

**DETECÇÃO DE OOCISTOS
DE TOXOPLASMA GONDII
EM AMOSTRAS DE SOLO DE
ÁREAS PÚBLICAS DE
FORTALEZA, CEARÁ,
BRASIL**

**DETECTION OF TOXOPLASMA GONDII OOCYSTS IN SOIL SAMPLES FROM
PUBLIC AREAS IN FORTALEZA, CEARÁ, BRAZIL**

Ciências Biológicas, Ciências Agrárias, Ciências da Saúde • 29/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/782627719](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/782627719)

Maria Veronyca Coelho Melo
Nycole Thyfane Moraes Barros
Maria de Fátima de Oliveira Barbosa
Ana Raquel Almeida Pinheiro
Cibelle Mara Pereira de Freitas
Neilton Monteiro Pascoal Filho
Régis Siqueira de Castro Teixeira
Isaac Neto Goes da Silva

RESUMO

A contaminação ambiental por oocistos de *Toxoplasma gondii* representa um importante desafio para a Saúde Única devido ao potencial zoonótico desse protozoário e à ampla disseminação de felídeos em áreas urbanas. Este estudo objetivou avaliar a ocorrência de oocistos de *T. gondii* em amostras de solo de áreas públicas da cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil, considerando diferentes períodos do ano e condições de sombreamento. Trata-se de uma pesquisa de campo com abordagem quantitativa, realizada entre novembro de 2023 e março de 2024. Foram coletadas 60 amostras de solo em cinco pontos distintos, posteriormente processadas pela técnica de centrífugo-flutuação em solução de dicromato de sódio e analisadas por microscopia óptica. Oocistos foram identificados em todos os pontos amostrais e em todos os meses avaliados. A maior ocorrência foi registrada em março de 2024, seguido por janeiro e fevereiro, coincidindo com o período chuvoso da região. As áreas sombreadas apresentaram condições mais favoráveis à manutenção e esporulação dos oocistos. Conclui-se que as características climáticas de Fortaleza favorecem a persistência ambiental de *T. gondii*, especialmente durante a quadra chuvosa, aumentando o risco de disseminação do parasito e de exposição de animais e seres humanos.

Palavras-chave: *Toxoplasma gondii*; contaminação ambiental; solo; zoonose; Saúde Única.

ABSTRACT

Environmental contamination by *Toxoplasma gondii* oocysts represents an important One Health challenge due to the zoonotic potential of this protozoan and the widespread presence of felids in urban environments. This study aimed to evaluate the occurrence of *T. gondii* oocysts in soil samples collected from public areas in

Fortaleza, Ceará, Brazil, considering different seasonal periods and shading conditions. A quantitative field study was conducted between November 2023 and March 2024. A total of 60 soil samples were collected from five distinct sampling sites and processed using the sodium dichromate centrifugation-flotation technique, followed by optical microscopy analysis. Oocysts were detected in all sampling sites and throughout all months evaluated. The highest occurrence was observed in March 2024, followed by January and February, coinciding with the rainy season in the region. Shaded areas provided more favorable environmental conditions for oocyst survival and sporulation. The findings indicate that the climatic conditions of Fortaleza favor the environmental persistence of *T. gondii*, particularly during the rainy season, increasing the risk of parasite dissemination and exposure of both animals and humans.

Keywords: *Toxoplasma gondii*; environmental contamination; soil; zoonosis; One Health.

1. INTRODUÇÃO

A toxoplasmose é uma zoonose cosmopolita causada pelo protozoário intracelular obrigatório *Toxoplasma gondii*, pertencente ao filo Apicomplexa, capaz de infectar praticamente todos os animais homeotérmicos, incluindo seres humanos (Tenter; Heckeroth; Weiss, 2000). Estima-se que aproximadamente um terço da população mundial tenha sido exposta ao parasito, tornando essa enfermidade uma das infecções parasitárias mais difundidas globalmente (Robert-Gangneux; Dardé, 2012). Embora a infecção seja frequentemente assintomática, formas clínicas graves podem ocorrer em gestantes, fetos e indivíduos imunossuprimidos, podendo ocasionar alterações neurológicas, oculares e sistêmicas de elevada relevância para a saúde pública (Montoya; Liesenfeld, 2004).

Os felídeos constituem os únicos hospedeiros definitivos de *Toxoplasma gondii* e exercem papel fundamental na manutenção do ciclo biológico do parasito ao eliminarem oocistos pelas fezes após a infecção primária (Dubey, 2022). Após serem liberados no ambiente, esses oocistos passam por um processo de esporulação e tornam-se infectantes para diversos hospedeiros intermediários, incluindo o homem (Dubey et al., 1970). Em condições favoráveis de temperatura e umidade, os oocistos apresentam elevada resistência ambiental e podem permanecer viáveis por meses ou até anos no solo, contribuindo para a perpetuação do ciclo epidemiológico da doença (Dumètre; Dardé, 2003; Lélou et al., 2012).

A transmissão da toxoplasmose ocorre principalmente pela ingestão de cistos teciduais presentes em carnes cruas ou mal cozidas, pela transmissão transplacentária e pela ingestão de água, alimentos ou partículas de solo contaminadas por oocistos esporulados de *T. gondii* (Tenter; Heckeroth; Weiss, 2000). Nas últimas décadas, estudos têm demonstrado que a transmissão ambiental possui participação significativa na epidemiologia da doença, especialmente em regiões onde fatores climáticos favorecem a sobrevivência e a dispersão dos oocistos (Shapiro et al., 2019; Pinto-Ferreira et al., 2019). Dessa forma, o ambiente desempenha papel essencial na manutenção da infecção e na exposição de animais e seres humanos ao parasito (Opsteegh et al., 2015).

O solo é reconhecido como um importante reservatório ambiental de *T. gondii*, uma vez que os oocistos eliminados pelos felídeos podem permanecer viáveis por longos períodos e contaminar diferentes ambientes urbanos e rurais (Lélou et al., 2012). Nesse contexto, o crescimento das populações de gatos domiciliados, semidomiciliados e errantes em áreas urbanas tem aumentado a

preocupação com a contaminação ambiental por oocistos do parasito (VanWormer et al., 2013). Praças, parques, jardins e áreas de lazer frequentemente utilizadas por esses animais podem atuar como importantes fontes de exposição para a população humana e animal (Meerburg; Kijlstra, 2009).

Além da presença dos hospedeiros definitivos, fatores ambientais como precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, cobertura vegetal, temperatura e incidência solar exercem influência direta sobre a sobrevivência, a esporulação e a dispersão dos oocistos no ambiente (Shapiro et al., 2019). Em regiões tropicais, caracterizadas por elevadas temperaturas e períodos sazonais de chuva, essas condições podem favorecer a persistência ambiental de *T. gondii* e ampliar os riscos de transmissão da toxoplasmose (Lélu et al., 2012).

Apesar da reconhecida importância da fase ambiental do ciclo biológico de *T. gondii*, a maior parte das pesquisas concentra-se na investigação da infecção em humanos e animais por meio de métodos sorológicos e moleculares, enquanto estudos voltados à detecção de oocistos em amostras ambientais ainda permanecem relativamente escassos, especialmente em regiões tropicais (Opsteegh et al., 2015; Murata et al., 2018). Essa lacuna limita a compreensão da dinâmica de contaminação dos ambientes urbanos e dificulta a elaboração de estratégias preventivas direcionadas ao controle das fontes ambientais de infecção (Pinto-Ferreira et al., 2019).

No município de Fortaleza, Ceará, as elevadas temperaturas registradas ao longo do ano, associadas aos altos índices de umidade observados durante a quadra chuvosa, podem favorecer a sobrevivência e a dispersão dos oocistos de *T. gondii* no ambiente

(FUNCEME, 2024). Entretanto, ainda são escassas as informações acerca da ocorrência dessas estruturas em solos de áreas públicas da cidade e da influência das variações sazonais e das condições de sombreamento sobre sua permanência no ambiente. Tal cenário evidencia uma importante lacuna de conhecimento e levanta o seguinte questionamento: as condições ambientais presentes em áreas públicas de Fortaleza favorecem a ocorrência e a manutenção de oocistos de *T. gondii* no solo ao longo do ano?

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de oocistos de *T. gondii* em amostras de solo de áreas públicas do município de Fortaleza, Ceará, comparando diferentes períodos do ano e condições de sombreamento, a fim de contribuir para a compreensão da dinâmica ambiental do parasito e dos potenciais riscos associados à sua transmissão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Toxoplasmose: Aspectos Epidemiológicos e Importância em Saúde Pública

A toxoplasmose é uma zoonose causada pelo protozoário intracelular obrigatório *Toxoplasma gondii*, reconhecida como uma das infecções parasitárias mais disseminadas no mundo (Tenter; Heckeroth; Weiss, 2000). A ampla distribuição geográfica do parasito está relacionada à sua capacidade de infectar praticamente todos os animais homeotérmicos, além da elevada resistência de suas formas infectantes no ambiente (Dubey, 2022).

Estima-se que aproximadamente um terço da população mundial já tenha sido exposta ao agente, embora a prevalência varie significativamente entre diferentes regiões em função de fatores

climáticos, culturais, socioeconômicos e sanitários (Robert-Gangneux; Dardé, 2012). No Brasil, a infecção apresenta elevada relevância epidemiológica, sendo favorecida pelas condições ambientais predominantes em grande parte do território nacional, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical (Amendoeira; Camillo-Coura, 2010).

Embora a maioria dos indivíduos imunocompetentes desenvolva infecções assintomáticas, a doença assume grande importância em gestantes, fetos e pacientes imunossuprimidos, podendo resultar em manifestações neurológicas, oftálmicas e sistêmicas de elevada gravidade (Montoya; Liesenfeld, 2004). A toxoplasmose congênita permanece como uma das principais preocupações dos programas de vigilância epidemiológica, uma vez que a infecção durante a gestação pode ocasionar abortamento, natimortalidade ou sequelas irreversíveis ao conceito (Amendoeira; Camillo-Coura, 2010).

Além da relevância para a saúde humana, a doença também possui impacto na medicina veterinária, podendo causar perdas reprodutivas em animais de produção e atuar como importante componente das interações entre animais domésticos, fauna silvestre e ambiente (Dubey, 2022). Nesse contexto, compreender os mecanismos envolvidos na manutenção ambiental de *T. gondii* torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e controle da doença.

2.2. Ciclo Biológico de *Toxoplasma Gondii* e Participação dos Felídeos na Contaminação Ambiental

O ciclo biológico de *Toxoplasma gondii* é considerado complexo e envolve hospedeiros definitivos e intermediários. Os felídeos

domésticos e silvestres constituem os únicos hospedeiros definitivos conhecidos, sendo responsáveis pela fase sexuada do parasito e pela eliminação de oocistos nas fezes após a infecção primária (Dubey et al., 1970). Após serem eliminados no ambiente, esses oocistos passam por um processo de esporulação e tornam-se infectantes, adquirindo capacidade de infectar uma ampla variedade de hospedeiros intermediários, incluindo mamíferos e aves (Dubey, 2022).

A importância epidemiológica dos felinos está diretamente relacionada à grande quantidade de oocistos que podem ser eliminados durante o período de excreção fecal. Mesmo que essa eliminação ocorra por tempo relativamente curto, milhões de oocistos podem ser dispersos no ambiente, contribuindo significativamente para a manutenção do ciclo de transmissão da toxoplasmose (Dubey et al., 1970).

Em áreas urbanas, a presença de gatos domiciliados, semidomiciliados e errantes favorece a deposição dessas estruturas em jardins, praças, terrenos baldios e outras áreas públicas frequentemente utilizadas por pessoas e animais (Pinto et al., 2009). Estudos conduzidos no Brasil demonstram que a elevada densidade populacional de felinos, associada à ausência de manejo adequado dos dejetos, representa um dos principais fatores envolvidos na contaminação ambiental por *T. gondii* (Portilho; Carvalho, 2019).

Além disso, o parasito apresenta elevada plasticidade ecológica, sendo capaz de circular entre diferentes espécies animais por meio da predação e da ingestão de formas infectantes presentes no ambiente (Silva; Langoni, 2009). Essa característica favorece a manutenção do agente em ecossistemas urbanos e periurbanos,

reforçando a importância dos felídeos como elo fundamental entre o ambiente e os demais hospedeiros envolvidos no ciclo epidemiológico da doença.

2.3. Solo Como Reservatório Ambiental e Fatores Associados à Sobrevivência dos Oocistos

Entre os diferentes componentes ambientais envolvidos na transmissão da toxoplasmose, o solo destaca-se como um dos principais reservatórios de oocistos de *T. gondii* (Shapiro et al., 2019). Após serem eliminados pelos felinos, os oocistos podem permanecer viáveis por longos períodos quando expostos a condições favoráveis de temperatura, umidade e proteção contra a radiação solar direta (Dumètre; Dardé, 2003). Essa capacidade de resistência ambiental constitui um dos principais fatores responsáveis pela ampla disseminação do parasito e pela manutenção de ciclos de transmissão independentes da presença imediata dos hospedeiros definitivos.

A influência dos fatores climáticos sobre a sobrevivência dos oocistos tem sido amplamente discutida na literatura. Estudos experimentais demonstram que ambientes úmidos e sombreados favorecem tanto a esporulação quanto a manutenção da infectividade dessas estruturas, enquanto temperaturas elevadas e exposição prolongada à radiação solar tendem a reduzir sua viabilidade (Dubey et al., 1970; Shapiro et al., 2019). Em regiões tropicais, como o Nordeste brasileiro, as condições climáticas frequentemente combinam temperaturas elevadas com períodos de alta umidade, criando ambientes potencialmente favoráveis à persistência dos oocistos no solo.

Além de atuar como reservatório direto, o solo pode servir como fonte secundária de contaminação de hortaliças, reservatórios hídricos e alimentos de origem animal (Pinto-Ferreira et al., 2019). Processos como enxurradas, lixiviação e transporte mecânico por insetos ou outros animais contribuem para a dispersão das formas infectantes para áreas distantes do local inicial de eliminação (Shapiro et al., 2019). Dessa forma, a investigação da contaminação do solo representa uma importante ferramenta para compreensão da dinâmica ambiental da toxoplasmose e para a identificação de potenciais áreas de risco.

2.4. Água e Alimentos Como Veículos de Transmissão de *T. Gondii*

Embora a ingestão de carnes contendo cistos teciduais seja tradicionalmente considerada uma das principais vias de infecção por *Toxoplasma gondii*, evidências acumuladas nas últimas décadas demonstram que a transmissão ambiental por água e alimentos contaminados possui papel igualmente relevante na epidemiologia da toxoplasmose (Pinto-Ferreira et al., 2019). A eliminação de oocistos pelos felídeos permite que essas estruturas alcancem diferentes compartimentos ambientais, incluindo reservatórios de água, hortaliças, frutas e outros alimentos consumidos in natura (Shapiro et al., 2019). Em virtude da elevada resistência da parede do oocisto, as formas infectantes podem permanecer viáveis por longos períodos e resistir a diversas condições ambientais adversas (Dumètre; Dardé, 2003).

Diversos surtos de toxoplasmose registrados ao redor do mundo foram associados à ingestão de água contaminada. Um dos casos mais emblemáticos ocorreu no município de Santa Isabel do Ivaí, no Paraná, onde centenas de pessoas foram infectadas após a

contaminação do sistema público de abastecimento por oocistos do parasito. Esse episódio evidenciou a importância da vigilância sanitária das fontes hídricas e reforçou a necessidade de monitoramento ambiental em áreas com circulação de felinos (Robert-Gangneux; Dardé, 2012). Situações semelhantes também foram descritas em outros países, demonstrando que a transmissão hídrica pode representar importante mecanismo de disseminação da doença.

Os alimentos também desempenham papel significativo na manutenção da cadeia epidemiológica da toxoplasmose. Hortaliças consumidas cruas podem ser contaminadas durante o cultivo por contato direto com solo contaminado ou por irrigação com água contendo oocistos (Melo et al., 2017). Além disso, a manipulação inadequada dos alimentos e a higienização insuficiente favorecem a permanência das formas infectantes até o momento do consumo. Essa realidade é particularmente importante em regiões tropicais, onde as condições ambientais favorecem a persistência dos oocistos e onde parte da população mantém hábitos alimentares associados ao consumo frequente de vegetais crus.

Dessa forma, a contaminação ambiental do solo não deve ser analisada de forma isolada, uma vez que representa um elo fundamental para a disseminação do parasito em outros compartimentos ambientais. O conhecimento dessa dinâmica contribui para a compreensão da epidemiologia da doença e reforça a necessidade de estratégias integradas de controle envolvendo saúde humana, saúde animal e preservação ambiental.

2.5. Métodos de Detecção de Toxoplasma Gondii em Amostras Ambientais

A investigação de *Toxoplasma gondii* em amostras ambientais representa um desafio metodológico considerável, principalmente devido à baixa concentração de oocistos no ambiente e à presença de substâncias que dificultam sua recuperação e identificação (Dumètre; Dardé, 2003). Diferentemente das amostras clínicas, nas quais o parasito pode ser detectado por métodos sorológicos ou moleculares diretamente relacionados ao hospedeiro, as amostras ambientais apresentam grande heterogeneidade e exigem etapas prévias de concentração e purificação.

As técnicas parasitológicas continuam sendo amplamente utilizadas em estudos ambientais devido ao seu menor custo operacional e relativa facilidade de execução. Entre elas, destacam-se os métodos de sedimentação e flutuação, que permitem a recuperação de estruturas parasitárias presentes no solo, água ou alimentos (Dada, 1979). A técnica de centrífugo-flutuação em solução de alta densidade, utilizada no presente estudo, baseia-se na diferença de densidade entre os oocistos e os demais componentes da amostra, favorecendo sua concentração para posterior observação microscópica.

Apesar de sua utilidade, a identificação morfológica apresenta limitações importantes. O tamanho reduzido dos oocistos e a semelhança estrutural com outras espécies de coccídios podem dificultar a diferenciação precisa apenas pela microscopia óptica (Brasil, 2020). Em razão disso, métodos moleculares, especialmente aqueles baseados na reação em cadeia da polimerase (PCR), vêm sendo cada vez mais empregados em estudos ambientais por oferecerem maior sensibilidade e especificidade (Shapiro et al., 2019).

Entretanto, mesmo as técnicas moleculares apresentam desafios relacionados à presença de inibidores ambientais e à baixa quantidade de DNA disponível nas amostras (Brasil, 2020). Dessa forma, muitos autores recomendam a associação entre métodos parasitológicos e moleculares para aumentar a confiabilidade dos resultados. O aperfeiçoamento dessas metodologias tem sido fundamental para ampliar o conhecimento sobre a distribuição ambiental de *T. gondii* e compreender melhor os riscos associados à exposição humana e animal.

2.6. Epidemiologia Ambiental da Toxoplasmose em Regiões Tropicais

A distribuição ambiental de *Toxoplasma gondii* está intimamente relacionada às condições ecológicas e climáticas de cada região. Em áreas tropicais, fatores como temperaturas elevadas, alta umidade relativa do ar e regimes sazonais de precipitação favorecem a esporulação e a sobrevivência dos oocistos, contribuindo para a manutenção do parasito no ambiente por períodos prolongados (Shapiro et al., 2019). Essas características ajudam a explicar as elevadas taxas de soropositividade observadas em diversas regiões da América Latina, incluindo o Brasil (Robert-Gangneux; Dardé, 2012).

Estudos realizados em diferentes estados brasileiros têm demonstrado que a ocorrência da toxoplasmose está frequentemente associada à presença de áreas urbanas com grande população de gatos, deficiência de saneamento básico e intensa interação entre seres humanos, animais domésticos e ambiente (Inagaki et al., 2014). Além disso, a ocupação desordenada dos espaços urbanos favorece a formação de ambientes propícios para a

permanência dos oocistos, especialmente em terrenos baldios, praças públicas e áreas de lazer.

No Nordeste brasileiro, as características climáticas apresentam particular relevância para a epidemiologia ambiental da doença. Mesmo durante os períodos de menor precipitação, a combinação de temperaturas elevadas e áreas sombreadas pode favorecer a manutenção dos oocistos em microambientes específicos. Durante a quadra chuvosa, a maior disponibilidade de umidade pode potencializar a sobrevivência e a dispersão dessas estruturas pelo solo e pela água superficial, ampliando as oportunidades de transmissão (FUNCEME, 2024).

Nesse cenário, a investigação ambiental em municípios como Fortaleza torna-se especialmente importante, pois permite compreender como fatores climáticos, ecológicos e antrópicos influenciam a circulação de *T. gondii*. Além de contribuir para o avanço do conhecimento científico, estudos dessa natureza fornecem informações relevantes para programas de vigilância epidemiológica e para o desenvolvimento de medidas preventivas voltadas à redução da exposição da população ao parasito.

2.7. Felinos Domésticos e Sua Importância na Dinâmica Urbana da Toxoplasmose

Os felinos domésticos desempenham papel central na epidemiologia da toxoplasmose por serem os únicos hospedeiros definitivos capazes de eliminar oocistos de *Toxoplasma gondii* no ambiente (Dubey et al., 1970). Embora a excreção dos oocistos ocorra geralmente apenas durante um curto período após a infecção primária, a grande quantidade eliminada nas fezes faz com que os

gatos sejam considerados os principais responsáveis pela contaminação ambiental do parasito (Dubey, 2022). Em áreas urbanas, esse processo adquire relevância ainda maior devido à elevada densidade populacional de gatos domiciliados, semidomiciliados e errantes, que frequentemente compartilham espaços públicos com a população humana.

A urbanização acelerada observada nas últimas décadas favoreceu a adaptação dos felinos aos ambientes antrópicos, ampliando sua presença em praças, parques, terrenos baldios, jardins e áreas residenciais (VanWormer et al., 2013). Muitos desses animais possuem acesso livre às ruas e mantêm hábitos de caça, podendo adquirir a infecção pela ingestão de aves, roedores e outros hospedeiros intermediários infectados (Silva; Langoni, 2009). Além disso, a oferta inadequada de alimento e o abandono de animais contribuem para o aumento de populações errantes, favorecendo a dispersão dos oocistos em diferentes pontos da cidade.

Outro aspecto importante refere-se à relação entre os felinos e a fauna sinantrópica. Roedores infectados podem apresentar alterações comportamentais induzidas pelo parasito, tornando-se mais vulneráveis à predação pelos gatos e favorecendo a perpetuação do ciclo biológico de *T. gondii* (Murata et al., 2018). Essa interação ecológica demonstra que a manutenção do parasito não depende exclusivamente da presença dos felinos, mas também da dinâmica existente entre diferentes espécies animais que compartilham o mesmo ambiente.

Nesse contexto, o monitoramento ambiental associado ao manejo responsável das populações felinas representa uma importante estratégia para reduzir a disseminação do parasito. Medidas como

controle populacional por meio da esterilização, incentivo à guarda responsável e destinação adequada dos dejetos podem contribuir significativamente para diminuir a contaminação ambiental e, conseqüentemente, o risco de exposição de seres humanos e animais ao agente etiológico da toxoplasmose (Portilho; Carvalho, 2019).

2.8. Medidas de Prevenção e Controle da Toxoplasmose

A prevenção da toxoplasmose requer uma abordagem integrada que considere simultaneamente os fatores relacionados aos seres humanos, aos animais e ao ambiente. Essa visão tem sido amplamente defendida pelos princípios da Saúde Única, que reconhecem a interdependência entre esses componentes na ocorrência e disseminação das zoonoses (Opsteegh et al., 2015). No caso da toxoplasmose, a diversidade de vias de transmissão torna necessário o desenvolvimento de estratégias múltiplas e complementares para o controle da doença.

Entre as medidas preventivas voltadas à saúde humana, destacam-se a correta higienização de frutas, verduras e legumes, o consumo de água tratada e a adequada cocção de carnes destinadas à alimentação (Pinto-Ferreira et al., 2019). A educação sanitária também desempenha papel fundamental, especialmente para grupos considerados de maior risco, como gestantes e indivíduos imunossuprimidos, que podem desenvolver formas mais graves da enfermidade (Amendoeira; Camillo-Coura, 2010). A disseminação de informações corretas sobre as formas de transmissão contribui para reduzir comportamentos de risco e minimizar a exposição ao parasito.

No âmbito da saúde animal, recomenda-se o manejo adequado dos gatos domésticos, evitando o acesso irrestrito às ruas e reduzindo hábitos predatórios que favoreçam a aquisição da infecção (Pinto et al., 2009). A limpeza frequente das caixas de areia e o descarte adequado das fezes também são medidas importantes para diminuir a contaminação ambiental por oocistos. Além disso, programas de controle populacional de felinos errantes podem auxiliar na redução da pressão de contaminação em áreas públicas e contribuir para o equilíbrio sanitário das cidades.

Do ponto de vista ambiental, o monitoramento periódico de solos, reservatórios hídricos e alimentos constitui uma ferramenta importante para identificação de áreas de risco e planejamento de ações preventivas (Brasil, 2020). A geração de informações sobre a ocorrência ambiental de *T. gondii* permite direcionar medidas de vigilância epidemiológica e fortalece a tomada de decisões pelos órgãos de saúde pública. Dessa forma, a integração entre pesquisa científica, educação sanitária, manejo animal e monitoramento ambiental representa o caminho mais promissor para reduzir o impacto da toxoplasmose e proteger a saúde humana e animal em ambientes urbanos e rurais.

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição Metodológica

Trata-se de uma pesquisa de campo com abordagem quantitativa, desenvolvida no Bairro do Itaperi situado de acordo com Secretaria Executiva Regionais (SER) na regional IV localizada no Estado de Fortaleza –CE –Brasil (latitude de 3°43'02" S e longitude de 38°32'35" W).

As avaliações do solo foram realizadas entre novembro de 2023 a março de 2024. O total de amostras prevista para o presente trabalho foi 60 amostras colidas em período distinto do ano. A área em estudo foi dividida em cinco pontos distintos, e de cada ponto foram colhidas 12 amostras de solo arenoso em um período de 5 meses, perfazendo um total de 60. As amostras aptas para a colheita foram aquelas composta por areia ou terra, retiradas de locais cobertos por pedras, pedriscos, grama ou outro tipo de vegetação, de área sombreada e não sombreadas.

3.2. Colheita das Amostras e Análise Laboratorial

Com modificações utilizou-se a metodologia de Santarem cols (2004), onde as coletas foram realizadas no período da manhã as 06h30min e 07h30min, com o auxílio de luva, colher-de-jardineiro e um labirinto de alumínio de 10 cm de largura por 3 cm de altura. O labirinto de alumínio foi fixado no solo aproximadamente 3 cm de profundidade em relação à superfície, com uma diferença mínima de 5 m de distância de qualquer suspeita de contaminação fecal. Foi removido 100 g de solo os quais foram acondicionados em recipientes plásticos devidamente identificados com etiquetas contendo as seguintes informações: local, data, horário, temperatura do solo e umidade do solo. As amostras coletadas foram mantidas sob refrigeração a 4°C até o momento do processamento. As análises parasitológicas foram processadas no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária (LPCV), no setor de Parasitologia da Universidade Estadual do Ceará – Brasil. Para a identificação dos cistos/oocistos foi adotada a técnica de centrífugo-flutuação em solução de dicromato de sódio ($d=1.350$) descrita por Dada (1979). Utilizou-se 30g de cada uma das amostras colhidas. A leitura do material foi feita por microscopia ótica (objetiva de 10X e 40X), sendo

observadas três lâminas para cada amostra. A identificação dos cistos foi realizada adotando-se as características morfológicas dos oocistos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas análises (Gráfico 01) foram determinadas que das 60 amostras analisadas entre o mês de novembro de 2023 a março de 2024, o maior índice de contaminação ocorreu no mês de março de 2024. A quadra chuvosa do Ceará compreende o período entre fevereiro e maio, no entanto a temperatura e umidade de Fortaleza apresentam pouca variação durante o ano (INMET, 2023). A temperatura média máxima de Fortaleza nos meses analisados de 2023 foi em torno de 33,6 °C, enquanto nos meses analisados de 2024 foi em torno de 33,8°C INMET, 202(3). Já a temperatura média mínima foi de 25,3°C nos meses de 2023 e foi de 24°C nos meses de 2024.

No presente estudo, a temperatura média nas áreas sombreadas foi de 28,48°C enquanto nas áreas não sombreadas foi de 31,34°C; e a umidade teve medidas similares entre os pontos, com média de 84% durante o experimento, condizendo com a característica climática do índice de aridez encontrado pela FUCEME (2024, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), na qual a cidade está caracterizada como sub-úmido úmido (Tabela 1). Tanto a umidade quanto a temperatura observadas favoreceram a esporulação e viabilidade dos oocistos presentes nas amostras. Apesar da temperatura média entre a área sombreada e a área não sombreada serem próximas, a temperatura dos locais não sombreados pode atingir médias acima de 37°C , sendo a temperatura máxima em que o oocisto do *Toxoplasma gondii* reduz sua viabilidade para até 28%, sendo inativado 100% quando a

temperatura chega à 50°C (Dubey et al., 1970). Além disso, áreas não sombreadas tem maior incidência dos raios solares de forma direta, sendo um fator que o que aumenta a temperatura direta do solo.

A temperatura média do solo se manter acima de 25°C torna o ambiente excelente para a manutenção dos oocistos (Dubey et al., 1970), o que esclarece o alto percentual durante o mês de março, mês em que as chuvas já estão presentes e as temperaturas em áreas não sombreadas não diferem tanto das áreas sombreadas, tornando maior a ocorrência de oocistos nas amostras do solo analisado. Dessa forma, sugere-se que os oocistos encontrados no presente estudo também tenham caráter zoonótico devido as características citadas por Shapiro et al., (2019) e Dubey et al., (1970), reforçando a importância do controle do ciclo do parasita no ciclo doméstico da infecção.

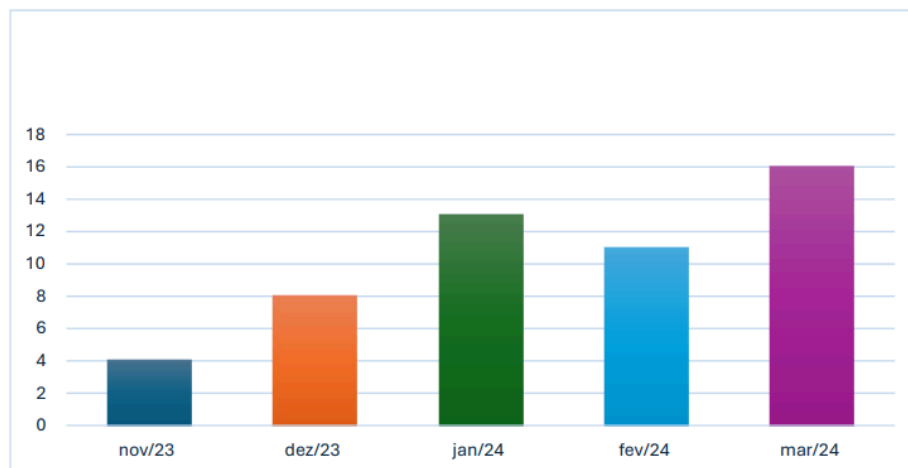
Tabela 1. Temperatura e umidade durante o período do experimento. Baseados em dados da umidade FUNCEME, 2024.

| | | ÁREA SOMBREADA | | ÁREA NÃO SOMBREADA | |
|------|----------|----------------|---------|--------------------|---------|
| | | TEMPERATURA | UMIDADE | TEMPERATURA | UMIDADE |
| 2023 | NOVEMBRO | 32°C | 80% | 33,7°C | 80% |
| | DEZEMBRO | 30°C | 82% | 33,5°C | 82% |

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/deteccao->

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 1. Demonstrativo da quantidade de oocistos de *Toxoplasma gondii* detectados durante 5 meses (novembro de 2023 a março de 2024).



Fonte: Elaborado pelo autor.

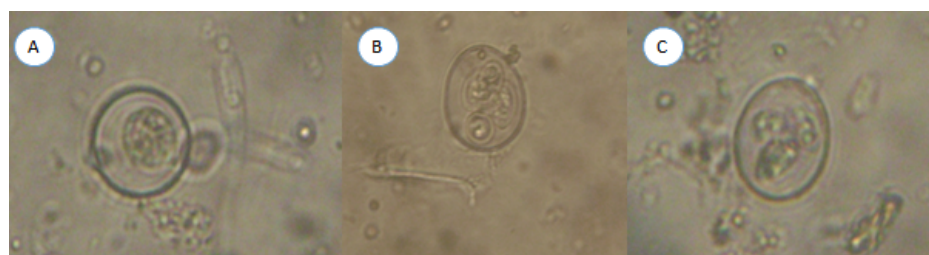
Nas análises (Gráfico 01) foram determinadas que das 60 amostras analisadas entre o mês de novembro de 2023 a março de 2024, o maior índice de contaminação ocorreu no mês de março de 2024 (16 oocistos), seguido pelo mês de janeiro de 2024 (13 oocistos), mês de fevereiro de 2024 (11 oocistos), dezembro de 2023 (8 oocistos) e finalizando com o mês de novembro de 2023 (4 oocistos).

Conforme Inagaki et.al. (2014) relatam que a taxa de prevalência do parasito varia entre 20% e 90%, dependendo das características da região, sendo mais elevada em regiões de clima quente e úmido, principalmente associado a regiões com precariedade de saneamento básico e hábitos alimentares inadequados. A carga parasitária está relacionada a fatores de risco ambiental, como água contaminada, fezes humanas, solo infectado, resíduos de natureza

diferente e fatores de risco do ambiente familiar, tais como: moradia inapropriada (saneamento básico inadequado), ausência de prática de higiene e hipossuficiência econômica (Silva Junior, 2010; Fontbonne *et al.*, 2011; Maia *et al.*, 2015).

Conforme Portilho e Carvalho (2019) relatam, as diferenças climáticas das regiões são fatores cruciais para o desenvolvimento do *Toxoplasma gondii*, pois o parasita pode ser encontrado em ambientes diversificados desde pastagens ao solo arenoso, pois lugares úmidos e quentes, favorece o sucesso parasitário heteroxênico nos diversos hospedeiros e táxons. Observou-se (Figura 01) que no meio ambiente os oocistos maduros em condições de umidade, temperatura e áreas sombreadas favoráveis, apresentavam-se mais esporulados. Segundo Rodrigues (2015) relata que o indicador de contaminação no solo é extraordinário devido à capacidade que os oocistos possuem de se esporularem, em ambiente úmido e quente, tomando-se infectantes e aumentando a probabilidade de infectar outros animais.

Figura 1. Em “A” oocisto com massa germinativa; “B e C” oocisto esporulado em amostra de solo de área úmida sombreada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Interessante ressaltar que foram encontrados poucos trabalhos sobre a presença desse parasita em amostras de solo, o que deve ocorrer devido o direcionamento dos trabalhos científicos relacionados com o *Toxoplasma gondii* serem focados no curso

sanitário e imunológico do parasita através de testes sorológicos e diagnósticos moleculares, sendo desconectado o fato do desenvolvimento do parasita ocorrer no meio ambiente e sua transmissão geralmente acontecer quando os seres humanos ingerem oocistos maduros presentes no solo ou encontrados em caixa de areia ou em latas de lixo ou em qualquer local onde os felídeos infectados defecam. É importante salientar o papel de insetos coprófagos que ajudam na disseminação dos oocistos que estão presentes na superfície do solo, contaminando as verduras, carnes e forragens (Pinto, 2009). Além disso, a presença de oocistos no solo aumenta a ocorrência de contaminação de verduras e legumes, facilitando a ingestão do agente causador da toxoplasmose.

De acordo com Rodrigues (2015), o parasita pode estar em diferentes ambientes e formas de transmissão, esse espectro de infecção atua desde os hábitos alimentares a locais como os jardins, rios, praças, e outros ambientes favoráveis a animais sinantrópicos. Na área onde as amostras foram retiradas, observou-se a presença de morcegos, gambás e alguns tipos de insetos, tais animais terminam favorecendo a contaminação do solo e podendo agir como vetores mecânicos do parasita para outros locais. Vale ainda ressaltar que cisto e oocisto de protozoários podem ser ingeridos acidentalmente, após a manipulação de solos contaminados com fezes de gatos, e ou, por ingestão de água que pode estar contaminada após esses cistos ou oocistos atingirem os lençóis freáticos ou os reservatórios de água no período chuvoso. Além do que, o efeito da lixiviação das chuvas transporta essas formas infectantes para locais distantes do local de origem.

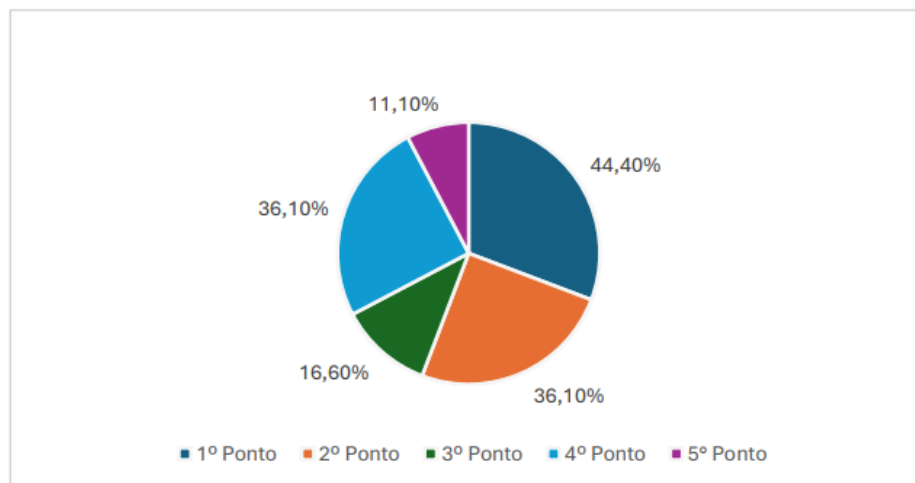
O trabalho realizado por Melo et al. (2017) usando a técnica de sedimentação espontânea para detecção de ovos, cistos, oocistos, larvas e outros contaminantes, observou um percentual de pelo menos uma forma infecciosa de parasitas, dos quais 52,8% correspondiam a cistos ou oocistos de *Toxoplasma*. Acredita-se que a forma infectante do *Toxoplasma gondii* possa permanecer por um longo espaço de tempo no solo em sua forma vegetativa.

O fácil acesso de animais de estimação a áreas públicas aliado ao descaso dos tutores em relação aos dejetos e ao grande número de animais de rua, tornam-se preocupantes devido ao potencial zoonótico (Melo *et al.*, 2021; Stutz *et al.*, 2014). Segundo Murata *et al.* (2018) relatam, ratos parasitados pelo *Toxoplasma gondii*, podem alterar seu comportamento devido à uma mutação genética causada pelo parasita, perdendo assim a capacidade de memorizar potenciais predadores, de sentir o cheiro e o medo dos gatos, tornando-os alvos fáceis na predação. Outra característica importante identificada no curso desse trabalho, foi a maior incidência de formas parasitárias de toxoplasma nos pontos amostrais (Gráfico 02), onde a maior incidência ocorreu no ponto 01 (44,40%) , seguido pelo ponto 02 e 04 (36,10%), ponto 03 (16,60%) e por fim o ponto 05 (11,10%). O que justifica o alto percentual de oocisto no ponto 01 é o fato que o ponto fica localizado próximo de lanchonetes, onde observou-se vários animais abandonados pelos seus donos nas copas das árvores e arredores em busca de sobras de alimentos, propiciando assim a maior contaminação do solo.

Carvalho (2011) relata que os gatos domésticos têm facilidade de se adaptar a ambiente antrópico e que estudos recentes apontam que os felinos domésticos provocam impactos no ecossistema, pois

contribuem no ciclo de transmissão da doença através de suas fezes infectadas pelo *Toxoplasma gondii*.

Gráfico 2. Representação da incidência de oocistos encontrados nos pontos estudados. (Ponto 01; Ponto 02; Ponto 03; Ponto 04; Ponto 05).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme Rodrigues (2015), a contaminação dos animais domésticos está relacionada à ingestão de carnes cruas contaminadas com cistos residuais, a falta de higienização nos domicílios e peridomicílios onde os animais têm livre acesso à rua. É aconselhado a dedetização para evitar a presença de ratos, moscas e baratas, e assim reduzir a contaminação de populações naturais de felinos em espaço urbano. Os felídeos, após a ingestão de carnes cruas contendo cistos teciduais, tornam-se hospedeiros definitivos que irão liberar oocistos em suas fezes passando-os para hospedeiros intermediários, que são os bovinos, suínos, aves e humanos (Silva, 2018; Andrade *et al.*, 2016).

Em suma, diante de tais informações, pode-se dizer que ainda apesar dos contratempos em relação aos períodos climáticos, a pesquisa apresentou dados significativos para contribuição acerca de informações no que se trata da toxoplasmose.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a cidade de Fortaleza possui temperatura e umidade propícias para a presença do parasita, na forma de oocisto não esporulado e esporulado, durante todo o ano. Todavia, a quadra chuvosa observada no estado durante os primeiros meses do ano torna a temperatura do solo em zonas não sombreadas semelhantes às das áreas sombreadas, sendo um fator que aumenta a quantidade de oocistos em diferentes pontos do solo, tornando os meses chuvosos e com menos incidência solar com maior importância para a viabilidade do *Toxoplasma gondii*. Associado à maior quantidade de oocistos no solo, o período chuvoso corrobora com a infecção de outras localidades com o parasita, uma vez que a lixiviação é uma das formas de carrear o agente para outros solos, incluindo locais com plantações de frutas e verduras, bem como fontes aquáticas utilizadas para a ingestão de água e/ou banho pelos seres humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMENDOEIRA, M. R.; CAMILLO-COURA, L. F. Uma breve revisão sobre toxoplasmose na gestação. *Scientia Médica*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 113-119, 2010.

ANDRADE, A. C. S. et al. Prevalência de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em felinos frequentadores de clínicas e hospitais veterinários de Cascavel, Paraná, Brasil. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, Umuarama, v. 18, n. 4, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Protocolos para investigação de *Toxoplasma gondii* em amostras ambientais e alimentares. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020.

CARVALHO, C. D. Análise comparativa dos cativeiros de *Puma concolor* e *Panthera onca* no Extinction-NEX e na Fundação Jardim Zoológico de Brasília-DF. 2011. Monografia (Licenciatura em Biologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

DADA, B. J. O. A new technique for the recovery of *Toxocara* eggs from soil. *Journal of Helminthology*, Cambridge, v. 53, p. 141-144, 1979.

DUBEY, J. P. et al. The *Toxoplasma gondii* oocyst from cat feces. *Journal of Experimental Medicine*, v. 132, p. 636-662, 1970.

DUBEY, J. P.; MILLER, N. L.; FRENKEL, J. K. The *Toxoplasma gondii* oocyst from cat feces. *Journal of Experimental Medicine*, Bethesda, v. 132, n. 4, p. 636-662, 1970.

DUMÈTRE, A.; DARDÉ, M. L. How to detect *Toxoplasma gondii* oocysts in environmental samples? *FEMS Microbiology Reviews*, Amsterdam, v. 27, n. 5, p. 651-661, 2003.

FONTBONNE, A.; FREESE-DE-CARVALHO, E.; ACIOLI, M. D.; SÁ, G. A.; CESSE, E. A. P. Fatores de risco para o poliparasitismo intestinal em uma comunidade indígena em Pernambuco. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 367-373, 2001.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). Dados climatológicos do estado do Ceará. Fortaleza: FUNCEME, 2024.

INAGAKI, A. D.; CARDOSO, N. P.; LOPES, R. J.; ALVES, J. A.; MESQUITA, J. R.; ARAÚJO, K. C.; KATAGIRI, S. Análise espacial da prevalência de toxoplasmose em gestantes de Aracaju, Sergipe, Brasil. *Revista*

Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, São Paulo, v. 36, n. 12, p. 535-540, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados meteorológicos da estação de Fortaleza. Fortaleza: INMET, 2023-2024.

MAIA, C.; HASSUM, I. C.; VALLADARES, G. S. Parasitoses intestinais em usuários do SUS em Limoeiro do Norte, Ceará, antes da expansão do sistema de esgotamento sanitário. *Holos*, Natal, v. 2, p. 98-109, 2015.

MEERBURG, B. G.; KIJLSTRA, A. Changing climate-changing pathogens: *Toxoplasma gondii* in north-western Europe. *Parasitology Research*, Berlin, v. 105, n. 1, p. 17-24, 2009.

MELO, M. V. C. et al. Incidência de ovos e larvas de ancilostomatídeos em área de alimentação na cidade de Fortaleza-CE. In: ATUALIDADES NA SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL. Fortaleza: In Vivo, v. 3, cap. 7, 2021.

MELO, V. C. et al. Presencia de formas infectivas de parásitos intestinales en hortalizas mínimamente procesadas comercializadas en Fortaleza, Ceará, Brasil. *Parasitología Latinoamericana*, Santiago, v. 66, n. 2, p. 5-12, 2017.

MONTOYA, J. G.; LIESENFELD, O. Toxoplasmosis. *The Lancet*, London, v. 363, n. 9425, p. 1965-1976, 2004.

MURATA, F. H. et al. Role of rats (*Rattus norvegicus*) in the epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection in Grenada, West Indies. *Journal of Parasitology*, Lawrence, v. 104, n. 5, p. 571-573, 2018.

NEVES, D. *Toxoplasma gondii*. In: KAWAZOE, U.; MINEO, J. R. Parasitologia humana. 12. ed. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 177-187.

OPSTEEGH, M. et al. The changing landscape of *Toxoplasma gondii*: a review of transmission routes and risk factors. Trends in Parasitology, Oxford, v. 31, n. 3, p. 130-135, 2015.

PINTO-FERREIRA, F.; CALDART, E. T.; PASQUALI, A. K. S.; MITSUKA-BREGANÓ, R.; FREIRE, R. L.; NAVARRO, I. T. Patterns of transmission and sources of infection in outbreaks of human toxoplasmosis. Emerging Infectious Diseases, Atlanta, v. 25, n. 12, p. 2177-2182, 2019. Disponível em: https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/25/12/18-1565_article. Acesso em: 7 mar. 2021.

PINTO, L. D. et al. Soroepidemiologia de *Toxoplasma gondii* em gatos domiciliados atendidos em clínicas particulares de Porto Alegre, RS, Brasil. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2464-2469, 2009.

PORTILHO, M. B. F.; CARVALHO, A. V. A toxoplasmose em felinos: parasitologia, imunologia e diagnóstico animal. Agrariae Liber, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2019.

REY, L. Bases da parasitologia médica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

ROBERT-GANGNEUX, F.; DARDÉ, M. L. Epidemiology of and diagnostic strategies for toxoplasmosis. Clinical Microbiology Reviews, Washington, v. 25, n. 2, p. 264-296, 2012.

RODRIGUES, D. N. J. Avaliação do conhecimento da população sobre formas de transmissão e medidas preventivas da toxoplasmose em Mossoró-RN. 2015. Dissertação (Mestrado em Estratégias

Sustentáveis de Desenvolvimento do Semiárido) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2015.

SANTARÉM, V.; SARTOR, I.; BERGAMO, F. Contamination by *Toxocara* spp. eggs in public parks and squares in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 31, p. 529-532, 1998.

SANTOS, E. B. J. Os impactos da desinformação sobre a toxoplasmose: formas de transmissão, prevenção e tratamento. 2021.

SCHNELL, M. Toxoplasmose felina: revisão de literatura e soroprevalência de *Toxoplasma gondii* em felinos domésticos atendidos no Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SHAPIRO, K.; OLIVEIRA, L. B.; DIXON, B.; DUMÈTRE, A.; WIT, L.; VANWORMER, E.; VILLENA, I. Environmental transmission of *Toxoplasma gondii*: oocysts in water, soil and food. *Food and Waterborne Parasitology*, v. 15, e00049, 2019.

SILVA JUNIOR, J. R. Parasitoses intestinais e saneamento ambiental: estudo da situação dos bairros Bela Vista e Ulisses Guimarães em Teixeira de Freitas – BA. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Faculdade de Aracruz, Aracruz, 2010.

SILVA, C. A. Frequência de *Toxoplasma gondii* em amostras de tecidos de frangos e em cérebro de camundongos. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20., 2018. Anais [...]. 2018.

SILVA, D. F.; SILVA, M. F. S.; BRITO, G. N.; MERLINI, N. B.; MARCUSSO, P. F. Toxoplasmose felina: revisão sistemática. In: _____. Fortaleza: Amplla, 2021. cap. 25.

SILVA, R. C.; LANGONI, H. *Toxoplasma gondii*: host-parasite interaction and behavior manipulation. Parasitology Research, Berlin, v. 105, p. 893-898, 2009.

STUTZ, E. T. G.; SOUZA, A. P.; LIMA, I. S.; GUIMARÃES, P. M. S. Ocorrência de formas parasitárias em fezes de animais coletadas em praças e parques públicos do município de Volta Redonda. Revista Transversalis, v. 7, p. 90-96, 2014.

TENTER, A. M.; HECKEROTH, A. R.; WEISS, L. M. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. International Journal for Parasitology, Oxford, v. 30, n. 12-13, p. 1217-1258, 2000.

VANWORMER, E. et al. Coastal development and landscape change: implications for the ecology of *Toxoplasma gondii*. International Journal for Parasitology, Oxford, v. 43, n. 2, p. 107-116, 2013.