rubens (org.). **Toxoplasmose e *Toxoplasma gondii***. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014.

TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/11/Beneficios-economicos-do-saneamento-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2024.

VALENÇA, Mayara. Piauí é estado com maior percentual de domicílios com gatos, aponta IBGE: Os felinos estão presentes em 32,6% das residências piauienses, enquanto a média nacional é de 19,3%. **Globo** [online], 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2022/05/27/piaui-e-estado-com-maior-percentual-de-domicilios-com-gatos-aponta-ibge.ghtml>. Acesso em: 24 abr. 2024.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. *In: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. v. 1, 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.