

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**FACULDADE UNB DE PLANALTINA - FUP**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

**ALEX NUNES DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE PARASITOLÓGICA DAS AREIAS E ÁGUAS  
DO MÉDIO ARAGUAIA**

Brasília/DF

2021

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**FACULDADE UNB DE PLANALTINA - FUP**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

ALEX NUNES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE PARASITOLÓGICA DAS AREIAS E ÁGUAS DO  
MÉDIO ARAGUAIA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tatiana Barbosa Rosado Laviola

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Faculdade UnB de Planaltina, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Ciências Ambientais.

**Habilitação:** Manejo e conservação de recursos naturais

Brasília/DF

2021

# **ANÁLISE PARASITOLÓGICA DAS AREIAS E ÁGUAS DO MÉDIO ARAGUAIA**

**ALEX NUNES DE OLIVEIRA**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Tatiana Barbosa Rosado Laviola – Orientadora\*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eleuza Rodrigues Machado – Membro externo

Prof. Dr. Luiz Felipe Salemi – Membro Interno\*

Prof. Dr. Renato Domiciano Silva Rosado – Suplente\*

\*Participaram da banca examinadora

Apresentada em 16/07/2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N048a Nunes de, Alex  
Análise parasitológica das areias e águas do Médio  
Araguaia / Alex Nunes de; orientador Tatiana Barbosa Rosado  
Laviola. -- Brasília, 2021.  
76 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Ambientais)  
- Universidade de Brasília, 2021.

1. parasitologia ambiental. 2. praia. 3. rio Araguaia.  
4. saúde pública. 5. ação antrópica. I. Barbosa Rosado  
Laviola, Tatiana, orient. II. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico à pessoa que decidiu sair de seu mundo de ideias para se inscrever e ir a uma prova seletiva me apoiar e torcer por minha aprovação. Foi aprovada comigo aceitando desde o início essa grande missão. Marcou abonos e férias para viajar quase mil quilômetros e trazer algumas dezenas de quilos de areia e vários litros de água. Me deu a mão em todos os momentos difíceis e acreditou, desde o primeiro instante, que chegaria até aqui. Dedico este trabalho à minha esposa Ana Clara, meu grande amor.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, pela oportunidade de conviver com pessoas brilhantes, inovadoras e que a todo instante desafiam o quase impossível com pouquíssimos recursos financeiros, mas muita criatividade e coletividade.

Ao meu pai Edmundo e à minha mãe Valéria, que sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso. E, em nome deles, a todos os meus familiares e amigos de longa data que de alguma forma demonstraram apoio e carinho durante o andamento das pesquisas que materializaram essa dissertação.

À minha esposa Ana, por tudo que passou junto comigo. As longas horas de conversas sobre quais pesquisas fazer, as trocas de ideias sobre qual planejamento adotar e as várias preocupações que surgiram em meio às pesquisas.

À minha orientadora Tatiana, pela dedicação em buscar alternativas, planejar, organizar e trabalhar em busca de um projeto extremamente delicado e rico. Por se multiplicar na missão de orientar, me incentivar a prosseguir, por sempre buscar soluções para os problemas que surgiam e caminhar ao meu lado nesse processo.

Ao Departamento de Pós-Graduação pelo incentivo financeiro aplicado na pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pelas ótimas aulas, ministradas com muito carinho e dedicação. Sempre prezando pela qualidade do ensino.

Aos professores Luiz Salemi e Eduardo Cyrino, por aceitarem participar da qualificação do projeto dando ótimas sugestões e dicas que foram posteriormente empregadas no desenvolvimento da pesquisa.

À professora Eleuza, por desde a apresentação do projeto, antes mesmo da viagem ao Araguaia, ter contribuído com inúmeras orientações para o desenvolvimento da pesquisa. Por me ajudar a identificar os organismos, a discutir sobre as curiosidades que foram surgindo ao longo das observações e, indiretamente, ter dado verdadeiras aulas de parasitologia e de vida. Seus ensinamentos com certeza vão ser guardados com muito carinho ao longo da minha jornada acadêmica, profissional e pessoal.

Aos técnicos do laboratório, na pessoa de Mel, equipe de segurança e coordenadores da instituição.

Ao meu sobrinho e amigo Arthur W. Silva, pelo apoio dado em laboratório com a organização dos materiais e companhia nas viagens realizadas a Taguatinga ao longo dos quase três meses de processamento de amostras.

Ao funcionário Estanislau Brandão, ou simplesmente “Seu Brandão”, pelo enorme carisma em receber todos muito bem e, em nome dele, agradecer às equipes de todos os Setores e Departamentos da Faculdade de Planaltina, trabalhadores da limpeza, segurança, portaria, recepção e etc.

Aos colegas de turma 01/2019, pela união e sinergia no objetivo de produzir com qualidade e elevar o padrão do programa através de muita dedicação.

*“Não, meu nome não é Araguaia, apelido que seus bandeirantes roubaram da língua de meus filhos e que quer dizer Rio das Araras - tantas e tão vermelhas e tão azuis - e que me atravessa cantando com sua voz gutural. (...) Meu nome, meu verdadeiro nome é Ber-ô-can, Rio Grande na língua dos brancos e pelo qual me conheci. Mas vocês se encantaram com o de Araguaia e até convenceram meus filhos nativos a assim me chamarem e assim os carajás quiseram que Araguaia seja meu nome”.*

Durval Rosa Sarmiento Borges

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	Bacia Araguaia-Tocantins e a localização dos municípios_____	15
<b>Figura 2</b>	Bacia do Rio Araguaia e seus três segmentos_____	18
<b>Figura 3</b>	Desenho esquemático das praias, ambientes e amostras superficiais e profundas_____	31
<b>Figura 4</b>	Mapeamento dos pontos de coleta_____	32
<b>Figura 5</b>	Desenho esquemático de cada amostra colhida no ambiente_____	34
<b>Figura 6</b>	Organismos detectados nas areias do Médio Araguaia_____	43
<b>Figura 7</b>	Gráficos de abundância e riqueza de parasitos detectados nos municípios de Aruanã, Cocalinho e São José dos Bandeirantes_____	44
<b>Figura 8</b>	Vestígios de aves nas três praias de cada cidade com maior presença de <i>Entamoeba</i> sp._____	45
<b>Figura 9</b>	Registro de residências e acessos de moradias nas margens do Rio Araguaia_____	46
<b>Figura 10</b>	Mapeamento dos pontos de coleta_____	53
<b>Figura 11</b>	Resultados do teste de Colilert para ausência/presença de coliformes totais_____	61
<b>Figura 12</b>	Fotos das amostras correspondentes ao ponto de coleta 5 do município de Aruanã_____	61
<b>Figura 13</b>	Resultados do teste de Colilert para presença/ausência de <i>Escherichia coli</i> _____	62
<b>Figura 14</b>	Registros das amostras negativas_____	63
<b>Figura 15</b>	Imagem dos parasitos encontrados na água_____	63
<b>Figura 16</b>	Gráfico de abundância e riqueza de parasitos detectados na água_____	64

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Dados de IDHM e % de esgoto sanitário dos municípios e média de IDHM e % de esgoto sanitário dos segmentos considerando áreas urbanas às margens do Rio Araguaia_____	16
<b>Tabela 2</b>	Quantitativo de parasitos detectados em Aruanã por praia e ambiente____	37
<b>Tabela 3</b>	Quantitativo de parasitos detectados em Cocalinho por praia e ambiente.	39
<b>Tabela 4</b>	Quantitativo de parasitos detectados em São José dos Bandeirantes por praia e ambiente_____	41
<b>Tabela 5</b>	Parasitos detectados na água das dez praias pertencentes ao município de Aruanã_____	55
<b>Tabela 6</b>	Parasitos detectados na água das nove praias pertencentes ao município de Cocalinho _____	56
<b>Tabela 7</b>	Parasitos detectados na água das dez praias pertencentes ao distrito de São José dos Bandeirantes _____	58
<b>Tabela 8</b>	Ocorrência dos parasitos nos pontos e quantidade de indivíduos_____	59
<b>Tabela 9</b>	Resultados do teste de Colilert nas praias dos três municípios do Médio Araguaia _____	60

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO GERAL</b> _____	12
<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, RIO ARAGUAIA E PARASITOS</b>	
<b>INTRODUÇÃO</b> _____	14
<b>1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO</b> _____	15
<b>2. O RIO ARAGUAIA</b> _____	17
2.1 <i>Águas do Rio Araguaia: distribuição, importância e utilização</i> _____	17
<b>3. OS PARASITOS</b> _____	19
3.1 <i>Parasitos e meio ambiente</i> _____	21

### CAPÍTULO 01

#### CARACTERIZAÇÃO PARASITOLÓGICA DAS AREIAS DO MÉDIO ARAGUAIA

<b>RESUMO</b> _____	29
<b>ABSTRACT</b> _____	29
<b>1. INTRODUÇÃO</b> _____	30
<b>2. METODOLOGIA</b> _____	31
2.1 <i>Distribuição espacial e período de coleta</i> _____	31
2.2 <i>Locais de Coleta e Amostragem</i> _____	32
2.3 <i>Análise das Amostras</i> _____	34
2.4 <i>Análise estatística</i> _____	34
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> _____	35
<b>4. CONCLUSÃO</b> _____	48

### CAPÍTULO 02

#### CARACTERIZAÇÃO PARASITOLÓGICA DAS ÁGUAS DO MÉDIO ARAGUAIA

<b>RESUMO</b> _____	50
<b>ABSTRACT</b> _____	50
<b>1. INTRODUÇÃO</b> _____	51
<b>2. METODOLOGIA</b> _____	53
2.1 <i>Locais, modo de coleta e padronização</i> _____	53

2.2 Método de Sedimentação espontânea adaptado _____	54
2.3 Teste de Colilert – Detecção de coliformes _____	54
2.4 Análise estatística _____	54
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO _____</b>	<b>54</b>
<b>4. CONCLUSÃO _____</b>	<b>65</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS _____</b>	<b>65</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____</b>	<b>67</b>



## APRESENTAÇÃO GERAL

Por onde o ser humano passa suas pegadas ficam registradas na natureza. Em pequena ou em grande intensidade, de forma positiva ou negativa, essas marcas causam alguma consequência ao meio ambiente e a ele mesmo. Ao longo da história humana esse processo evolutivo se transformou, preservou, sucumbiu, criou e recriou sociedades e suas relações com o meio ambiente variavam de acordo com a sua utilidade, fosse para estabelecer moradia ou para tirar o próprio sustento (Thomas, 2010).

Esses vestígios deixados comprometeram o espaço natural ao ponto não haver no planeta locais que não tenham sofrido interferência antrópica. De impactos negativos locais a globais, como erosão e emissão de gases de efeito estufa, o ser humano deixa sua marca em todos os lugares possíveis (Nogales et al., 2010). Por esse motivo, para compreender as interações criadas por estes hábitos, minimizar os problemas gerados, realizar novas práticas de manejo e recuperação do meio ambiente faz-se necessário analisar essas problemáticas dentro de um viés ecológico (Mäler, 1990).

Nesse sentido a parasitologia ambiental surge como uma importante ferramenta para averiguar algumas dessas “impressões” deixadas pelo ser humano no meio ambiente. Tanto para verificar as possíveis interações e interferências do homem com outros organismos do ecossistema como também para o monitoramento de situações de risco que podem afetar não somente o meio, mas também a saúde pública (Sures, 2004).

No capítulo preliminar intitulado “Contextualização: o rio Araguaia, os parasitos e as características geográficas da área de estudo” são apresentadas as complexidades do ambiente envolvendo a região e sua grande importância, em decorrência de seus múltiplos usos. Algumas das características mais comuns dos parasitos já observadas em outros estudos são abordadas (Fernández-López et al., 2019). Também são apresentadas a caracterização socioeconômica dos municípios abordados nesse estudo e um panorama sobre a situação do esgotamento sanitário.

O primeiro capítulo traz os resultados das análises parasitológicas realizadas em amostras de água coletadas em três municípios do Médio Araguaia. Além da detecção parasitológica, a pesquisa fornece dados quanto a presença/ausência de coliformes totais e fecais através de teste de Colilert.

No capítulo 2 são apresentados dados referentes à pesquisa realizada na areia das praias do Rio Araguaia. São apresentados os resultados quantitativos dos parasitos identificados

através do teste de sedimentação espontânea adaptado e de Willis, e também é realizada uma análise quanto a ocorrência destes organismos na região estudada.



## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, RIO ARAGUAIA E PARASITOS

---

### INTRODUÇÃO

A relação entre seres humanos, ambiente e animais está muito além do convívio familiar. Por trafegarem em ambientes que também são frequentados pelos seres humanos, como praças públicas e areias das praias, os animais são considerados uma fonte de contaminação microbiológica (Vaz et al., 2005; Cavalcante et al., 2010; Valdez e Grosbelli, 2012). Assim como nessas áreas urbanas há presença de cães e gatos, que são fontes de alguns parasitos danosos à saúde humana, as áreas de lazer localizadas em regiões mais afastadas, podem conter animais de vida silvestre que oferecem o mesmo risco de contaminação (Bojar e Klapac, 2018).

Um recurso básico para a vida, a água, também se apresenta com grande potencial de contaminação. Ao lixiviar superfícies e ser carregada para as planícies, todo o material contido em seu percurso, de resíduos a organismos infecciosos, é carregado ao leito do rio que, sem monitoramento ou gerência, ocasiona a morte de milhares de crianças diariamente (Silva, 2005; Arnold et al., 2013).

Nesse contexto, áreas de inundação podem interferir diretamente na circulação de diversos microrganismos através de alguns processos naturais envolvidos; como a hidrodinâmica, que torna o rio mais veloz ou lento e, conseqüentemente afeta a distribuição dos organismos no sistema; o substrato, que fornece abrigo para o desenvolvimento de algumas espécies aquáticas, influenciando na sua distribuição e abundância; e a temperatura, que afeta diretamente o metabolismo dos seres, o oxigênio dissolvido, entre outros (Cunha, 2013).

Compreender a ligação entre a atividade antrópica somada ao processo natural, o funcionamento de um corpo hídrico [como um rio com características diferenciadas como o Araguaia] e os seus impactos à saúde humana são fundamentos para uma gestão eficaz dos recursos hídricos (Rochelle-Newall et al., 2015). Por essa razão é comum o estudo sobre avaliação da qualidade da água relacionada ao habitat em áreas inundáveis, a importância do monitoramento frequente e uso de biomarcadores (Rodrigues et al., 2010; Oliveira et al., 2015; Américo-Pinheiro et al., 2017).

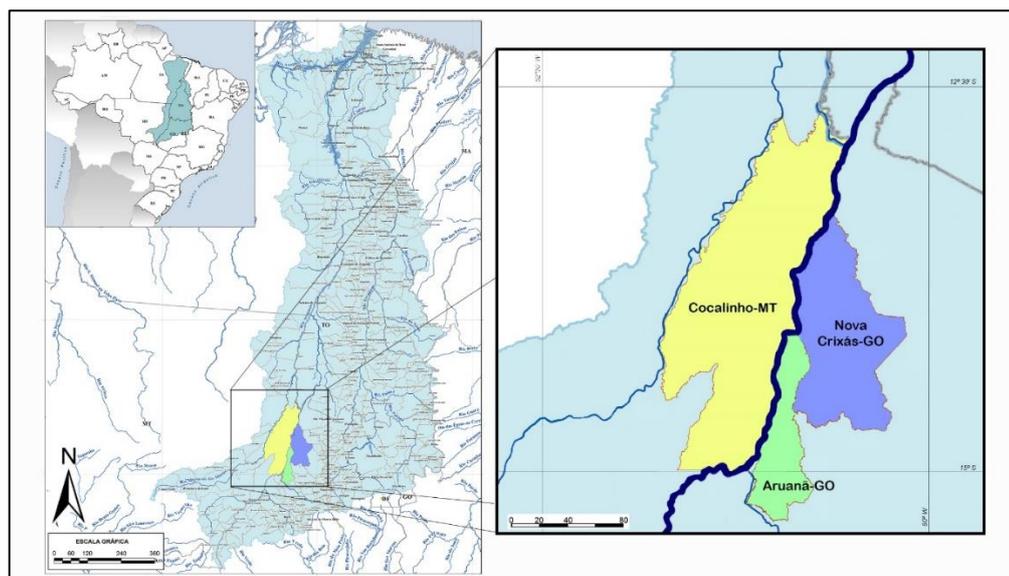
No entanto, não se vê a mesma eficácia no monitoramento da qualidade da areia das margens dos rios utilizados para o turismo. Isso posto, considerando a ampla gama de organismos que desenvolvem algum tipo de interação com o ser humano causando-lhe algum prejuízo à saúde este estudo tem por objetivos a detecção e análise de protozoários e helmintos presentes nas águas e areias do Médio Rio Araguaia.

## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

Aruaná é um município do noroeste goiano localizado a  $14^{\circ} 55' 27''$  de latitude sul e  $51^{\circ} 4' 28''$  de longitude oeste. Fica a 261 metros de altitude, com temperaturas médias mínimas e máximas variando entre 20 e  $35^{\circ}\text{C}$ . Tem população estimada em 10.110 habitantes e território com  $3.055,29 \text{ km}^2$  (Figura 1) (IBGE, 2020).

Cocalinho fica no nordeste mato-grossense em uma altitude de 239 metros na latitude  $14^{\circ} 22' 38''$  sul e longitude  $50^{\circ} 59' 21''$  oeste. Possui território com  $16.307,048 \text{ km}^2$  de extensão, população estimada em 5.681 habitantes (Figura 2) (IBGE, 2020).

Nova Crixás também pertence ao noroeste goiano e fica localizado a  $14^{\circ} 6' 17''$  de latitude sul e  $50^{\circ} 20' 23''$  de longitude oeste. O centro da cidade fica em altitude de 289 metros, população estimada de 12.945 habitantes além de área de  $7.302,223 \text{ km}^2$  (IBGE, 2020). Neste município a pesquisa se restringiu ao Distrito de São José dos Bandeirantes, margeado ao leito principal do Rio Araguaia que contém cerca de 2.500 habitantes (Coutinho, 1999).



**Figura 1:** Bacia Araguaia-Tocantins e a localização dos municípios, adaptado da Agência Nacional das Águas (2016).

O leito do Rio Araguaia percorre o território de 55 municípios brasileiros até sua foz. Destes 55 municípios, 32 possuem algum perímetro urbano às margens do curso d'água. Aruanã-GO é a décima cidade a ter esse contato direto com o rio e possui melhor resultado no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e estrutura sanitária quando comparada com Cocalinho-MT e Nova Crixás-GO (PNUD, 2010; IBGE, 2010). As três superam a média do indicador de todas as cidades marginais do Baixo e Médio Araguaia, mas ficam abaixo quando comparadas ao dado mediano do Alto Araguaia (Tabela 1).

**Tabela 1:** Dados de IDHM e % de esgoto sanitário dos municípios e média de IDHM e % de esgoto sanitário dos segmentos considerando áreas urbanas às margens do Rio Araguaia

<b>Municípios</b>	<b>IDHM</b>	<b>Esg. San. (%)</b>
Aruanã-GO	0.675	29.4%
Cocalinho-MT	0.660	1.9%
Nova Crixás-GO	0.643	10.5%
<b>Segmentos</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>
Alto Araguaia	0.713	13.91%
Médio Araguaia	0.642	19.41%
Baixo Araguaia	0.609	14.05%
Todas as cidades	0.646	3.75%

**Fonte:** PNUD (2010) e IBGE (2010).

O IDHM é um indicador das condições em que um município se encontra quanto ao seu desenvolvimento, sintetizando dados referentes à renda, escolaridade e longevidade. Quanto mais próximo de 1, maior é o desenvolvimento. Em geral, baixos investimentos em saúde [saneamento básico] e educação resultam em índices menores (Mattei et al. 2018; Pereira e Pinto, 2012).

Mascarini (2003) associa as doenças causadas por parasitos em seres humanos à pobreza, devido às condições socioeconômicas, sanitárias e higiênicas de baixa qualidade, acarretadas pela falta de políticas públicas que visem a distribuição igualitária de renda, acesso à educação e serviços básicos de saneamento. Desta forma, ao verificar o IDHM das cidades

visitadas e das outras que margeiam o rio, percebe-se que as médias de cada segmento indicam estes problemas citados por Mascarini.

## 2. O RIO ARAGUAIA

A bacia Araguaia-Tocantins é o quarto maior sistema fluvial da América do Sul e está totalmente integrado ao território brasileiro. Com 777.308 km<sup>2</sup> de extensão, o rio percorre quatro estados (Goiás, Mato Grosso, Tocantins e Pará) no sentido sul-norte e integra dois importantes biomas nacionais: a floresta amazônica e a vegetação do Cerrado (Aquino et al., 2009; Morais, 2006; Irion et al., 2016).

A bacia do Araguaia, por sua vez, possui área de 383.999 km<sup>2</sup>, majoritariamente ocupada pelo Cerrado (81%), e é considerada uma importante área de conservação deste bioma (Souza, 2002; Assis e Bayer, 2020). O rio nasce na Serra de Caiapó, na divisa entre os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e é dividido em três segmentos: alto, médio e baixo (Figura 2) e possui cerca de 2.100 quilômetros até o seu encontro com o Rio Tocantins (Aquino et al., 2009; Morais, 2006; Latrubesse e Stevaux, 2002).

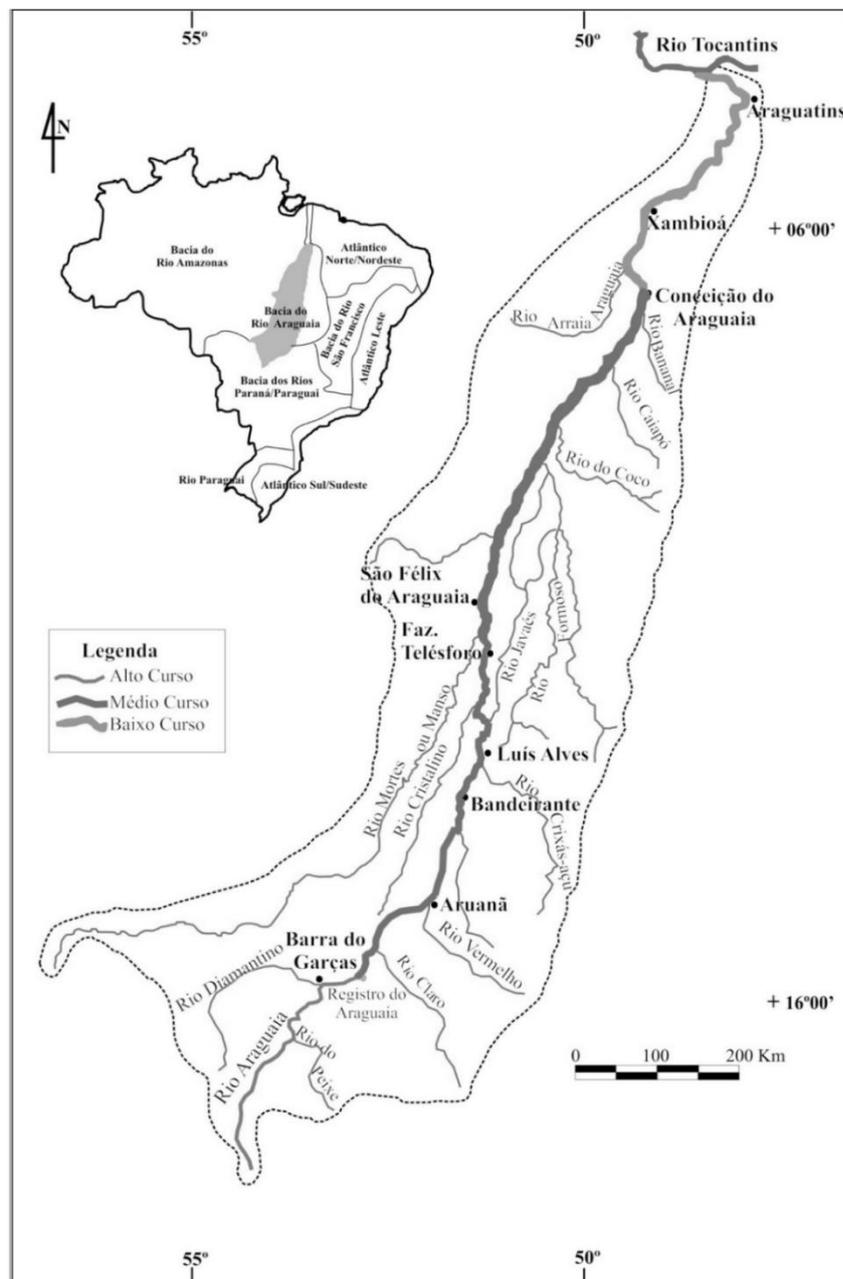
O alto rio Araguaia percorre desde sua nascente até a cidade de Registro do Araguaia-GO, tendo como principais afluentes os rios Garças e Diamantino. O trecho estende-se por 450 quilômetros em área majoritariamente composta pelo bioma Cerrado e drena cerca de 36.400 km<sup>2</sup>. O médio Araguaia, que localiza-se entre as cidades de Registro do Araguaia-GO e Conceição do Araguaia-PA, possui o maior trecho entre os segmentos, compreendendo 1.160 quilômetros de extensão e também contém a maior área de drenagem com mais de 320.000 km<sup>2</sup>. Nesse trecho, o rio Araguaia possui um comportamento incomum durante os períodos de cheias e de estiagem, devidos as suas características geomorfológicas que interferem na velocidade de drenagem do rio.

O trecho correspondente ao baixo Araguaia segue do município de Conceição do Araguaia até a confluência com o rio Tocantins. Possui aproximadamente 500 quilômetros de extensão e contém a maior parte da área drenada inserida no bioma da Floresta Amazônica (Latrubesse e Stevaux, 2002; Aquino et al., 2009).

### *2.1 Águas do Araguaia: distribuição, importância e utilização*

Com a ampliação da fronteira agrícola em diversas regiões do Brasil, a bacia do Rio Araguaia tem sido intensamente transformada, gerando consequências relacionadas à

degradação dos recursos hídricos, desmatamento e ocupação de áreas nativas para plantio de monoculturas. Essas mudanças no uso e ocupação do solo relacionadas à agropecuária somadas à urbanização e à erosão influenciam no escoamento superficial e na recarga e distribuição de sedimentos no sistema (Assis e Bayer, 2020; Castro et al., 2004; Brookes, 1996; Zhang et al., 2010).



**Figura 2:** Bacia do Rio Araguaia e seus três segmentos (LABOGEF/Aquino et al. 2009).

A utilização do rio para pesca e turismo também deve ser destacada. Devido ao comportamento peculiar da bacia no escoamento de água dentro do sistema, são formadas ilhas

e faixas de areia com diversos tamanhos, que por sua vez, são ocupadas por turistas e moradores. Nesse mesmo processo são formados lagos e pequenos rios nas proximidades do canal principal que aumentam o número de abrigos para várias espécies de peixes, sendo um atrativo para os praticantes da pesca (Braudes-Araújo et al., 2016; Angelo e Carvalho, 2007). Todavia, estas duas formas de uso do rio são sazonais e ocorrem no período de estiagem.

No que se refere à prática do turismo em áreas próximas ao rio, outra preocupação é a instalação de acampamentos durante a alta temporada (Ramos, 2011). Longe das áreas urbanas, a deposição de lixo em local inapropriado, o descarte incorreto de material orgânico e dejetos humanos prejudicam a saúde ambiental local.

O uso de embarcações para movimentação de turistas e pescadores, a deposição de diversos sedimentos no leito, a poluição proveniente das áreas urbanas conectadas diretamente ao canal e o despejo de dejetos e esgoto são uma grave ameaça a este ambiente. Isto porque, considerando a dinâmica natural do rio entre os períodos de seca e chuva, a perpetuação do mau uso da região sem o devido monitoramento, pode gerar graves problemas ao rio, às espécies que nele habitam e os seres humanos.

A ameaça ao ambiente e às espécies ocorre devido ao processo natural de inundação do rio após o período de estiagem, uma vez que há a troca de água e sedimentos e formam-se delicadas áreas de transição para espécies aquáticas locais com regiões a montante (Latrubesse e Lininger, 2016; Amoros e Bornette, 2002). Aos seres humanos é importante esclarecer quais são os riscos decorrentes da saturação do uso antrópico e seus riscos de contaminação por diversos organismos prejudiciais à saúde, em especial, os parasitos.

### **3. OS PARASITOS**

Durante toda a história evolutiva das espécies, a vida na natureza é regulada pela interdependência entre elas e também pela reciclagem permanente dos componentes orgânicos. Neste sentido, essa coabitação de diferentes seres promoveu interações ou associações que viabilizassem oportunidades evolutivas e garantias de sobrevivência. Esse processo é tão comum que pode-se afirmar que todas as espécies buscam ou buscaram alguma forma de associação para manterem se vivas, embora essas relações nunca se deram de forma pacífica e acarretaram na morte ora de uma, ora das duas espécies (Neves, 2016; Molinaro et. al., 2012).

Segundo Rezende (1999), o termo *parasito* foi introduzido na linguagem científica ainda no século XVIII descrevendo a interação de plantas que se apropriavam da seiva de outros

vegetais de maior porte para sobreviverem. Mais tarde o verbete também foi utilizado para caracterizar animais que se alimentam por intermédio dos hospedeiros e, depois, que esta relação produzia moléstias ao homem e aos animais. Neves (2016) classifica o hospedeiro como definitivo, quando este alberga o parasito na fase reprodutiva final ou fase adulta; e intermediário, usualmente um molusco ou artrópode com condições para que o parasito desenvolva as fases jovens e assexuadas.

Essas interações entre espécies diferentes estudadas há bastante tempo são classificadas como simbiose e se apresentam de diversas formas, tais como: *forésia*, onde uma das espécies busca abrigo ou transporte em outra; *mutualismo*, em que há benefício mútuo às duas espécies; *comensalismo*, onde uma das espécies obtém vantagens sem causar danos ao hospedeiro e o *parasitismo*, em que uma espécie causa danos à outra se beneficiando de seus nutrientes (Neves, 2016).

A distribuição, instalação e propagação de um parasito numa região depende de condições indispensáveis exigidas por cada espécie. Há uma inter-relação de fatores biogeográficos (relevo, clima, solo, água, flora e fauna) e coincidência de habitats entre hospedeiros e vetores; número suficiente de hospedeiros para circulação dos parasitos; número suficiente de parasitos para atingir hospedeiros e vetores, e outras condições ambientais propícias para a transmissão. A distribuição uniforme ocorre quando há mortalidade dos parasitos, mortalidade de hospedeiros induzida por um parasito ou processos dependentes de densidade e a agregada quando há heterogeneidade na susceptibilidade do hospedeiro à infecção, habilidades do hospedeiro para eliminar o parasito e reprodução do parasito dentro do hospedeiro (Neves, 2016; Von Zuben, 1997).

González-González (2013) e Arnold et al. (2013) concordam que as péssimas condições sanitárias, baixa higiene, aumento da poluição dos rios associadas à falta de gestão e planejamento acerca dessa problemática tem sido responsável pela morte de milhares de crianças todos os dias em todo o mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde, os parasitos estão espalhados em todo o mundo e geram graves problemas ao sistema de saúde público em países em desenvolvimento (Neves, 2016).

### 3.1 Parasitos e meio ambiente

A parasitologia ambiental lida com as interações entre parasitos e poluentes no meio ambiente. A presença desses organismos é um indicador de contaminantes, da saúde do ecossistema e de impacto antrópico. (Sures et al., 2017; Amaral et al., 2015). Nos últimos anos,

a pesquisa sobre as implicações ambientais dos parasitos tem tido grande relevância, levando ao estabelecimento da ‘Parasitologia Ambiental’ (Goater et al, 2013).

A parasitologia ambiental, no sentido de uma abordagem de base ecológica, evidencia os parasitos como indicadores de saúde ambiental. Eventualmente, também é usado em contextos de saúde pública, principalmente quando se trata de contaminação e ocorrência de estágios parasitários infecciosos no ambiente (Sures e Nachev, 2015).

No entanto, o presente trabalho enfoca na função que os parasitos podem ter como indicadores de qualidade ambiental (Snieszko, 1974; Vidal-Martínez et al, 2010), e busca verificar a qualidade das águas e areias do Médio Araguaia. A seguir, são apresentados os parasitos mais comuns no meio ambiente e suas relações com o homem e o próprio ambiente.

#### ✓ *Protozoários*

Os protozoários são seres eucariotas, unicelulares, sem colágeno e com paredes celulares quitinosas e organelas que desempenham múltiplas funções na nutrição, locomoção e reprodução. São encontrados nas matrizes ambientais aquática e terrestre, possuem mais de 60 mil espécies e se dividem em protozoários de vida livre e protozoários parasitos. Muitos deles vivem associados a outros protozoários, animais ou plantas. Um grande número deste tipo de organismo pode conter espécies parasíticas. Podem se locomover por: flagelos (filo Sarcostigophora); deslizamento (filo Apicomplexa) ou cílios (filo Ciliophora). Além desses, existe o filo Rhizopoda formado por organismos pseudópodes que não possuem estrutura locomotora (Molinaro et al., 2012; Pechenik, 2016).

#### ✓ *Helmintos*

Os helmintos são vermes parasitos com grande quantidade de espécies e possuem interação com o ser humano há milhares de anos. Entre os que mais se destacam estão: os nematoides, organismos arredondados, abrigados no intestino e transmitidos pelo solo; os filariais, causadores da filariose linfática e oncocercose; e os platelmintos, indivíduos aplanados que incluem os esquistossomos e tênias (Hotez et al. 2008). As espécies que mais infectam os humanos por via terrestre são: *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*, *Trichuris trichiura* e *Strongyloides stercoralis* sendo que, pelo menos 24% da população esteja contaminada por três destes geo-helmintos e mais de um quarto corra riscos de infecção (Jourdan et al., 2018; Neves, 2016).

As infecções por helmintos são mais propícias em regiões tropicais e subtropicais do globo, mais especificamente nos países em desenvolvimento da África Subsaariana, Ásia e Américas, especialmente entre as pessoas com renda menor que dois dólares por dia, podendo desenvolver mais de uma espécie do verme intestinal simultaneamente e se expor a situações de maior risco ambiental (Hotez et al., 2008).

✓ *Nematódeos*

O filo Nematoda, que entre os helmintos possui maior representação nos casos de infecção ao ser humano, pode ser encontrado nos mais diversos habitats, nos ambientes aquáticos, terrestres e em hospedeiros invertebrados, vertebrados e vegetais. Em comum, são vermes cilíndricos e alongados de vários tamanhos com simetria bilateral, não segmentados, pseudocelomados, possuem tubo digestório completo sem sistema circulatório ou vascular (Neves, 2016; Pechenik, 2016). Dividem-se em três principais classes: Enoplia, nematódeos predadores de vida livre sem espécie de parasito; Dorylaimia, com organismos de vida livre, parasitos de vegetais e animais; e Chromadoria, composta pelas famílias Ancylostomatidae, Ascarididae, Strongyloididae e outras (Pechenik, 2016).

✓ *Família Ancylostomatidae*

Fazem parte do grupo de helmintos contendo cápsula bucal com dentes reforçados com quitina e lâminas cortantes. Seus ovos possuem casca fina e transparente com tamanho de 60 por 40 micrômetros e, em seu interior, a larva atinge o estágio L<sub>2</sub> com tubo digestivo diferenciado do corpo (larva rabditoide). A maturação ocorre no ambiente com o desenvolvimento de esôfago cilíndrico sem bulbo, momento em que chega ao próximo nível de evolução L<sub>3</sub> (larva filarioide), fase contaminante. Desenvolvida, algumas espécies atingem seu hospedeiro por meio de penetração cutânea e outras por via oral. Dentro do organismo o parasito é levado ao coração e pulmões realizando o ciclo de Loss. Atingindo a fase adulta no intestino produz ovos 35 a 60 dias após a infecção e se alimenta de sangue no trato intestinal. Acredita-se que, quando a entrada se dá por via oral a larva vá direto ao intestino sem passar pelo ciclo de Loss. Podem viver de cinco a oito anos eliminando de 10 a 30 mil ovos por dia a depender da espécie (Ré et al., 2011; Molinaro et al., 2012; Rey, 2008; Pechenik, 2016).

Sua transmissão ocorre em solos contaminados e depende do tipo de solo e condições climáticas favorável ao desenvolvimento do helminto. Causam anemia intensa acarretando palidez com descoloramento das mucosas e conjuntivas. Crianças acima de seis anos,

adolescentes e adultos são os mais vulneráveis à contaminação por espécies da família Ancylostomatidae. Medidas simples de higiene tais como: destinação correta de dejetos, andar calçado e cuidados com a manipulação e armazenamento de alimentos são efetivas para redução dos riscos. Podem ser detectados com uso do teste de sedimentação espontânea (Molinaro et al., 2012; Neves et al., 2016).

A larva *migrans* cutânea, também conhecida como dermatite serpiginosa ou “bicho geográfico” refere-se ao deslocamento das larvas de terceiro estágio (L<sub>3</sub>) de algumas espécies da família Ancylostomatidae na cútis do ser humano sem invadir o sistema circulatório. Entre essas espécies estão: *Ancylostoma braziliense*, *A. caninum*, *A. tubaeforme* e *Uncinaria stenocephala* (Molinaro et al., 2012). Devido à infecção dermatológica causada pela larva, o homem é considerado hospedeiro acidental (Acha e Szyfres, 1986).

✓ *Ascaris sp.*

O *Ascaris sp.* é um verme que possui ciclo de vida interagindo com um único hospedeiro. São parasitos intestinais que eliminam ovos esféricos ou ovais de cor amarelada, casca espessa e membrana mamilonada que, por sua vez, se misturam às fezes do hospedeiros sendo evacuados ao ambiente externo. Fora do corpo humano, com temperatura entre 25 e 35°C, umidade acima de 70% e oxigênio, as larvas se desenvolvem do estágio L<sub>1</sub> até o L<sub>3</sub> dentro do ovo fértil expelido, momento em que atinge seu maior risco de contaminação e vulnerabilidade. Neste patamar, ao serem ingeridas, as larvas saem do ovo e atinge a circulação sanguínea e linfática afim de alcançar a árvore brônquica do hospedeiro. Esse processo migratório pode causar pneumonite e, em casos de hipersensibilidade, a síndrome de Loeffler. Por fim, o parasito retorna ao intestino, evolui à forma adulta e, em cerca de 60 dias, produz cerca de 200 mil ovos por dia por fêmea. Durante a infecção intestinal o paciente pode sentir desconforto abdominal, perda de peso e náuseas (Neves, 2016; Rey, 2008; Molinaro et al. 2012).

✓ *Toxocara sp.*

Integrante da família Ascaridae, suas espécies parasitam em cães (*Toxocara canis*) e gatos (*Toxocara cati*) tendo-os como hospedeiros definitivos. Possuem três lábios e ovos esféricos que variam de 75 a 90 µm. Após expelidos ao ambiente pelas fezes dos dois hospedeiros a larva atinge o estágio L<sub>3</sub>, ficando disponíveis no ambiente por até 28 dias. Dentro do animal, o parasito realiza o ciclo de Loss chegando a infectar o feto de cadelas. Com o ser humano, o processo se inicia ao serem ingeridos ovos por meio de contato com água, areia ou

alimento contaminados e, embora na maioria dos casos possa desenvolver-se de forma assintomática, as larvas também podem invadir a mucosa, atingir a circulação e afetar diversos órgãos originando a síndrome da larva *migrans* visceral ou ocular. Os sintomas vão desde febre, hepatite, pneumonia parasitária até nefrose, lesões cerebrais e do globo ocular. Seu diagnóstico pode ser feito com o uso da técnica de ELISA e de *Immunoblotting* (Santarém et al., 1998; Molinaro et al., 2012; Neves et al., 2016; Carvalho et al., 2011; Despommier, 2003).

✓ *Trichuris sp.*

Nematoide da família Trichuridae, a forma adulta da espécie *Trichuris sp.* apresenta formato de chicote e afeta mais de meio bilhão de pessoas em todo o mundo. Atinge majoritariamente crianças e adolescentes com até 15 anos (Neves et al., 2016). Embora a maioria dos infectados apresente quadro assintomático, o paciente pode manifestar dores abdominais, diarreia e, em alguns casos, prolapso retal e anemia (Stephenson et al. 2000).

A infecção se inicia através da ingestão de ovos embrionados que liberam suas larvas pelas extremidades e permanecem na mucosa duodenal para, posteriormente, seguirem para a região cecal. Ali as larvas atingem a maturidade e iniciam o processo de liberação de ovos em até três meses após se instalar no hospedeiro. Podem ser detectados através de técnicas de sedimentação e de flutuação (Molinaro et al. 2012).

Segundo Brooker et al. (2006) e Pullan et al. (2014), há maiores chances de a pessoa ser infectada habitando as periferias de grandes centros urbanos brasileiros que em áreas rurais e isoladas. Para Neves et al. (2016), além destes fatores, a temperatura e umidade média anual elevada, pouca variação climática durante o dia e solo levemente ácido associado a baixos índices de desenvolvimento humano (IDH) também potencializam os riscos de infecção.

✓ *Strongyloide sp.*

Com um ciclo biológico monoxênico, as fêmeas podem gerar ovos com três tipos de larvas: as rabditoides filarioides infectantes de ciclo direto; e, as rabditoides que originam fêmeas ou machos de vida livre de ciclo indireto. A diferença entre elas é que enquanto a primeira se torna infectante em até três dias, as outras duas formas passam por um ciclo de vida livre sem inicialmente depender do hospedeiro. Estes ciclos se completam com penetração da larva L<sub>3</sub> na pele ou mucosa, adentram as circulações venosa e linfática do hospedeiro em direção ao coração e pulmões. Nos capilares pulmonares evolui para L<sub>4</sub> e migra até a faringe, são

expectoradas ou deglutidas e uma vez no intestino se transformam em fêmeas partenogênicas, produzem novos ovos, maturam e são expelidas reiniciando o percurso (Neves et al., 2016).

Causam lesão no duodeno e jejuno e problemas pulmonares semelhantes à pneumonia atípica sendo mais perigosos em pacientes imunocomprometidos. Podem ser detectadas por métodos que dispensam uso de conservantes (Molinari et al., 2012).

✓ *Giardia* sp.

O gênero *Giardia* é um protozoário flagelado que pode ser encontrado no intestino delgado de mamíferos, répteis, aves e anfíbios. É responsável pela infecção em hospedeiros denominada giardíase podendo causar sintomas graves como: diarreia infecciosa aguda ou crônica, desidratação, desconforto abdominal e perda de peso e acomete, geralmente, crianças. Possui duas formas evolutivas: o trofozoíto, forma vegetativa que habita o hospedeiro; e o cisto, resistente ao ambiente externo pode ser transmitido à hospedeiros susceptíveis na água ou por meio de alimentos (Neves, 2016; Thompson, 2000; Buret, 2007).

O cisto de *Giardia* possui formato oval ou elipsoidal, apresenta paredes glicoproteicas resistentes à temperatura, umidade e alguns produtos químicos. Contém dois ou quatro núcleos com número variado de axonemas de flagelos. São infecciosos em seres humanos e animais e sua transmissão se dá por via fecal-oral em regiões com péssimas condições sanitárias e de tratamento da água sendo associada: à veiculação hídrica; de pessoa para pessoa, por meio de mãos contaminadas; por contaminação ambiental e/ou zoonótica (Neves, 2016).

Seu ciclo se inicia com a infecção por ingestão de cistos – entre 10 e 100 – que, ao chegar ao estômago passa pelo processo de desencistamento que se conclui no jejuno. Em seguida, o organismo divide-se originando quatro trofozoítos binucleados que se multiplicam por divisão binária longitudinal colonizando o intestino aderidos à mucosa. O ciclo se fecha com o encistamento do parasito e eliminação para o meio exterior. Pode ser detectado através de exame parasitológico clínico (Neves, 2016).

✓ *Cryptosporidium* sp.

*Cryptosporidium* é um protozoário que alberga em diversas espécies de aves, répteis, peixes, anfíbios e mamíferos. Seus oocistos possuem parede dupla e lisa contendo quatro esporozoítos e um corpo residual que infectam o hospedeiro através da ingestão de água ou alimentos contaminados. No organismo humano o ciclo biológico acarreta a origem de novos

oocistos esporulados que podem infectar ao serem eliminados, o que gera quadros de autoinfecção (Pereira et al. 2009; Neves, 2016).

Ele é o agente causador da criptosporidiose, doença com diversos sintomas que vão desde a diarreia, febre baixa, gastroenterite até quadros de hepatite, pancreatite e problemas respiratórios. Os oocistos de *Cryptosporidium* são muito resistentes às condições adversas do ambiente e a vários processos tradicionais de tratamento de água. A moléstia acomete pacientes imunocomprometidos e a severidade também varia de acordo com o indivíduo infectado podendo haver hospedeiro assintomático (Silva e Scalize, 2020; Pereira et al., 2009).

Os métodos para detecção deste organismo na água vão desde a concentração de oocistos por meio da concentração, purificação e imunofluorescência direta até métodos indiretos com utilização da PCR e outros de avaliação *in vivo* e *in vitro* (Pereira et al. 2009).

✓ *Entamoeba sp. e Endolimax sp.*

As amebas do gênero *Entamoeba sp.* possuem características distintas quanto à ameaça à saúde humana. Isto porque a *Entamoeba histolytica* pode ser patogênica sendo agente causadora da amebíase, doença que ceifa a vida de cerca de 100 mil pessoas a cada ano. Contendo o mesmo risco, a *E. dispar* é igualmente preocupante. Os sintomas mais comuns desta moléstia são a diarreia e a colite. Outras espécies deste gênero que possuem alguma interação com o homem são: a *E. moshkovskii*, ameba de vida livre que ocasionalmente afeta a saúde menos perigosa que as duas anteriores e muito similar a elas; a *E. gingivalis*, presente na boca e a *E. coli*, presente no intestino (Neves 2016).

Essas amebas possuem núcleos circulares e arredondados com grânulos distribuídos na parte interna com oito, quatro ou apenas um núcleo. Além das espécies mencionadas anteriormente (com exceção da *E. moshkovskii* e *E. gingivalis*), a *E. hartmanni*, a *Endolimax nana*, a *Iodamoeba butschlii* e a *Diantamoeba fragilis* podem ser encontradas no intestino humano de modo que a *E. histolytica* e *E. dispar* causam maiores situações de risco. A transmissão ocorre através da ingestão de água ou alimento contaminados e a dispersão destes indivíduos pelo ambiente é potencializada pelo fato de muitos hospedeiros não desenvolverem sintomas eliminando cistos por longos períodos (Schuster et al. 2004; Neves, 2016). A espécie *E. coli* também foi detectada em outros animais além dos seres humanos, o que corrobora para a intensificação de sua distribuição geográfica (Zanetti et al., 2021). O *Endolimax nana* é uma espécie de ameba considerado comensal que podem ser encontrados no intestino humano não lhe causando riscos diretos à saúde. (Molinaro et al., 2012).

✓ *Naegleria* sp., *Acanthamoeba* sp e *Balantidium* sp.

Consideradas amebas de vida livre raras no que se refere à infecção humana, os gêneros *Naegleria* e *Acanthamoeba* possuem altas taxas de mortalidade quando adentram o organismo do hospedeiro. Enquanto o primeiro pode causar meningoencefalite amebiana primária, que pode levar o paciente a óbito de três a sete dias o segundo pode levar o ser humano a um quadro de meningoencefalite amebiana granulomatosa e ceratite. Entre outras características, o *Naegleria* sp. é termofílico sendo capaz de reproduzir-se em até 45°C e podem ser encontrados em águas termais. O *Acanthamoeba* sp. pode ser achado em diversos ambientes resistente à alta temperatura, dessecação, desinfecção e podem ter maior presença em ambientes ricos em bactérias. Podem causar infecções como: ceratite por *Acanthamoeba* – mais comum nos casos de contaminação –, acanthamoebíase cutânea e encefalite por *Acanthamoeba* granulomatosa – podendo ser fatal na maioria das vezes – dependendo da imunodeficiência do hospedeiro (Neves, 2016; Karaś et al., 2015; Schuster et al., 2006; Henriquez et al., 2021).

O *Balantidium* sp. é um protozoário ciliado patogênicos em seres humanos frequente em áreas subtropicais e tropicais. Embora seja mais comum em porcos sendo uma possível fonte de infecção pouco frequente em humanos, outros mamíferos são acometidos pelo parasito. Seu ciclo se inicia através do consumo de alimento ou água contaminados com cistos. No organismo do hospedeiro eles evoluem para trofozoítos e se reproduzem assexuada ou sexualmente sendo recolocados no ambiente através das fezes. Causam balantidiose podendo gerar sintomas como: diarreias mucossanguinolentas, cólica, febre, hemorragia e perfuração intestinal (Kreier e Baker, 1978; Bruno et al., 2021; Molinaro et al., 2012; Neves, 2016).

✓ *Coliformes totais e Escherichia coli*

Os coliformes totais e a bactéria *Escherichia coli* são utilizados como indicadores de qualidade de água em várias partes do mundo sendo um importante mecanismo para vigilância deste recurso (Invik et al., 2017). São encontradas naturalmente no trato intestinal humano e, por isso, abundantes em esgotos, efluentes e solos. Sua presença indica possibilidade de existência de organismos patogênicos ao ser humano (Pinto e Oliveira, 2011). Embora considerada inofensiva para a maioria dos seres humanos Fernández-López (2019) desenvolveu um estudo *in vitro* que evidenciaram alguns riscos entre a interação deste organismo junto à *E. hystolytica* podendo: aumentar a inflamação por amebíase e os níveis de virulência do parasito. O trabalho também foi realizado com camundongos confirmando o resultado anterior.

## CAPÍTULO 01

### CARACTERIZAÇÃO PARASITOLÓGICA DAS AREIAS DO MÉDIO ARAGUAIA

---

#### RESUMO

As praias são classificadas como áreas públicas de lazer tanto em regiões costeiras quanto em alguns rios, como o rio Araguaia, que recebe milhares de turistas anualmente durante o período de seca, compreendido entre maio e outubro. Embora os visitantes sejam atraídos para realizar alguma atividade diretamente ligada à água, é com a areia que as pessoas têm maior contato durante sua visita e estadia. Dessa forma, se a areia estiver contaminada, pode causar doenças e comprometer a qualidade de vida dos visitantes e da população local. Por isso, esse estudo teve como objetivo analisar as areias das praias do Médio Araguaia e verificar se nelas há parasitos, seus tipos e abundância. Para tanto foram selecionadas 33 praias distribuídas entre as cidades de Aruanã-GO, Cocalinho-MT e São José dos Bandeirantes-GO. Foram coletadas 18 amostras de areia em cada uma delas e para análise destas amostras empregou-se os métodos de sedimentação espontânea e técnica de Willis. Os resultados evidenciaram cistos de *Entamoeba* sp. (1.373), larvas do filo Nematoda (137), larvas *Strongyloide* sp. (109), larvas da família Ancylostomatidae (37), ovos de *Toxocara* sp. (5), ovos de *Ascaris* sp. (4), cistos de *Balantidium* sp. (3), ovos de *Giardia* sp. (2) e cistos de *Acanthamoeba* sp. (2). Concluiu-se que o município de Aruanã apresentou menor qualidade higiênica das areias, seguido de São José dos Bandeirantes e Cocalinho. A pesquisa também reforça que a contaminação das praias ao longo do rio é evidenciada pela falta de saneamento básico na área.

**Palavras-chave:** Parasito; Saúde Pública; Rio Araguaia; Ação Antrópica.

#### ABSTRACT

The beaches are classified as public leisure areas both in coastal regions and in some rivers, such as the Araguaia river, which receives thousands of tourists annually during the dry period, between may and october. Although visitors are attracted to perform some activity directly related to water, it is with the sand that people have the greatest contact during their visit and stay. Thus, if the sand is contaminated, it can cause illness and compromise the quality of life of visitors and the local population. Therefore, this study aimed to analyze the sands of the beaches of the Middle Araguaia and verify if there are parasites, their types and abundance. For this, 33 beaches were selected, distributed among the cities of Aruanã-GO, Cocalinho-MT and São José dos Bandeirantes-GO. Eighteen samples of sand were collected in each one of them and for the analysis of these samples the methods of spontaneous sedimentation and the Willis technique were used. The results showed cysts of *Entamoeba* sp. (1373), larvae of the phylum Nematoda (137), *Strongyloide* sp. (109), larvae of the Ancylostomatidae family (37), eggs of *Toxocara* sp. (5), eggs of *Ascaris* sp. (4), *Balantidium* sp. (3), eggs of *Giardia* sp. (2) and *Acanthamoeba* sp. (two). It was concluded that the municipality of Aruanã presented the lowest hygienic quality of the sands, followed by São José dos Bandeirantes and Cocalinho. The research also reinforces that the contamination of beaches along the river is evidenced by the lack of basic sanitation in the area.

**Keywords:** Parasite; Public health; Araguaia River; Anthropogenic Action.

## INTRODUÇÃO

As praias do Médio Araguaia são classificadas como áreas de lazer e são visitadas anualmente por milhares de turistas. Estão localizadas próximas às áreas urbanas, o que favorece a pressão antrópica sobre o curso d'água. A movimentação de humanos nas praias geralmente resulta em deposição de material biológico (Nascimento e Inácio, 2014).

Entre as principais ameaças às águas do rio e as praias podemos citar: descarga de esgoto, escoamento superficial, trânsito de animais domésticos, escoamento de água proveniente do banho e limpeza de louças nos acampamentos, etc (Ramos, 2011). Mesmo assim, há uma preocupação sanitária relacionada à exposição dos moradores aos parasitos existentes neste ambiente e se poderiam afetar o ambiente trazendo-os para a região.

Segundo Ramos (2011), os acampamentos utilizados pelos turistas são caracterizados em: acampamentos rústicos, quando há poucas instalações aos usuários de modo que as louças e vasilhames sejam lavados no próprio rio com um único sanitário instalado para todos os integrantes com latrina; acampamento de conforto médio, com um rancho principal de convivência coletiva, sistema de captação de água para banho, separação primária de resíduos sólidos e fossa para destinação de efluente; e acampamento com superestrutura, que conta com várias alas coletivas de lazer, equipamentos do acampamento médio e maior oferta de atividades e integração aos turistas.

O descarte incorreto do lixo e as práticas de saneamento básico através da improvisação de latrinas e fossas podem contribuir para o surgimento ou alojamento de diversos organismos patogênicos (Boukai, 2005). Sendo assim, os acampamentos temporários, as residências e as instalações fixas existentes na área da bacia devem possuir boas condições fitossanitárias para não interferir negativamente na qualidade de vida dos visitantes e da população local.

Ao visitar a praia, as pessoas permanecem a maior parte do tempo em contato direto com a areia, um ambiente que oferece riscos à saúde humana por conter diversas espécies alojadas. Apesar de possuir uma aparência inóspita, essa matriz reúne alguns fatores físicos e biológicos suscetíveis ao desenvolvimento de vários micróbios (Whitman et al. 2014).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução 274/2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações e a divulgação dos resultados das condições ambientais nas áreas de lazer (Brasil, 2001). Porém, não há norma jurídica sobre este tipo de avaliação no âmbito dos estados de

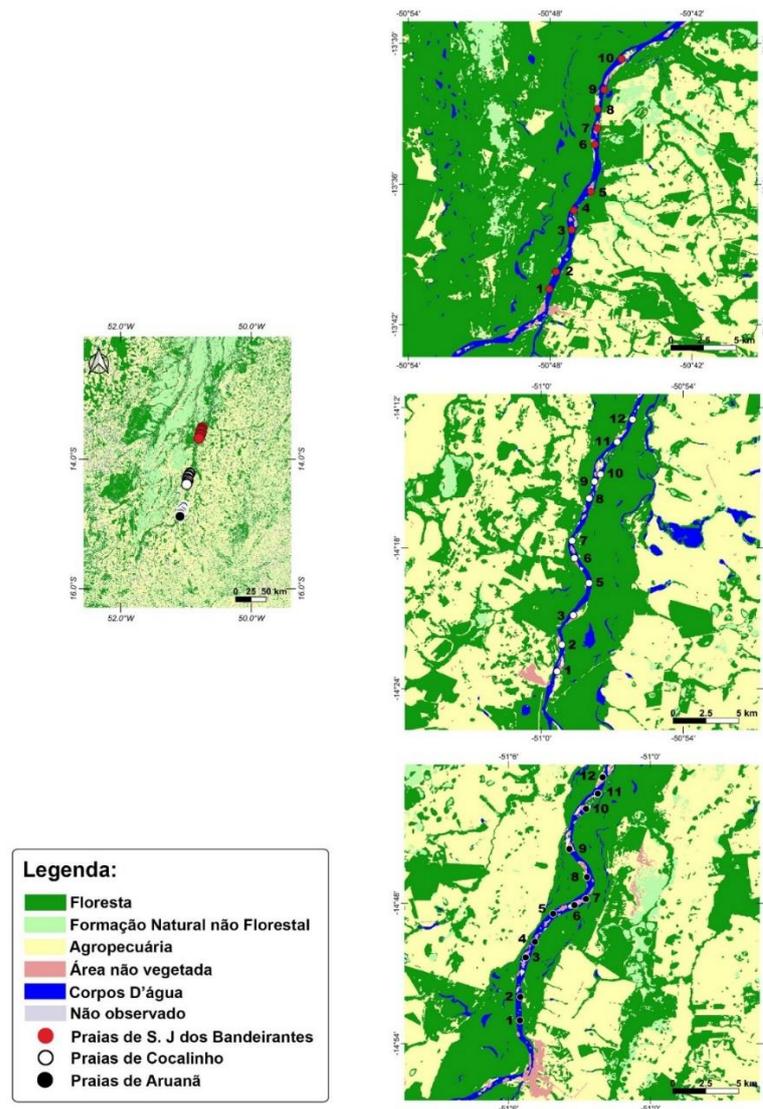
Goiás e Mato Grosso e tampouco no dos três municípios. Em seu artigo nono, a resolução também prevê a divulgação das condições de balneabilidade, não observada na área.

Nesse sentido, esse capítulo tem por objetivo realizar a caracterização parasitológica das areias do Médio Araguaia por meio da detecção e análise dos parasitos presentes nas praias da região. Averiguar a possível influência do leito do rio, de animais transeuntes e rebanhos e dos sedimentos e materiais carreados às praias na deposição dos organismos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Distribuição Espacial e Período de Coleta

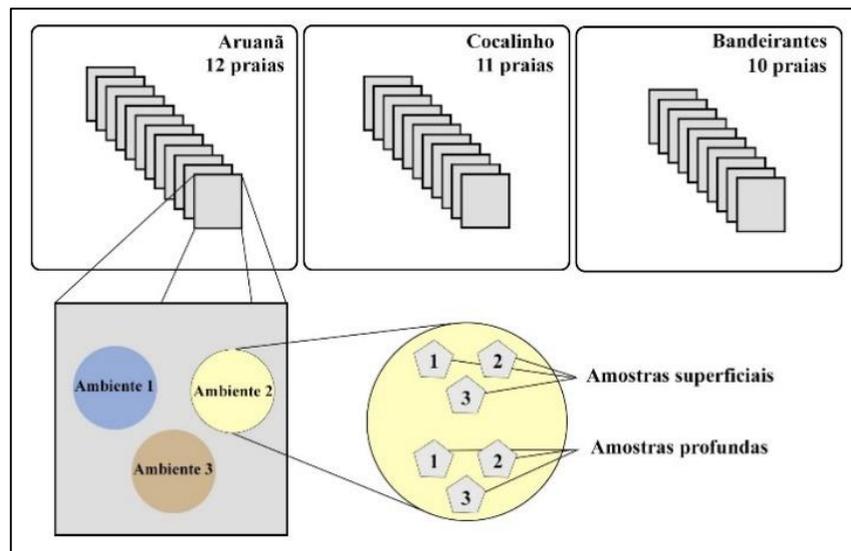
- O estudo foi realizado em 33 praias distribuídas nos municípios de Aruanã, Cocalinho e no distrito de São José dos Bandeirantes localizados no Médio Rio Araguaia (Figura 3).



**Figura 3:** Mapeamento dos pontos de coleta. Fonte: Projeto MapBiomias, 2019

- Em cada uma delas foram coletadas 18 amostras de três ambientes padronizados totalizando 594 e aproximadamente 29,7 kg de material analisado em laboratório (Figura 4).

- As coletas foram realizadas entre os dias 2 e 4 de outubro de 2020, no final do período de estiagem e da alta temporada para o turismo local. Os dados referentes ao horário e data e latitude e longitude dos pontos foram anotados no momento de cada coleta.



**Figura 4:** Desenho esquemático das praias, ambientes e amostras superficiais e profundas.

## 2.2 Locais de Coleta e Amostragem

### *Praias:*

A praia correspondeu à área territorial de cada praia/ilha ou banco de areia do Médio Araguaia analisado por este estudo. Em cada um dos três municípios foram selecionadas de 10 a 12 praias padronizadas da seguinte forma:

- a) Todas distribuídas à jusante das concentrações urbanas;
- b) Posicionadas a cada dois quilômetros de distância entre si, a partir da cidade;
- c) Com extensão territorial superior a 100 m<sup>2</sup>.

Essa padronização foi definida devido às características de formação geomorfológica do rio Araguaia. As praias foram previamente selecionadas em mapa e confirmadas, excluídas ou adaptadas durante a visita. Três ambientes foram sistematizados para definição das amostras.

### *Ambientes:*

A padronização dos ambientes das praias foi realizada com o intuito de melhor representá-las. Assim, eles foram definidos da seguinte forma:

Ambiente 1 – às margens do rio: localizado na cabeceira das praias, com distância entre 2 e 8 metros da margem do rio evitando-se locais com areia encharcada na porção superficial. Foi escolhido para averiguar a possível influência do leito do rio na deposição de parasitos.

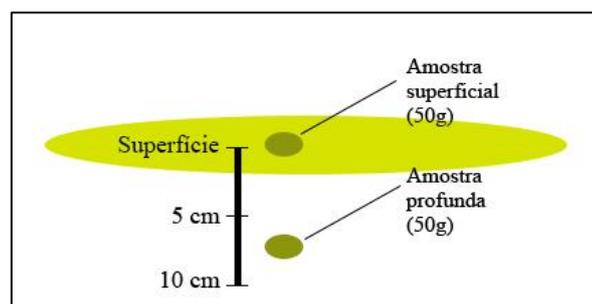
Ambiente 2 – seco: localizado na porção central das praias evitando-se areia molhada. Selecionado por representar o cenário mais inóspito aos parasitos e possíveis contaminações promovidas por outros animais transeuntes.

Ambiente 3 – misturado com outros tipos de solo: localizado em qualquer parte da praia com maior presença de outro tipo de solo. Designado para investigar uma possível relação entre o processo erosivo da bacia, sedimentos e materiais carreados para o leito do rio com a presença de parasitos.

Todos os ambientes ficaram a uma distância mínima de 10 metros dentro da praia. Ambientes com presença de fezes, vegetação ou alagados foram desconsiderados, no intuito de minimizar possíveis interferências nos resultados da pesquisa.

#### *Amostragem:*

Em cada um dos ambientes da praia foram colhidas seis amostras, sendo três na superfície e outras três em profundidade entre 5 e 10 cm. Cada uma delas com aproximadamente 50g (Figura 5). As amostras foram empacotadas em sacos plásticos zipados, lacrados com fita adesiva e identificados. Durante o deslocamento entre as áreas de coleta foram armazenadas em caixa de isopor. Posteriormente, em alojamento, foram preservadas sob refrigeração com o uso de gelo.



**Figura 5:** Desenho esquemático de cada amostra colhida no ambiente.

### *2.3 Análise das Amostras*

#### *Preservação e transporte de material:*

O material coletado foi preservado sob temperatura de refrigeração (até 8°C) em caixas de isopor com troca de gelo entre 8 e 12 horas. O procedimento foi assegurado durante todo o

trajeto da viagem até chegar ao laboratório da Faculdade Anhanguera, onde as amostras foram acondicionadas em geladeira com temperatura controlada até o momento do processamento.

*Divisão das amostras para aplicação dos métodos:*

Antes de se proceder a detecção dos parasitos, cada uma das amostras foi dividida em duas porções. A primeira, de 40g, foi destinada para o método de sedimentação espontânea adaptado e a segunda, de 10g, serviu para a aplicação da técnica de Willis adaptado. Para apresentação dos resultados, somou-se o quantitativo de parasitos detectados nos dois métodos realizados.

*Método de sedimentação espontânea adaptado:*

O método de sedimentação espontânea adaptado (Hoffman et al., 1934; Nunes et al., 1993) é uma técnica utilizada para a identificação de helmintos e cistos de protozoário. Este método foi escolhido por atingir índices de confiabilidade mais altos que outras técnicas comumente utilizadas para detecção parasitológica (Andreis et al., 2008; Neves, 2016; Molinaro et al., 2012).

Para a aplicação do método, cada porção de 40g da amostra foi despejada em uma peneira com gaze cirúrgica dobrada em quatro partes sobre um cálice cônico com capacidade de 200 ml. Em seguida, foi despejada água destilada sobre a areia com o material sendo revolvido até que o recipiente fosse preenchido.

Após um repouso de 24 horas o sobrenadante foi descartado e o líquido presente no fundo do cálice cônico (15 ml) foi colocado em tubo para centrífuga tipo Falcon e armazenado em geladeira. Posteriormente, o conteúdo presente no fundo do tubo Falcon foi pipetado em lâmina, misturado com solução de lugol Cromoline e analisado com uso de microscópio biológico binocular Lumen com uso de lente objetiva 10 e 40x.

Os parasitos detectados durante a observação foram anotados e fotografados para posterior confirmação da identificação com auxílio de profissional e consulta na internet classificando-os de filo a gênero.

*Método de Willis adaptado*

Recomendado para detecção de ovos de helmintos por meio de flutuação e densidade, o método de Willis adaptado (Willis, 1921) é rápido e tem baixo custo (Mesquita et al., 2017). Ele também pode ser utilizado para identificação de alguns cistos de protozoário.

Cada porção de 10g de areia foi colocada em copo de vidro de 50ml, em seguida, foi acrescentada solução saturada de NaCl até que atingisse a borda. Com o auxílio de uma espátula a areia e a solução foram misturadas e uma lâmina foi colocada sobre a borda do copo de modo a tocar a superfície do líquido.

Depois de cinco minutos de repouso a lâmina foi retirada e nela foi pipetada uma gota de lugol Cromoline; em seguida, foi observada com uso do microscópio biológico binocular Lumen com uso de lente objetiva 10 e 40x. Os parasitos encontrados foram fotografados e identificados, sendo classificados de filo a gênero.

Neste método, cada porção de 10g de areia resultou em duas lâminas, já no método de sedimentação espontânea adaptado, cada porção de 40g de areia resultou em cinco lâminas. Desta forma foram visualizadas sete lâminas por amostra, totalizando a análise de 4.158 lâminas.

#### 2.4 Análise estatística

Foi feita análise estatística não-paramétrica descritiva para organização e apresentação dos resultados da pesquisa. Para a confecção dos gráficos foi utilizado o pacote “ggplot2” do software “R” (Wickham, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### *Aruanã-GO*

Nas doze praias pertencentes ao município de Aruanã foram detectados os seguintes parasitos: cistos de *Entamoeba* sp., larvas do filo Nematoda, larvas de *Strongyloide* sp., larvas da família Ancylostomatidae e ovos de *Toxocara* sp. (Tabela 2). A praia sete apresentou o maior número de organismos (217) e a praia quatro o menor (24). Houve ocorrência de parasitos em todas as praias.

Um maior número de organismos na praia sete pode estar relacionado ao fato de terem sido detectadas, entre os parasitos do ambiente próximo ao rio, larvas rabditoides da classe Nematoda e, de mesmo estágio, da família Ancylostomatidae. A praia seis registrou a mesma situação com a presença de uma larva rabditoide da família Ancylostomatidae no ambiente 1. Dentre as praias analisadas nesse município, a praia seis foi a segunda mais contaminada por helmintos (35). Considerando o ciclo de vida descrito por Neves (2016), esses estágios larvais encontrados nas praias seis e sete indicam, mesmo com a ausência visível de fezes, que as larvas

foram excretadas por ser humano, diretamente no local ou levadas através do rio, pouco tempo antes da coleta.

O número de indivíduos ou espécies de parasitos não se reduziu nos pontos de coleta mais distantes da cidade, indicando não haver uma influência direta da concentração urbana na distribuição geográfica dos organismos observados.

O parasito mais presente nas praias de Aruanã foi o *Entamoeba* sp. com 772 indivíduos (80,7%). O menos presente foi o gênero *Toxocara* sp. com 2 (0,2%). Nematoda, com 86 (9%), *Strongyloide* sp. com 67 (7%) e Ancylostomatidae com 30 (3.1%, completam a lista de organismos detectados (Figura 6).

Em relação à distribuição de parasitos, os cistos de *Entamoeba* sp. e as larvas de Nematoda foram observados em todas as praias. Larvas de *Strongyloide* sp. foram positivas em sete, larvas de Ancylostomatidae em cinco, ovos de *Toxocara* sp. em duas e cistos de *Balantidium* sp. em uma.

Sobre a diversidade de parasitos detectados em uma mesma praia, a praia seis apresentou o maior número (5). Nas praias um, três e sete foram observados 4, nas praias dois, cinco, oito, nove, onze e doze, 3; e, nas praias quatro e dez, 2.

A média de parasitos observados por praia foi: *Entamoeba* sp., com 64,3; Nematoda, com 7,16; *Strongyloide* sp, com 5,58; Ancylostomatidae, com 2,5 e *Toxocara* sp., com 0.17. Considerando ter sido analisado 10,8 quilos de areia no município de Aruanã, a quantidade média de organismos por quilo foi de 70.8 *Entamoeba* sp, 7.8 Nematoda, 6.1 *Strongyloide* sp, 2.7 Ancylostomatidae e 0.1 *Toxocara* sp.

**Tabela 2:** Quantitativo de parasitos detectados em Aruanã por praia e ambiente

Parasitos	Praia 1			Praia 2			Praia 3		
	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3
<i>Entamoeba</i> sp.	12	0	14	19	36	5	15	45	27
Nematoda	1	0	10	0	0	3	13	0	1
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	1	0	0	0	2	0	0
Ancylostomatidae	0	0	5	0	0	0	5	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	13	0	30	19	36	9	35	45	28
<b>Total Geral</b>	<b>43</b>			<b>64</b>			<b>108</b>		

<b>Parasitos</b>	<b>Praia 4</b>			<b>Praia 5</b>			<b>Praia 6</b>		
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	8	0	11	0	38	8	0	33	11
Nematoda	2	0	3	2	0	2	1	0	7
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	9	0	12
Ancylostomatidae	0	0	0	1	0	0	0	0	6
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>14</i>	<i>3</i>	<i>38</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>33</i>	<i>37</i>
<b>Total Geral</b>	<b>24</b>			<b>51</b>			<b>80</b>		

<b>Parasitos</b>	<b>Praia 7</b>			<b>Praia 8</b>			<b>Praia 9</b>		
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	115	4	19	0	79	0	14	8	23
Nematoda	19	0	11	0	0	3	0	0	1
<i>Strongyloide</i> sp.	4	0	32	0	0	2	2	0	0
Ancylostomatidae	10	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	<i>148</i>	<i>4</i>	<i>65</i>	<i>0</i>	<i>79</i>	<i>5</i>	<i>16</i>	<i>8</i>	<i>24</i>
<b>Total Geral</b>	<b>217</b>			<b>84</b>			<b>48</b>		

<b>Parasitos</b>	<b>Praia 10</b>			<b>Praia 11</b>			<b>Praia 12</b>		
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	10	21	32	74	15	0	19	8	49
Nematoda	0	0	2	0	1	0	0	0	4
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total Ambiente	<i>10</i>	<i>21</i>	<i>34</i>	<i>74</i>	<i>17</i>	<i>0</i>	<i>19</i>	<i>8</i>	<i>56</i>
<b>Total Geral</b>	<b>65</b>			<b>91</b>			<b>83</b>		

### Cocalinho-MT

No município de Cocalinho foram detectados cistos de *Entamoeba* sp. e *Balantidium* sp., larvas do filo Nematoda, da família Ancylostomatidae e de *Strongyloide* sp, e ovos de *Toxocara* sp e *Giardia* sp (Tabela 3). A praia cinco apresentou o maior número de parasitos, sendo 85 unidades de *Entamoeba* sp. e 11 unidades de larvas de helmintos. As praias nove e doze foram negativas. A praia quatro não integrou o estudo por não haver uma área padronizada no raio entre seis e oito quilômetros.

O parasito mais presente em Cocalinho foi o *Entamoeba* sp. com 251 (87,1%). O organismo detectado em menor quantidade foi o *Giardia* sp. com apenas 1 (0,3%). Completam a lista, larvas de Nematoda, com 12 indivíduos (4,17%), *Strongyloide* sp. 11 (3,82%), Ancylostomatidae 6 (2,08%), ovos de *Toxocara* sp 4 (1,39%) e os cistos de *Balantidium* sp. 3 (1,04%) (Figura 7).

Em relação à distribuição de parasitos, os cistos de *Entamoeba* sp. estavam presentes em 9 praias, seguido das larvas de Nematoda em 5 e das larvas de *Strongyloide* sp. em 3. As larvas de Ancylostomatidae foram observadas em duas praias e os ovos de *Toxocara* sp., ovos de *Giardia* sp e os cistos de *Balantidium* sp foram observados em uma praia cada um.

Em relação a abundância de espécies, as praias dois, seis, oito e onze foram positivas para 2 tipos. A praia três apresentou 5 parasitos, na praia dez observou-se 4 e na praia cinco detectou-se 3. As praias um e sete tiveram apenas um.

A média de parasitos por praia de Cocalinho foi: 22,8 *Entamoeba* sp., 1,09 Nematoda, 1 *Strongyloide*, 0,54 Ancylostomatidae, 0,36 *Toxocara* sp., 0,27 *Balantidium* e 0,09 *Giardia* sp. Levando-se em consideração a média de organismos por quilo de areia em Cocalinho, teríamos em cada quilo 25,3 *Entamoeba* sp., 1,2 Nematoda, 1,1 *Strongyloide* sp., 0,6 Ancylostomatidae, 0,4 *Toxocara* sp., 0,3 *Balantidium* sp e 0,1 *Giardia* sp.

**Tabela 3:** Quantitativo de parasitos detectados em Cocalinho por praia e ambiente

Parasitos	Praia 1			Praia 2			Praia 3		
	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3
<i>Entamoeba</i> sp.	10	21	2	9	4	8	10	11	5
Nematoda	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	3	0	0

<i>Giardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	<u>10</u>	<u>21</u>	<u>2</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>9</u>	<u>13</u>	<u>11</u>	<u>12</u>
<b>Total Geral</b>	<b>33</b>			<b>22</b>			<b>36</b>		

Parasitos	Praia 5			Praia 6		
	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3
<i>Entamoeba</i> sp.	0	2	83	0	2	0
Nematoda	6	0	0	1	0	2
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	5	0	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	<u>6</u>	<u>2</u>	<u>88</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
<b>Total Geral</b>	<b>96</b>			<b>5</b>		

Parasitos	Praia 7			Praia 8			Praia 9		
	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3
<i>Entamoeba</i> sp.	0	0	17	0	7	11	0	0	0
Nematoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>17</u>	<u>3</u>	<u>9</u>	<u>11</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<b>Total Geral</b>	<b>17</b>			<b>23</b>			<b>0</b>		

Parasitos	Praia 10			Praia 11			Praia 12		
	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3	Amb 1	Amb 2	Amb 3
<i>Entamoeba</i> sp.	0	0	47	0	0	2	0	0	0
Nematoda	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancylostomatidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Balantidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>49</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<b>Total Geral</b>	<b>51</b>			<b>3</b>			<b>0</b>		

### *São José dos Bandeirantes-GO*

Em São José dos Bandeirantes foi observada a maior diversidade de parasitos com ocorrência de cistos de *Entamoeba* sp. e *Acanthamoeba* sp., larvas do filo Nematoda, da família Ancylostomatidae e do gênero *Strongyloide* sp. e ovos de *Ascaris* sp., *Toxocara* sp. e cisto de *Giardia* sp. (Tabela 4). Enquanto as praias um e dez apresentaram o maior número de organismos, 87 e 86, respectivamente, a praia cinco apresentou a menor quantia (14). O maior número de helmintos foi encontrado na praia sete, com 44. As praias onze e doze não integraram esse estudo pela dificuldade de deslocamento do barco, uma vez que o rio estava extremamente raso após os 20 quilômetros.

O parasito mais numeroso em São José dos Bandeirantes foi *Entamoeba* sp., 351 indivíduos. Larva de Ancylostomatidae, cisto de *Giardia* sp. e ovo de *Toxocara* sp. apareceram apenas uma vez em todas as praias do Distrito. Completam o quantitativo de São José dos Bandeirantes, 39 larvas de Nematoda, 31 larvas Ancylostomatidae, 4 ovos de *Ascaris* sp. e 2 cistos de *Acanthamoeba* sp. (Tabela 8).

Em relação à presença de parasitos nos pontos de coleta, o *Entamoeba* sp. foi detectado em todas as praias de São José dos Bandeirantes. Larvas de Nematoda e de *Strongyloide* sp. estavam presentes em 6 praias. Ovos de *Ascaris* sp e demais organismos foram detectados uma única vez, em praias distintas.

No que se refere à riqueza de espécies de parasitos por praia, a maior parte delas reuniu três tipos (sendo a 5, 7, 9 e 10). As praias 1 e 6 apresentaram quatro e as demais apenas um (praias 3, 4 e 8). A praia com a maior quantidade de espécies diferentes foi a número 2, com 6 tipos.

Em relação à média de parasitas por praia em São José dos Bandeirantes encontramos o seguinte resultado por praia: 35,1 *Entamoeba* sp.; 3,9 Nematoda; 3,1 *Strongyloide* sp.; 0,4 *Ascaris* sp; 0,2 *Acanthamoeba* sp. e 0,1 Ancylostomatidae, *Giardia* sp. e *Toxocara* sp. Quando calculada a média de parasitos por quilo de areia, obteve-se o seguinte quantitativo: 39 *Entamoeba* sp.; 4,3 Nematoda; 3,4 *Strongyloide* sp.; 0,4 *Ascaris* sp.; 0,2 *Acanthamoeba* sp. e 0,1 Ancylostomatidae, *Giardia* sp. e *Toxocara* sp. Números mais altos que os de Cocalinho e abaixo da média apresentada em Aruanã.

**Tabela 4:** Quantitativo de parasitos detectados em São José dos Bandeirantes por praia e ambiente

<b>Parasitos</b>	<b>Praia 1</b>			<b>Praia 2</b>			<b>Praia 3</b>		
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	12	9	62	35	0	3	41	0	0
Nematoda	1	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Giardia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ascaris</i> sp.	1	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Acanthamoeba</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	15	10	62	37	6	6	41	0	0
<b>Total Geral</b>	<b>87</b>			<b>59</b>			<b>41</b>		
<b>Parasitos</b>	<b>Praia 4</b>			<b>Praia 5</b>			<b>Praia 6</b>		
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	8	23	10	5	2	0	0	0	13
Nematoda	0	0	0	0	0	6	3	0	0
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ascaris</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthamoeba</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total Ambiente	8	23	10	5	2	7	4	0	14
<b>Total Geral</b>	<b>41</b>			<b>14</b>			<b>18</b>		
<b>Parasitos</b>	<b>Praia 7</b>			<b>Praia 8</b>					
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>			
<i>Entamoeba</i> sp.	0	2	0	8	13	0			
Nematoda	2	0	24	0	0	0			
<i>Strongyloide</i> sp.	2	0	16	0	0	0			
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0			
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0			
<i>Giardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0			

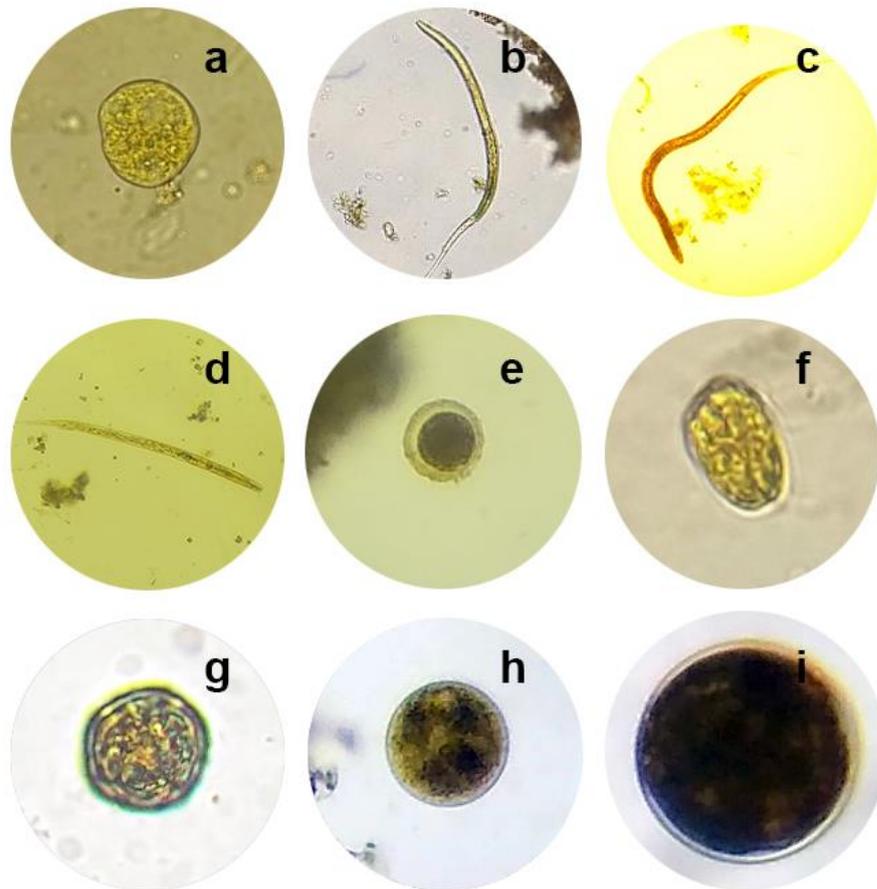
<i>Ascaris</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthamoeba</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	4	2	40	8	13	0
<b>Total Geral</b>	<b>46</b>			<b>21</b>		

<b>Parasitas</b>	<b>Praia 9</b>			<b>Praia 10</b>		
	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>	<b>Amb 1</b>	<b>Amb 2</b>	<b>Amb 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	0	0	25	79	0	0
Nematoda	0	0	0	0	0	1
<i>Strongyloide</i> sp.	3	0	0	3	0	3
Ancylostomatidae	1	0	0	0	0	0
<i>Toxocara</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Giardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Ascaris</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthamoeba</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	4	0	25	82	0	4
<b>Total Geral</b>	<b>29</b>			<b>86</b>		

Os parasitos detectados em todas as cidades foram: cistos de *Entamoeba* sp., larvas do filo Nematoda, larvas *Strongyloide* sp., larva da família Ancylostomatidae, ovos de *Toxocara* sp., ovos de *Giardia* sp., cistos de *Balantidium* sp., cistos de *Acanthamoeba* sp e ovos de *Ascaris* sp. (Figura 6). O organismo mais abundante entre eles foi *Entamoeba* sp. com 1.373 indivíduos, representando 82,1% do total encontrado em todos os ambientes e cidades desse estudo.

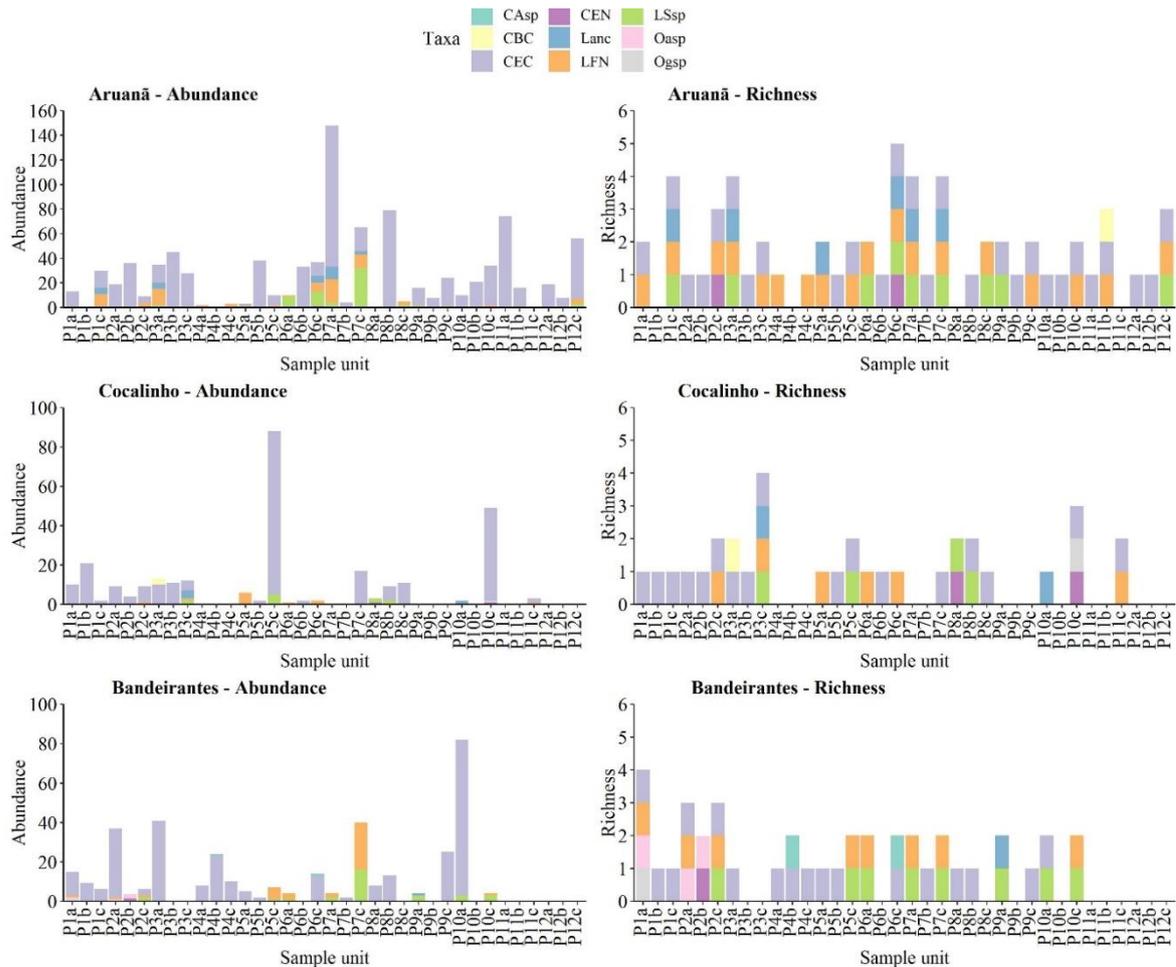
Ainda referente ao quantitativo de parasitos, as larvas do filo Nematoda e as larvas da família Ancylostomatidae – sem definição de família/gênero – e as larvas de *Strongyloide* sp. representaram 16,9% dos organismos observados sendo observados, respectivamente, 137, 109 e 37 indivíduos cada. Os demais contabilizaram 0,95% do total sendo: cinco ovos de *Toxocara* sp., quatro ovos de *Ascaris* sp., três cistos de *Balantidium* sp., dois cistos de *Giardia* sp. e dois cistos de *Acanthamoeba* sp. (Figura 6).

Dos 1.373 indivíduos do gênero *Entamoeba*, 1.354 foram identificados como *Entamoeba coli* e 19 classificados até gênero sem haver definição de espécie. Entre as larvas, duas da classe Nematoda e outras duas da família Ancylostomatidae foram identificadas como rhabditoides (todas em Aruanã), em fase de vida livre não infectante, o que indica estar em ambiente externo a pouco tempo.



**Figura 6:** Organismos detectados nas areias do Médio Araguaia. a) cisto de *Entamoeba* sp.; b) larva de Nematoda; c) larva de Ancylostomatidae; d) larva de *Strongyloide* sp.; e) ovo de *Toxocara* sp.; f) cisto de *Giardia* sp.; g) cisto de *Acanthamoeba* sp.; h) cisto de *Balantidium* sp.; i) ovo de *Ascaris* sp.

A grande quantidade de *Entamoeba coli* indica uma baixa qualidade higiênica das areias das praias do Araguaia e espaço propício a outros helmintos contaminantes. O cenário encontrado durante a pesquisa, com baixo número de residências interligadas à rede de esgoto tratado e área majoritariamente rural nas proximidades do curso do rio, também contribui para a grande presença do parasito *E. coli* (Haidar e De Jesus, 2021). Embora em pequena quantidade, os ovos de *Toxocara* sp. foram detectados em todas as cidades. Os ovos de *Giardia* sp. foram identificados em duas cidades (Cocalinho e Bandeirantes) e os cistos de *Balantidium* sp. apenas em Cocalinho. Os cistos de *Acanthamoeba* sp. e os ovos de *Ascaris* sp. foram encontrados apenas no distrito de São José dos Bandeirantes.



**Figura 7:** Abundância e riqueza de parasitos detectados nos municípios de Aruanã, Cocalinho e São José dos Bandeirantes. Pa = Ambiente 1; Pb = Ambiente 2; Pc = Ambiente 3; CEC = Cistos de *Entamoeba* sp.; LFN = larvas de Nematoda; LSsp = larvas de *Strongyloide* sp.; Lanc = Larva de Ancylostomatidae; Oosp = Ovos de *Toxocara* sp.; Oasp = larvas de *Ascaris* sp.; CBC = Cistos de *Balantidium* sp.; Oosp = Ovos de *Giardia* sp.; CAsp = Cistos de *Acanthamoeba* sp.

A grande quantidade de *Entamoeba* sp. detectada em quase todas as praias desse estudo (exceção em duas), evidencia sua resistência em relação a grande mudança térmica da areia, com altas temperaturas durante o dia e o oposto no período noturno, além de ter forte presença em ambiente de areia seca (Neves, 2016; Molinaro, 2012; Haidar e De Jesus, 2021). O forte calor durante a coleta realizada em horário entre 10 e 15 horas revela que o parasito encontrado naquela região está plenamente adaptado à grande variação térmica.

A dispersão deste protozoário pelo ecossistema foi provavelmente intensificada pelas aves, visto que boa parte das praias visitadas possuíam vestígios deste animal (Figura 8). Foram registradas diversas pegadas e fezes que, embora tenham sido rigorosamente evitadas durante

a coleta, podem ter se espalhado na praia por ação do vento (Sciabarrasi e Ruíz, 2020; Souza et al., 2019).



**Figura 8:** Vestígios de aves nas três praias de cada cidade com maior presença de *Entamoeba* sp.

A concentração de helmintos no solo depende muito das condições ambientais as quais ficam submetidos. Áreas de baixa higiene e de defecação a céu aberto são potencialmente infectantes. Regiões com presença de animais, especialmente cães e gatos, reforçam esse risco (Amoah et al., 2017). Nesse estudo, esses organismos foram detectados em 26 praias (78,8%) distribuídas em todas as cidades e ambientes. Todavia, houve evidências de que as três concentrações urbanas analisadas possam ter afetado diretamente no registro dos mesmos.

Desse modo, é possível que ocorra contaminação proveniente do descarte de esgoto doméstico e resíduos sólidos de propriedades ao longo do rio. Embora não tenha sido visualização de canalização direta ao leito com este fim e nem grande número de moradias fixas

em evidência nas encostas, tal contaminação pode acontecer no lençol freático devidos as fossas sépticas fora dos padrões adequados e, ainda, o direcionamento de águas residuais provenientes da prática agropecuária (Figura 9).



**Figura 9:** Registro de residências e acessos de moradias nas margens do rio Araguaia.

Os helmintos encontrados são similares aos detectados em praias de áreas recreativas da região de Lublin, no sudeste polonês, em solo de área semiurbana no município de Seropédica, em comunidade rural do Rio de Janeiro e em parque público de floresta tropical na Costa Rica (Bojar e Klapac, 2012; Mandarin-Pereira, 2010; Paquet-Durant et al., 2007; Barbosa et al., 2018). Em comum com a porção espacial analisada no Rio Araguaia, as áreas possuem leve a moderada circulação de pessoas, o que explica não só a presença dos mesmos parasitos como também um quantitativo bem próximo ao observado nas praias fluviais.

A baixa quantidade de helmintos e a maior presença de *Toxocara* em relação a *Ascaris* e *Trichuris* também ocorre no estudo realizado em Poznań, na Polônia. Nessa pesquisa foi observada uma quantidade maior de ovos de *Toxocara* em áreas urbanas em comparação com

aldeias rurais da região (Mizgajska, 1997), algo que também pode explicar a baixa presença destes tipos de parasitos ao longo do Médio Araguaia.

Por outro lado, quando comparadas às proporções dos resultados desse estudo com os encontrados em análise de areia de praias litorâneas de Santos-SP, das praças públicas de Maringá-PR e de solos da zona leste de São Paulo-SP, organismos como *Toxocara* sp., *Ancylostomatidae* e *Ascaris* sp. são mais frequentes que no Médio Araguaia (Rocha et al. 2011; Tiyo et al., 2008; Mello et al., 2011). A explicação para esta distinção deve-se às amplas diferenças das densidades populacionais das áreas e, conseqüentemente, haver maior circulação de animais domésticos e pessoas que no rio.

No que se refere aos ambientes das praias, o ambiente 1 apresentou o maior número de parasitos indicando haver influência do rio sobre a distribuição de parasitos nas praias. A aparição de areia misturada a outros tipos de solo em segundo lugar, corrobora com o que foi observado por Toppet et al. (2013) e Garzio Hadzick et al. (2010) que registraram maior presença de cistos de *Entamoeba* sp. em ambientes de areia argilosa, os associando à existência de matéria orgânica e facilidade em serem recolocados na superfície.

O ambiente seco ficou em terceiro. A baixa presença de helmintos no ambiente seco refletiu o resultado encontrado em amostras de solo coletadas em área de floresta tropical de parques públicos da Costa Rica. Naquele estudo, os organismos foram detectados apenas em ambiente úmido e molhado (Paquet-Durant et al., 2007). No Araguaia, o ambiente seco se caracterizou por possuir elevadas temperaturas durante a coleta, com algumas raras situações de areia um pouco úmida em solo profundo.

A análise dessa parte das praias foi importante para aferir a resistência dos parasitos quanto ao clima da região e a possível influência dos animais silvestres na deposição de fezes contaminadas nas praias. Nesse sentido, quanto à adaptação dos organismos ao ambiente quente, excetuando o caso dos protozoários, poucos helmintos foram observados (8 vezes), conforme descrito na literatura (Neves, 2016; Molinaro et al., 2012). Em relação à intervenção dos animais no resultado deste tipo de parasito não é possível considerá-los fonte de contaminação direta das praias.

Levando-se em conta a média de parasitos por praia e por quilo é possível afirmar que o município de Cocalinho possui areias com melhores condições higiênicas que os outros dois municípios analisados. Embora possua a maior rede de esgoto e melhor índice de desenvolvimento humano (IDH), Aruanã apresentou mais da metade do número de

protozoários e helmintos nesse estudo (957 – 57,1%). A explicação para isso deve-se aos seguintes fatores:

- ✓ o município é polo turístico da região;
- ✓ em comparação com as outras cidades observadas, possui maior área de contato entre a área urbana e o rio;
- ✓ embora a área estivesse fechada para o tráfego de barcos devido à pandemia, foi a única cidade em que se observou pequenos focos de pessoas nas praias – todos evitados no estudo e;
- ✓ as condições da rodovia de acesso a Aruanã são superiores às dos outros municípios. Esses fatores podem ter contribuído para maior circulação de pessoas durante a temporada no município de Aruanã, além do mesmo possuir melhor infraestrutura de acesso e hospedagem.

Parte destes fatores foi observado por Bojar e Kłapeć (2018) em estudo realizado em áreas recreativas da Polônia. Na ocasião, os pesquisadores coletaram areia de locais visitados e não visitados por turistas na porção oriental do país e identificaram ligação entre a ocorrência de helmintos e a intensidade de movimento humano.

No caso de São José dos Bandeirantes, embora não seja possível constatar quantas residências do distrito estejam ligadas à rede de esgoto, o fato de estar relativamente distante de Nova Crixás nos permite supor que as residências não possuam este tipo de instalação apropriada. Em segundo lugar no ranking, a concentração urbana apresentou o maior número de espécies distintas e foi o único em que interferiu na distribuição dos parasitos da região.

#### **4. CONCLUSÃO**

- ✓ O parasito *Entamoeba* sp. foi detectado em todos os ambientes e cidades observadas nesse estudo.
- ✓ As praias do município de Aruanã apresentaram maior número de organismos contaminantes sendo duas vezes maior que São José dos Bandeirantes.
- ✓ As areias das praias do município de Cocalinho apresentaram melhores condições de higiene.
- ✓ O descarte incorreto de esgoto doméstico na área da bacia e a contaminação direta pelo uso do solo nas proximidades do leito do rio contribuem para a manutenção da dispersão de parasitos na região.

- ✓ É necessário melhoria da gerência na bacia hidrográfica e ampliação de investimentos em saneamento básico.

**CAPÍTULO 02**  
**CARACTERIZAÇÃO PARASITOLÓGICA DAS ÁGUAS DO MÉDIO RIO**  
**ARAGUAIA**

---

**RESUMO**

A água é um recurso imprescindível à sobrevivência em nosso planeta. Ter acesso a água de boa qualidade e elevados padrões de saneamento são condições essenciais para garantia de boas condições ambientais e de saúde. A precariedade da infraestrutura de pequenas cidades quanto ao tratamento de esgoto e os acampamentos turísticos mau equipados montados nas praias podem representar um risco à saúde humana. Considerando a importância do rio Araguaia para as cidades de Aruanã-GO, Cocalinho-MT e no distrito de São José dos Bandeirantes, este estudo objetivou, através do método de sedimentação espontânea adaptado e teste Colilert®, analisar e detectar os parasitos presentes na água e, verificar presença/ausência de coliformes. As análises indicaram a presença de *Entamoeba* sp. (812), Nematoda (74), *Strongyloide* sp. (35), *Endolimax* sp. (28), *Giardia* sp. (12), Ancylostomatidae (8) e *Naegleria* sp. (1). Além disso, 91,9% das amostras foram positivas para coliformes fecais e totais. Por fim, conclui-se que a ação antrópica tem grande influência na contaminação da água da região.

**Palavras-chave:** Parasito; Ação antrópica; Protozoário, Helminto; Coliformes.

**ABSTRACT**

Water is an essential resource for survival on our planet. Having access to good quality water and high sanitation standards are essential conditions to guarantee good environmental and health conditions. The precariousness of infrastructure in small towns regarding sewage treatment and poorly equipped tourist camps set up on beaches can pose a risk to human health. Considering the importance of the Araguaia River for the cities of Aruanã-GO, Cocalinho-MT and the district of São José dos Bandeirantes, this study aimed, through the adapted spontaneous sedimentation method and Colilert® test, to analyze and detect the parasites present in the water and, check the presence/absence of coliforms. The analyzes indicated the presence of *Entamoeba* sp. (812), Nematoda (74), *Strongyloide* sp. (35), *Endolimax* sp. (28), *Giardia* sp. (12), Ancylostomatidae (8) and *Naegleria* sp. (1). Furthermore, 91.9% of the samples were positive for fecal and total coliforms. Finally, it is concluded that anthropic action has a great influence on water contamination in the region.

**Keywords:** Parasite; Anthropogenic action; Protozoan, Helminth; Coliforms.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a sobrevivência humana em nosso planeta (Silva, 2005; Mascarenhas et al., 2009). Por isso, ter acesso à água de boa qualidade é determinante para que se garanta boas condições de saúde. É válido ressaltar que a falta de serviços ou baixo padrão de saneamento geram contaminação e doenças ao ser humano (Ben Ayed et al., 2018; Overbo et al., 2016).

O rio pode ser utilizado para a irrigação de lavouras, dessedentação de animais, abastecimento humano, recreação e pesca, navegação e transporte, geração de energia (ANA, 2018; Muniz et al. 2020). O desmatamento, a erosão e a urbanização também são formas de uso e ocupação do solo que interferem no escoamento superficial e distribuição de sedimentos no sistema hídrico (Brookes, 1996; Assis e Bayer, 2020; Zhang et al., 2010). Fatores antropogênicos e naturais sobre o leito de um rio podem trazer implicações à saúde humana e ao sistema ecológico (Wang et al., 2013). Assim, o monitoramento da qualidade hídrica e análises parasitológicas de ambientes aquáticos são fundamentais para assegurar uma boa qualidade de vida.

Esse monitoramento geralmente é realizado com a análise das qualidade físico-químicas da água e com o uso de testes de detecção de coliformes totais e *Escherichia coli*, por meio da utilização de enzimas para a definição de um índice de qualidade de água em várias partes do Brasil (Carvalho et al., 2015; Muniz et al., 2020; Passig et al., 2015; Leitão et al. 2015). De acordo com o resultado conjunto das variáveis avalia-se as condições hídricas para uso humano.

Segundo Fernández-López et al. (2019), a interação entre a bactéria *Escherichia coli* e o protozoário *Entamoeba histolytica* pode aumentar a inflamação dos órgãos do contaminado por amebíase e elevar o grau de virulência do parasito. Para Atabati et al, (2020), organismos como a *E. histolytica*, a *Giardia intestinalis*, o *Strongyloides stercorallis* e o *Cryptosporidium* spp. são um grande risco à saúde humana por causar desnutrição e morbidade. De acordo com os pesquisadores, estima-se que em escala global, 100.000 pessoas morrem anualmente por amebíase, uma das principais infecções parasitológicas do mundo. Isso reforça a necessidade de outras análises mais específicas, tão igualmente úteis para monitoramento das águas e detecção de outros agentes de risco à saúde humana.

Na Turquia, uma investigação sobre parasitos transmitidos pela água detectou cistos de *Entamoeba histolytica* e *Cryptosporidium*, larvas de *Strongyloides* sp., ovos de *T. trichiura* com uso de microscopia, ensaio de fluorescência indireta, enzimas e PCR em amostras coletadas no

Rio Ancara (Bakir et al., 2013). Na África do Sul, uma análise realizada em dois rios que sofrem influência antrópica de forma demasiada detectou *Ascaris spp.*, *Ancylostoma sp.*, *Toxocara spp.*, *Trichuris spp.* and *Taenia spp* através do método de flutuação-centrifugação (Amoah et al., 2020).

No Rio Beberibe, localizado em Pernambuco, os pesquisadores aplicaram o teste de sedimentação espontânea adaptado para detecção de helmintos e protozoários além do método de Ziehl Neelsen modificado para *Cryptosporidium spp.* Também encontraram espécies de *Giardia spp.*, *Entamoeba spp.*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii*, larvas de *Strongyloides spp.* e *Ancilostomideo* e ovos de *Ascaris spp.*, *Ancilostomideo* e *Hymenolepis spp* (Freitas et al., 2017). No estado de São Paulo, os pesquisadores detectaram *Cryptosporidium spp.* e *Giardia spp* em 2,5% e 27%, respectivamente, das 278 amostras coletadas em 10 bacias hidrográficas, através de metodologia parasitológica específica para os organismos (Hachid et al., 2004).

Na bacia do rio Araguaia a maioria dos estudos sobre detecção parasitológica analisam a relação destes com os peixes e potenciais hospedeiros aquáticos presentes no ecossistema. Essas análises possuem um perfil mais relacionado à questão animal com a avaliação dos riscos dos ectoparasitos e nematoides (como os casos da *Argulus sp.*, *Dolops carvalhoi*, *Braga patagonica*, *Anphira branchialis*, *Asotana sp.*, *Terranova sp.*, *Dawestrema cycloancistrum*, *Nilonema senticosum*, *Goezia spinulosa*, *Caballerotrema brasiliense* e *Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus*) para a fauna local e também quanto aos possíveis riscos para a população local que, cultural e economicamente praticam pesca em boa parte do curso d'água. (Kirsten et al., 2018; Zacarkim et al., 2017; Carvalho et al., 2004; Tavares et al., 2007; Feijó et al., 2008; Santos et al., 2008; Vital e Tejerina-Garro, 2018).

É importante ressaltar que inúmeros microrganismos estão presentes na matriz aquática e interagem entre si, bem como com os sedimentos e materiais disponíveis no ambiente. Por essa razão, é fundamental averiguar a contaminação dos corpos hídricos, para que situações de risco não se agravem de forma a causar danos à saúde humana (Amoah, 2020).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi detectar e identificar parasitos na água do Médio Rio Araguaia e averiguar a presença/ausência de coliformes totais e *Escherichia coli*, bem como averiguar as possíveis origens de contaminação e proliferação destes organismos.

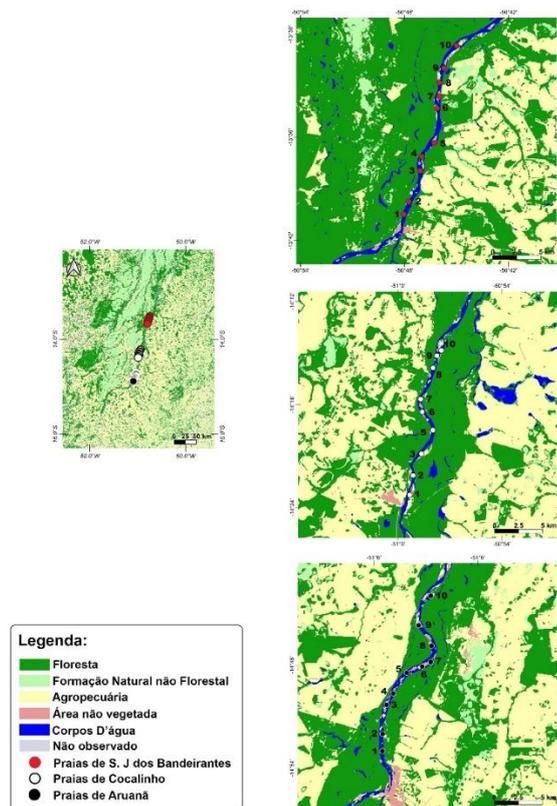
## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Locais, modo de coleta e padronização

A pesquisa foi realizada nos municípios de Aruanã - GO, Cocalinho - MT e no distrito de São José dos Bandeirantes, pertencente a Nova Crixás - GO. Os pontos de coleta de cada localidade foram padronizados levando-se em conta os seguintes parâmetros:

- cada cidade/distrito foi representada por até 10 pontos de coleta à jusante;
- cada ponto de coleta distou aproximadamente 2 quilômetros entre si desde a cidade;
- a coleta da água foi realizada na cabeceira da praia em profundidade entre 20 e 50 centímetros.

As coletas de água ocorreram simultaneamente com a de areia. Os pontos foram marcados com auxílio de GPS portátil.



**Figura 10:** Mapeamento dos pontos de coleta. Fonte: MapBiomias (2019)

Em cada uma das praias selecionados foram coletadas três garrafas com capacidade de um litro cada – destinada para realização da análise parasitológica por meio da sedimentação espontânea – e três pares de tubos cônicos de 50 ml cada – para detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* através do teste Colilert (Idexx/EUA, 2019). As garrafas foram mantidas em

temperatura ambiente e os tubos refrigerados em caixas térmicas com auxílio de gelo, trocado sempre a cada 8-12 horas, durante o transporte ao laboratório.

### *2.2 Método de Sedimentação espontânea adaptado*

O conteúdo das garrafas de 1 litro foi dividido em cinco cálices de 200 ml cada, onde permaneceu em repouso por até 24 horas para a realização do método de sedimentação espontânea adaptado (Hoffman et al., 1934; Nunes et al., 1993). Após o repouso, o material sobrenadante foi descartado. Preservou-se 15 ml de cada cálice, que foram colocados em tubos cônicos de mesma medida e colocados sob refrigeração.

Posteriormente, os cinco tubos que representavam cada litro de água coletado foram centrifugados por cinco minutos, após esse processo o sobrenadante foi novamente descartado, de forma a ser reduzido a um único tubo de 15 ml. Cada tubo cônico de 15 ml foi utilizado para preparar quatro lâminas. Com auxílio de solução de Lugol Cromoline, os organismos foram detectados com uso de microscópio, fotografados e identificados através de análise morfológica.

### *2.3 Teste de Colilert – Detecção de coliformes*

O teste Colilert detecta coliformes totais e a bactéria *Escherichia coli* com resultados após 24 horas. O conteúdo de cada par de tubo cônico (totalizando 100ml) foi despejado em um único recipiente para ser feita a mistura homogênea do substrato enzimático com o material. A solução foi encaminhada à estufa por 24 horas a 45° Celsius de temperatura (Idexx/EUA, 2019). Após o prazo, os resultados foram observados, fotografados e anotados.

### *2.4 Análise estatística*

Foi feita análise estatística não-paramétrica descritiva para organização e apresentação dos resultados da pesquisa. Para a confecção dos gráficos foi utilizado o pacote “ggplot2” do software “R” (Wickham, 2009).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Aruanã-GO*

Os resultados observados através do método de sedimentação espontânea adaptado evidenciaram que a água de Aruanã possui a maior quantidade de espécies de parasito:

*Entamoeba* sp. (102), *Strongyloide* sp. (10), Nematoda (36), *Giardia* sp. (12), Ancylostomatidae (2) e *Naegleria* sp (1). A cidade também apresentou o menor número de indivíduos detectados nesse estudo (163).

Em relação à riqueza de espécies nas amostras de águas coletadas, a praia quatro apresentou cinco gêneros. Na praia nove foi detectada a maior abundância de organismos (26), sendo a maioria de *Entamoeba* sp. (Tabela 5). A maior parte dos cistos de *Giardia* sp. foram encontrados na praia dois e as larvas de Nematoda na praia um.

**Tabela 5:** Parasitos detectados na água das dez praias pertencentes ao município de Aruanã-GO

Parasitos	Praia 1			Praia 2			Praia 3		
	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3
<i>Entamoeba</i> sp.	15	4	4	5	4	14	12	28	11
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Endolimax</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	18	4	4	7	4	14	12	28	11
<b>Total Geral</b>	<b>26</b>			<b>25</b>			<b>51</b>		

Parasitos	Praia 5			Praia 6			Praia 7			Praia 8		
	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3
<i>Entamoeba</i> sp.	18	4	2	18	37	25	26	65	11	27	65	15
<i>Strongyloide</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	2	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Endolimax</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
Total Ambiente	20	5	2	19	39	26	26	65	11	52	67	16
<b>Total Geral</b>	<b>27</b>			<b>84</b>			<b>102</b>			<b>135</b>		

<b>Parasitos</b>	<b>Praia 9</b>			<b>Praia 10</b>		
	<b>C 1</b>	<b>C 2</b>	<b>C 3</b>	<b>C 1</b>	<b>C 2</b>	<b>C 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	1	38	9	12	0	15
<i>Strongyloide</i> sp.	17	0	0	0	0	0
Nematoda	0	3	5	2	0	1
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0
<i>Endolimax</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	18	41	14	14	0	16
<b>Total Geral</b>	<b>73</b>			<b>30</b>		

#### *Cocalinho-MT*

No município de Cocalinho-MT foram detectados cistos de *Entamoeba* sp. (485) e *Endolimax* sp. (28) e larvas de Nematoda (21), Ancylostomatidae (1) e *Strongyloides* sp. (18) A cidade mato-grossense apresentou maior número de indivíduos (553). A praia oito se destacou apresentando maior número de gêneros (4) e indivíduos (135) (Tabela 6).

As larvas de *Strongyloide* sp. se concentraram quase que exclusivamente em uma amostra da praia nove. No mesmo ponto também foi encontrado mais de um terço das larvas Nematoda. A maior parte dos cistos de *Endolimax* sp. foi achada em uma coleta na praia oito.

**Tabela 6:** Parasitos detectados na água das nove praias pertencentes ao município de Cocalinho-MT

<b>Parasitos</b>	<b>Praia 1</b>			<b>Praia 2</b>			<b>Praia 3</b>		
	<b>C 1</b>	<b>C 2</b>	<b>C 3</b>	<b>C 1</b>	<b>C 2</b>	<b>C 3</b>	<b>C 1</b>	<b>C 2</b>	<b>C 3</b>
<i>Entamoeba</i> sp.	15	4	4	5	4	14	12	28	11
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Endolimax</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	18	4	4	7	4	14	12	28	11
<b>Total Geral</b>	<b>26</b>			<b>25</b>			<b>51</b>		

Parasitos	Praia 5			Praia 6			Praia 7			Praia 8		
	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3
<i>Entamoeba</i> sp.	18	4	2	18	37	25	26	65	11	27	65	15
<i>Strongyloide</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	2	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Endolimax</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
Total Ambiente	20	5	2	19	39	26	26	65	11	52	67	16
<b>Total Geral</b>	<b>27</b>			<b>84</b>			<b>102</b>			<b>135</b>		

Parasitos	Praia 9			Praia 10		
	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3
<i>Entamoeba</i> sp.	1	38	9	12	0	15
<i>Strongyloide</i> sp.	17	0	0	0	0	0
Nematoda	0	3	5	2	0	1
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0
<i>Endolimax</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	18	41	14	14	0	16
<b>Total Geral</b>	<b>73</b>			<b>30</b>		

O distrito de São José dos Bandeirantes apresentou a menor quantidade de parasitos, sendo: cistos de *Entamoeba* sp. (235), larvas de Nematoda (19), *Strongyloide* sp. (7) e Ancylostomatidae (5). A praia dois se destacou apresentando todos os gêneros observados no distrito bem como o maior número de indivíduos (77) (Tabela 7).

Quase metade das larvas de Nematoda foram coletadas na praia dez, assim como a maior parte de Ancylostomatidae na fase rabiditoide, indicando contaminação recente na água coletada. A maior parte das larvas de *Strongyloide* sp foram encontradas na praia dois.

Diferentemente do que pode ser observado nos outros municípios, o distrito apresentou indícios de interferência direta na presença de cistos de *Entamoeba* sp. no rio, indicando um possível ponto de derramamento de material contaminante ou poluidor entre a cidade e os primeiros oito quilômetros.

**Tabela 7:** Parasitos detectados na água das dez praias pertencentes a São José dos Bandeirantes

Parasitos	Praia 1			Praia 2			Praia 3			Praia 4		
	C1	C2	C3									
<i>Entamoeba</i> sp.	5	1	9	26	24	19	17	41	9	27	18	2
<i>Strongyloide</i> sp.	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
Nematoda	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	7	3	10	27	25	25	18	41	9	27	19	2
<b>Total Geral</b>	<b>20</b>			<b>77</b>			<b>68</b>			<b>48</b>		

Parasitos	Praia 5			Praia 6			Praia 7			Praia 8		
	C1	C2	C3									
<i>Entamoeba</i> sp.	1	0	0	0	0	4	0	3	2	0	2	0
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Ancylostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ambiente	1	0	0	0	0	4	0	3	5	0	2	0
<b>Total Geral</b>	<b>1</b>			<b>4</b>			<b>8</b>			<b>2</b>		

Parasitos	Praia 9			Praia 10		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
<i>Entamoeba</i> sp.	6	2	0	17	0	0
<i>Strongyloide</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	0	4	0	5
Ancylostomatidae	0	0	0	4	0	0
Total Ambiente	6	2	0	25	0	5
<b>Total Geral</b>	<b>8</b>			<b>30</b>		

De modo geral, o parasito com maior representatividade na área estudada foi do gênero *Entamoeba* sp., em 96.55% dos pontos analisados. O organismo também possuiu o maior número de amostras positivas (79.3%) e maior abundância, sendo 83.7% dos parasitos totais observados neste estudo.

Os helmintos – larvas Nematoda, *Strongyloide sp.* e Ancylostomatidae – foram encontrados nas três cidades e em 24, 10 e 5 praias, respectivamente. As larvas de Nematoda estiveram presentes em 42.5% das amostras e apresentou 76 indivíduos. *Strongyloide sp.* foram detectados em 11 amostras (12,6%) e Ancylostomatidae em apenas 5 (5,7%).

As espécies dos gêneros *Giardia sp.*, *Endolimax sp.* foram detectadas em apenas duas praias nesse estudo ocorrendo em quatro e duas amostras, respectivamente. A quantidade registrada foi de 28 *Endolimax sp.* e 12 *Giardia sp.* (Tabela 8).

**Tabela 8:** Ocorrência total de parasitos nas águas das praias pertencentes aos três municípios analisados no Médio Araguaia

Parasitos	Qtd. praias	% de praias	Qtd.	%	Qtd. de indivíduos	% do total
			Positivas	positivas		
Cistos de <i>Entamoeba sp.</i>	28	96.5%	69	79.3%	822	83.7%
Larvas Nematoda	24	68.9%	37	42.5%	76	7.73%
Larvas <i>Strongyloides sp.</i>	10	34.4%	11	12.6%	35	3.56%
Larvas Ancylostomatidae	5	17.2%	5	5.7%	8	0.81%
Cistos de <i>Giardia sp.</i>	2	6.89%	4	4.6%	12	1.22%
Cistos de <i>Endolimax sp.</i>	2	6.89%	2	2.3%	28	2.85%
Cisto de <i>Naegleria sp.</i>	1	3.44%	1	1.1%	1	0.1%

A grande ocorrência de cistos de *Entamoeba sp.* na água corrobora com a observação de que há deficiência quanto ao investimento em setores voltados ao saneamento básico e saúde nas cidades estudadas e, provavelmente, ao longo dos municípios que margeiam o rio. Também ratifica o resultado encontrado anteriormente (Capítulo 1) na análise parasitológica da areia, indicando que o rio e a área da bacia são contaminados e contribuem na deposição e distribuição desse protozoário nas praias.

A forte presença de *Entamoeba sp.* também foi relatada em análise realizada no rio Arias-Arenales, no noroeste da Argentina, estando presente em 68% das amostras realizadas próximas à região urbana (Poma et al., 2012). Ayed et al. (2009) associou a grande presença de protozoários parasitos em águas residuais na Tunísia ao tratamento ineficaz. Esse cenário leva à proliferação dos organismos em águas superficiais ampliando a probabilidade de contaminação e contato com os seres humanos.

Os helmintos, em especial *Ascaris sp.*, *Strongyloides sp.* e *Trichuris sp.*, são comumente encontrados em áreas em desenvolvimento de regiões tropicais e subtropicais sendo

potencialmente transmitidos pela água. Também são notados em águas residuais sem o tratamento adequado (Ashbolt, 2004).

No Médio Araguaia um em cada dez parasitos encontrados pertence ao grupo dos helmintos e sua presença em todas as cidades e em quase metade dos pontos de coleta indica haver descarte de esgoto doméstico ao longo do rio, não sendo uma exclusividade das concentrações urbanas.

Um organismo encontrado com maior frequência em outros estudos relacionados à água e localizado em apenas em dois pontos de coleta com baixa presença foi o cisto de *Giardia* sp. (Hachich et al., 2004; Freitas et al., 2017). No entanto, esse fato pode estar relacionado à metodologia aplicada nesse estudo, que não é utilizada para detecção desse organismo. Mesmo assim, abre uma lacuna tanto no que se refere à detecção deste protozoário, quanto ao de *Cryptosporidium* sp – não encontrado nessa análise pelo mesmo motivo.

Esse é o primeiro estudo a identificar um parasito da espécie *Naegleria* sp. no Rio Araguaia. Este organismo é comumente encontrado em lagos mais quentes ou em pequenas contenções de água. Devido as características do Médio Araguaia durante a estiagem e com a alta temperatura característica do período e clima regional, a espécie pode ter encontrado o lugar propício para se alimentar, proliferar e reproduzir na área em que foi observada (Schuster e Vivesvara, 2004; Vivesvara et al., 2007).

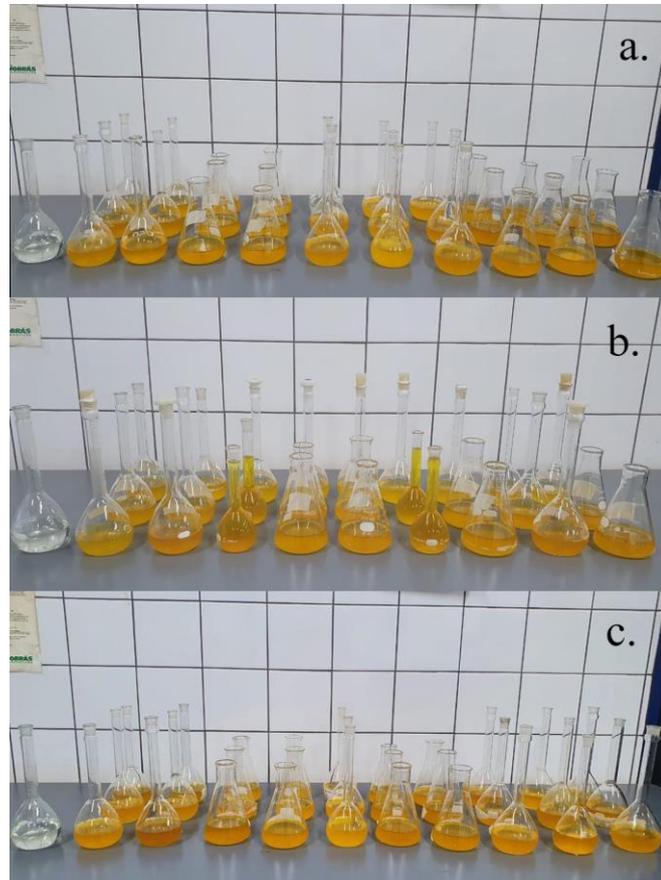
A influência humana ao longo do rio pode ser a principal causa da distribuição dos parasitos de acordo com o tamanho da concentração urbana e rural. Esse distúrbio na qualidade da água se relaciona às diversas atividades antrópicas relacionadas a estes locais observados (Alves et al. 2013).

No que se refere à análise realizada com a aplicação do teste de Colilert®, 91,9% das amostras foram positivas para coliformes totais e *Escherichia coli*. Dentre o total de amostras, 6,9% possuíam apenas coliformes totais e 1,2% detectou somente bactérias. Nenhuma amostra analisada foi negativa (Tabela 9).

**Tabela 9:** Resultados do teste de Colilert nas praias dos três municípios do Médio Araguaia

<i>Coliformes totais e Escherichia Coli</i>	91.9%	80
<i>Apenas coliformes totais</i>	6.9%	6
<i>Apenas Escherichia coli</i>	1.2%	1
<i>Amostras negativas</i>	0%	0
<b>Total</b>	100%	87

Em relação aos coliformes totais, 86 amostras foram positivas (Figura 11) e a praia cinco do município de Aruanã apresentou uma amostra negativa (Figura 12).



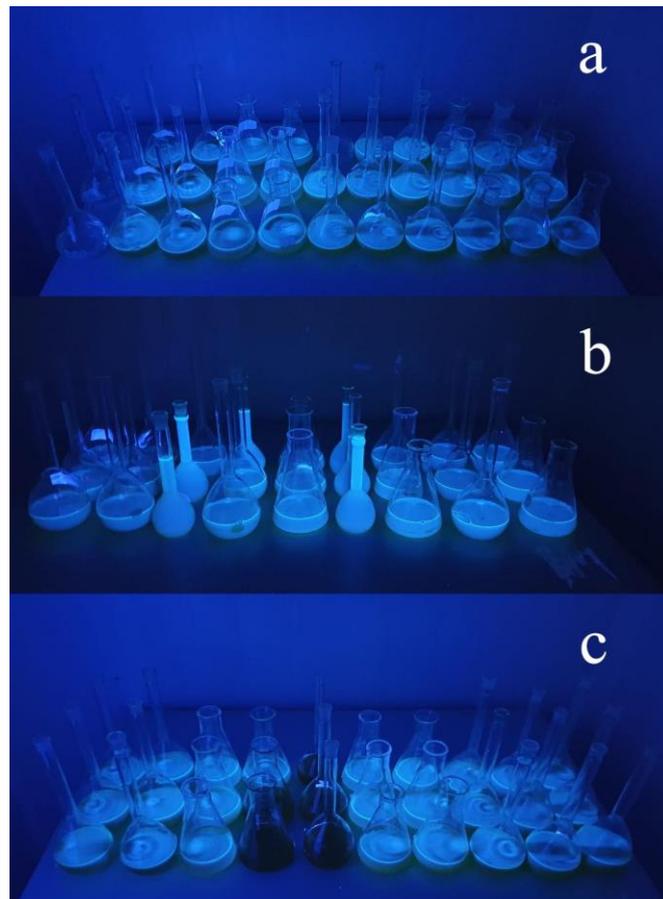
**Figura 11:** Resultados do teste de Colilert para presença/ausência de coliformes totais. a) amostras de Aruanã; b) amostras de Cocalinho; c) amostras de São José dos Bandeirantes.



**Figura 12:** Foto das amostras correspondentes ao ponto de coleta 5 do município de Aruanã. A primeira amostra à esquerda representa o controle utilizado no teste

Estes resultados também reforçam a hipótese de baixo investimento em saneamento na região e indicam a ocorrência de ambiente propício para o desenvolvimento de parasitos que podem prejudicar a saúde humana. Neste sentido, o estudo foi pertinente para observar as condições sanitárias das praias do Rio Araguaia.

Em relação à presença da bactéria *Escherichia coli* (Figura 13), o número de amostras negativas aumenta para seis. Dentro de uma perspectiva voltada à análise parasitológica o quadro positivo de 93,1% das amostras é preocupante.



**Figura 13:** Resultados do teste de Colilert para presença/ausência de *Escherichia coli*. a) amostras de Aruanã; b) amostras de Cocalinho; c) amostras de São José dos Bandeirantes.

As coletas com registro negativo foram encontradas nas três amostras da praia quatro e duas amostras da praia cinco de São José dos Bandeirantes. A sexta amostra negativa é oriunda praia cinco de Aruanã (Figura 14). Levando em conta os resultados parasitológicos levantados através do método de sedimentação espontânea no distrito goiano percebemos que a praia cinco possui a menor quantidade de parasitos no estudo (apenas um cisto de *Entamoeba* sp.) e a praia

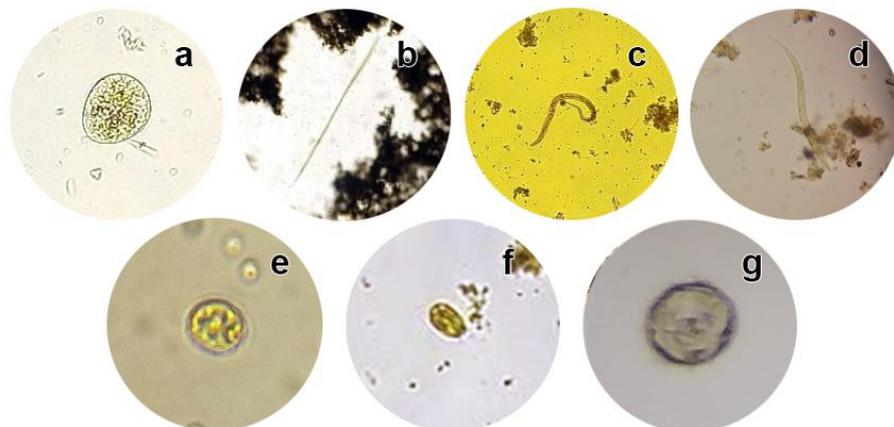
quatro apresentou apenas 1 helminto. Em Aruanã, apenas a praia cinco foi negativa para helmintos.

Os resultados observados para *Escherichia coli* no município de Cocalinho estão de acordo com os levantados por Muniz et al (2020), que encontrou amostras positivas em doze pontos. Porém, é importante destacar que o objetivo daquele estudo foi o de averiguar as condições de balneabilidade do rio avaliando a água como “própria” e classificando-a como “excelente” levando em conta o padrão estabelecido Resolução nº 274/2000 do CONAMA.



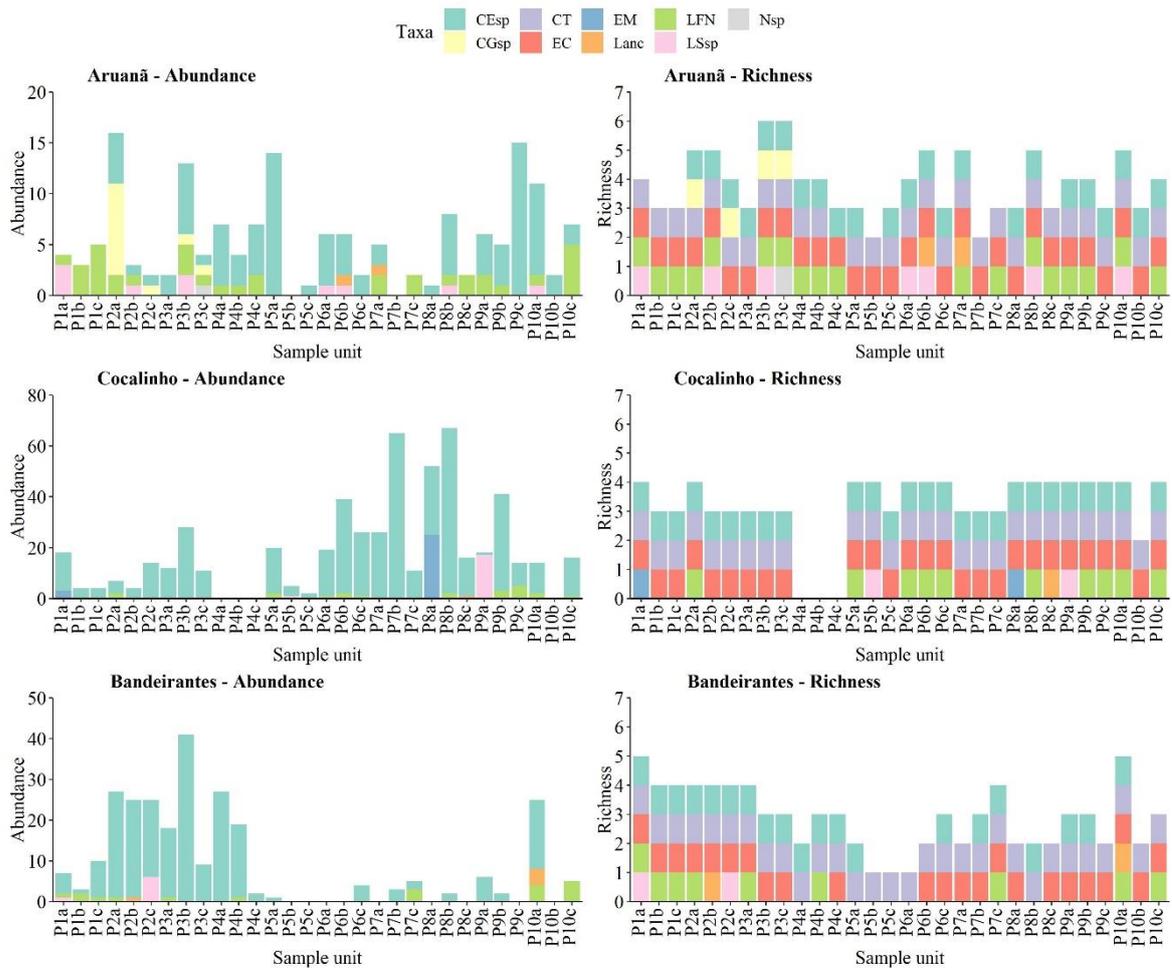
**Figura 14:** Registros das amostras negativas. a) Praia cinco de Aruanã; b) Praia quatro de São José dos Bandeirantes; c) Praia cinco de São José dos Bandeirantes.

Sendo assim, a análise parasitológica realizada na água das três cidades apresentou os seguintes organismos: cisto de *Entamoeba* sp.; larva de Nematoda; larva de Ancylostomatidae; larva de *Strongyloide* sp.; cisto de *Endolimax* sp., cisto de *Giardia* sp.; cisto de *Naegleria* sp. (Figura 15). Com exceção do último, os demais também foram observados na areia (Capítulo 1) e indica a influência do rio na deposição dos organismos durante seu ciclo hidrológico de inundação e diminuição da vazão.



**Figura 15:** Parasitos encontrados na água. a) cisto de *Entamoeba* sp.; b) larva filarióide de Nematoda; c) larva filarióide de Ancylostomatidae; d) larva filarióide de *Strongyloide* sp.; e) cisto de *Endolimax* sp.; f) cisto de *Giardia* sp.; g) cisto de *Naegleria* sp.

Por fim, ao reunir todas as informações coletadas através das análises, o município de Aruanã volta a se destacar no que se refere à riqueza de espécies decorrente de sua maior movimentação de pessoas. Embora Cocalinho tenha contido o maior número total de indivíduos ele não ficou à frente do município goiano quanto ao quantitativo de helmintos. O distrito de São José dos Bandeirantes por sua vez foi o segundo colocado em quantidade total e terceiro em larvas de helminto (Figura 16).



**Figura 16:** Gráfico de abundância e riqueza de parasitos detectados na água. Pa = Coleta 1; Pb = Coleta 2; Pc= Coleta 3; Cesp = cisto de *Entamoeba* sp.; CGsp = *Giardia* sp.; CT = Coliformes totais; EC = *Escherichia coli*; EM = cisto de *Endolimax* sp.; Lanc = larva de Ancylostomatidae; LFN = larva Nematoda; LSsp = larva de *Strongyloide* sp.; Nsp = *Naegleria* sp.

#### 4. CONCLUSÃO

- ✓ O protozoário *Entamoeba* sp. foi o mais encontrado nessa análise.
- ✓ Os helmintos detectados reforçam a hipótese de haver contaminação ao longo do rio.
- ✓ A presença de parasitos que incluem os seres humanos no seu ciclo indica haver interferência antrópica por múltiplas origens na região (a própria cidade, casas instaladas na área referente à bacia sem controle profilático adequado, fazendas, etc).

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o ambiente de coleta mais próximo ao leito do rio não tenha apresentado os maiores índices de presença de protozoários e helmintos, a detecção parasitológica de diversas formas encontradas na água, similares às da areia, indicam que o processo natural de diminuição da vazão e a deposição de sedimentos transportados pelo rio através do curso d'água contribuem para a dispersão destes organismos.

Considerando o uso do rio para a prática da pesca e do turismo, força motriz da economia local, o estudo evidencia a necessidade do poder público em buscar práticas sanitárias que viabilizem a continuidade do uso da região para esses fins elevando seus índices de desenvolvimento humano. O estudo confirmou que são necessários maiores investimentos em saúde, educação ambiental e saneamento básico na região do Rio Araguaia, para mitigar a proliferação de parasitos no leito do rio.

É válido registrar que a pesquisa foi realizada em período pandêmico e a ausência de turistas indicou a influência da população residente na distribuição e deposição de parasitos. Essa característica torna-se peculiar pelo fato de ser possível realizar estudos posteriores, nas mesmas áreas relacionadas nesse estudo, para indicar se há impacto dos turistas na região e mostrar quais os desafios enfrentados pelos governos locais. Se o saneamento básico se mostrou insuficiente no que se refere à contenção de parasitos com apenas os moradores na região, como seriam os resultados da pesquisa em um período turístico, com o aumento da circulação de pessoas na região?

Os resultados deste estudo também apresentaram possibilidades para novas pesquisas, que visem:

- ✓ buscar mais informações sobre a presença de *Giardia* sp. e *Cryptosporidium* sp. aplicando metodologia específica;

- ✓ investigar sobre a existência da *Naegleria* sp. devido a gravidade das doenças relacionadas a esse organismo;
- ✓ realizar novas coletas quando o turismo se reestabelecer, para confirmar ou descartar a hipótese de que os turistas podem aumentar a quantidade de organismos e, até, levar outros tipos de parasitos que possam afetar o ambiente e a saúde local;
- ✓ recomendar ao poder público local que tome as devidas providências quanto a aplicação de programas de conscientização em massa atingindo toda população durante todo o ano, amplie sua rede de esgoto sanitário e realize análise ambiental frequente das praias mais visitadas, e,
- ✓ confirmar se as aves e animais selvagens também são responsáveis pela dispersão de protozoários nas praias e rio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acha P.N. and Szvfres B. (1986). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes a/ hombre y a los anima/es. Organizacion Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, 2. ed., Publicación Científica nº 503, p.14-36.

Agência Nacional das Águas (2016). Divisão de Bacias [mapa]. (1:1.000.000) Brasília-DF.

Alves R. I. S., Cardoso O. O., Tonani K. A. A., Julião F. C., Trevilato T. M. B., Segura-Muñoz S. I. Water quality of the Ribeirão Preto Stream, a watercourse under anthropogenic influence in the southeast of Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 185, p. 1151–1161, 2013. doi: <https://doi-org.ez54.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10661-012-2622-0>

Amaral L. S., Duarde A. N., Silva V. L., Pinna L. C. L., Sotero-Martins A. Parasitological indicators of contamination at sand of beaches and monitoring by traditional methods and immunoenzymatic assay. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 9, n. 4, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2015v9n4p304-311>

Américo-Pinheiro J. H. P., Torres N. H., Ferreira L. F. R. Protistas ciliados e seu potencial uso como bioindicadores de qualidade de água. *ANAP Brasil*, v. 10, n. 18, 2017.

Amoah I. D., Singh G., Stenström T. A., Reddy P. Detectation and quantification of soil-transmitted helminthes in environmental samples: a review of current state-of-art and future perspectives. *Acta Tropica*, v. 169, p. 187-201, may/2017

Amoah I. D., Kumari S., Reddy P. Stenstrom T. A., Bux F. Impact of informal settlements and wastewater treatment plants on helminth egg contamination of urban rivers and risks associated with exposure. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 192, no. 11, oct./2020 doi: 10.1007/s10661-020-08660-0

Amoros, C. and Bornette, G.. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshw. Biol.*, v. 47, p. 761–776, 2002 doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427>

ANA (Agência Nacional de Águas) 2018. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual. Available from: <https://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>

Angelo P. G. e Carvalho A. R. Valor recreativo do rio Araguaia, região de Aruanã, estimado pelo método do custo de viagem. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 29, n.4, p. 421-428, 2007 doi: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v29i4.886>

Aquino S., Latrubesse E. M. e Filho E. E. S. Caracterização hidrológica e geomorfológica dos afluentes da Bacia do Rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, n. 1, p. 43-54, 2009.

Arnold M., VanDerslice J. A., Taylor B., Benson S., Allen S., Johnson M., Kiefer J., Boakye I., Arhinn B., Crookston B. T., Ansong D. Drinking water quality and source reliability in rural Ashanti region, Ghana. *J Water Health*. v.11, n. 1, p. 161-172, 2013. doi: 10.2166/wh.2013.104. PMID: 23428558.

Ashbolt N. J. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology*, v. 198, n. 1-3, p. 229-238, may/2004. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2004.01.030>

Assis, P. e Bayer, M. Análise multitemporal do sistema fluvial do rio Araguaia, Aruanã – Goiás, Brasil. *Élisée - Revista De Geografia Da UEG*, v. 9, n. 2, 2020. Recuperado de <https://www.praxia.ueg.br/index.php/elisee/article/view/10438>

Atabati H, Kassiri H, Shamloo E, Akbari M, Atamaleki A, Sahlabadi F, et al. A associação entre a falta de água potável segura e instalações de saneamento com risco de infecção intestinal *Entamoeba* spp.: uma revisão sistemática e meta-análise. *PLoS ONE* v. 15, n. 11, 2020 doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237102>

Ayed L. B., Schijven J., Alouini Z., Jemli S. Sabbahi S. Presence of parasitic protozoa and helminth in sewage and efficiency of sewage treatment in Tunisia. *Parasitology research*, v. 105, mar/2009. doi: <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1396-y>

Nogales B., Lanfranconi M. P., Pi J. M., Bosch R. Anthropogenic perturbations in marine microbial communities. *FEMS Microbiol*, 35, p. 275-298, 2010.

Barbosa C. V., Barreto M. M., Andrade R. J., Sodre´ F., d’Avila-Levy C. M., Peralta J. M., et al. Intestinal parasite infections in a rural community of Rio de Janeiro (Brazil): Prevalence and genetic diversity of *Blastocystis* subtypes. *PLoS ONE* v. 13, n. 3, 2018.

Bojar H, Kłapeć T. Contamination of selected recreational areas in Lublin Province, Eastern Poland, by eggs of *Toxocara* spp., *Ancylostoma* spp. and *Trichuris* spp. *Ann Agric Environ Med*. v. 25, n. 3, p. 460-463, 2018. doi: [10.26444/aaem/92252](https://doi.org/10.26444/aaem/92252)

Bojar H, Kłapeć T. Contamination of soil with eggs of geohelminths in recreational areas in the Lublin region of Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, v. 19, n. 2, p. 267-270, 2012. PMID: 22742799

BRASIL. (2001) Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 jan. 2001. Seção 1, n. 18, p. 70-71.

Braudes-Araújo, N.; Carvalho, R. A.; Tejerina-Garro, F. L. Pesca amadora e turismo no médio rio Araguaia, Brasil central. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. v.5, n.3, p. 136-150, jul.-dez. 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i3.p136-150> | ISSN 2238-8869

Brooker, S. et al. Contrasting patterns in the small-scale heterogeneity of human helminth infections in urban and rural environments in Brazil. *Int J Parasitol.*, v. 36, p. 1143-1151, 2006. doi [10.1016/j.ijpara.2006.05.009](https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2006.05.009)

Brookes, A. River Restorantin Experience in Northern Europe. In Brooks, A.; Shields, F. A. (Org.). *River Channel Restoration*. Wiley, Chichester, p. 233-268, 1996.

Bruno, F., Emídio T. A., Rosa C. A., Martorelli F. N. and Coelho C. P. Endoparasites in fecal samples from anatids in captivity in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal Veterinary Parasitology*, v. 30, n. 1, p. 6. 2021. doi <https://doi.org/10.1590/S1984-29612021009>

Buret, A. G. Mechanisms of epithelial dysfunction in giardiasis. *Gut*, v. 56, n. 3, p. 316-371, 2007. doi: 10.1136/gut.2006.107771

Carvalho E. A., Rocha R. L. Toxocaríase: Larva migrans visceral em crianças e adolescentes. *J Pediatr*, v. 87, n. 2, p. 100-110, 2011.

Carvalho, K. Q. et al. Influence of urban area on the water quality of the Campo River basin, Paraná State, Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 75, n. 4, suppl. 2, p. 96-106, dec./2015. doi <https://doi.org/10.1590/1519-6984.00413suppl>.

Carvalho, L. N., Arruda, R., Del-Claro, K. Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil. *Neotrop. ichthyol.*, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 93-98, June 2004. doi <https://doi.org/10.1590/S1679-62252004000200006>

Castro, S. S.; Xavier, L. S. e Barbalho, M. G. S. (2004). Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguaína: condicionantes dos processos erosivos lineares. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás, Goiânia.

Cavalcante, E. O.; Souza, A. H. P.; Cavalcante, C. C. S.; Serbino, N. M. B.; Santos, M. G. Microbiologia de areias das praças públicas da cidade de Porto Velho, RO, Brasil. *Revista intertexto*, Porto Velho, n.5, p. 1-11, 2010.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) 2019. IQA Índice de qualidade das águas. Available from: [http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-qualidadedas%C3%81guas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-qualidadedas%C3%81guas-(iqa)).

Coutinho, A. Bandeirantes-GO. Rio Araguaia, 1999. Disponível em: [http://www.rioaraguaia.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26&Itemid=25](http://www.rioaraguaia.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=25). Acesso em 19 jan. 2021.

Cunha A. C. Revisão descritiva sobre ecossistemas aquáticos na perspectiva da modelagem da qualidade da água. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 3, n. 1, p. 124-143, 2013.

Despommier D. Toxocariasis: clinical aspects, epidemiology, medical ecology, and molecular aspects *Clin Microbiol Rev*, vol. 16, n. 2, p. 265-272, 2003.

Feijó M. M., Arana S., Ceccarelli P. S., Adriano E. A.. Light and scanning electron microscopy of *Henneguya arapaima* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) and histology of infected sites in pirarucu (*Arapaima gigas*: Pisces: Arapaimidae) from the Araguaia River, Brazil. *Vet Parasitol.*, v. 157, n. 1-2, p. 59-64, oct./2008. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.06.009. PMID: 18771855.

Fernández-López L. A., Gil-Becerril K., Galindo-Gómez S., Estrada-García T., Ximénez C., Leon-Coria A., Moreau F., Chadee K., Tsutsumi V. *Entamoeba histolytica* interaction with

enteropathogenic *Escherichia coli* increases parasite virulence and inflammation in amebiasis. *Infeccion and Immunity*, v. 87, dez. 2019. doi: <https://doi.org/10.1128/IAI.00279-19>

Freitas, D. A.; Cabral, J. J. S. P.; Rocha, F. J. S.; Paiva, A. L. R.; Sens, M. L.; Veras, T. B. *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. removal by bank filtration at Beberibe River, Brazil. *River Research and Applications*, v. 33, n. 7, p. 1079-1087, sep. 2017. doi <https://doi.org/10.1002/rra.3151>

Garzio-Hadzick A., Shelton D. R., Hill R. L., Pachepsky Y.A., Guber A.K., and Rowland R. Survival of manure-borne *E.coli* in streambed sediments: effects of temperature and sediment properties. *Water Research*, v. 44, p. 2753-2762, 2010.

Goater, T. M., Goater, C. P. e Esch, G. W. (2013). *Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge: Cambridge University Press.

González-González, M. I. Un futuro a favor de la protección del agua. *Rev Cubana Hig Epidemiol, Ciudad de la Habana*, v. 51, n. 2, p. 126-128, ago. 2013 . Disponível em <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032013000200001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032013000200001&lng=es&nrm=iso)>.

Hachich EM, Sato MI, Galvani AT, Menegon JR, Mucci JL. *Giardia* and *Cryptosporidium* in source waters of São Paulo State, Brazil. *Water Sci Technol.*, v. 50, n. 1, p. 239-245, 2004. PMID: 15318516.

Haidar A, De Jesus O. *Entamoeba Coli*. [Atualizado em 7 de fevereiro de 2021]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; jan./2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564412/>

Henriquez F. L., Mooney R., Bandel T., Giammarini E., Zeroual M., Fiori P. L., Margarita V., Rappelli P. and Dessì D. (2021). Paradigms of Protist/Bacteria Symbioses Affecting Human Health: *Acanthamoeba* species and *Trichomonas vaginalis*. *Frontiers in Microbiology*, v. 11. doi 10.3389/fmicb.2020.616213

Hoffman, W. A.; Pons, J. A.; Janer, J. L. The sedimentation concentration method in *Schistosomiasis mansoni*. *Journal of Public Health*, v. 9, p. 281-289, 1934.

Hotez P. J., Brindley P. J., Bethony J. M., King C. H., Pearce E. J. and Jacobson J. Helminth infections: the great neglected tropical diseases. *The Journal of Clinical Investigation*, v. 118, n. 4, p. 1311-1321, 2008. doi <https://doi.org/10.1172/JCI34261>

IDEXX. Colilert test kit. Maine-USA: IDEXX Laboratories Inc, 2019, p. 8.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). População estimada. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Esgotamento sanitário adequado: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2010

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Esgotamento sanitário adequado: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2010

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): IBGE - Cidades. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acessado em 04 de janeiro de 2020.

Invik, J., Barkema, H. W., Massolo, A., Neumann, N. F. and Checkley, S.. Total coliform and *Escherichia coli* contamination in rural well water: analysis for passive surveillance. *Journal of Water & Health*, v. 15, n. 5, p. 729-740, 2017. doi: <https://doi.org/10.2166/wh.2017.185>

Irion et al., Araguaia River Floodplain: Size, Age, and Mineral Composition of a Large Tropical Savanna. *Wetlands*, v. 36, p. 945-956, 2016 doi: [10.1007/s13157-016-0807-y](https://doi.org/10.1007/s13157-016-0807-y)

Jourdan, P. M., Lamberton, P. H. L., Fenwick A. and Addiss D. G. Soil-transmitted helminth infections. *The Lancet*, v. 391, n. 10117, p. 252-265, 2018. doi [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31930-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31930-X).

Karaś, M.A., Turska-Szewczuk, A., Trapska, D. et al. Growth and Survival of *Mesorhizobium loti* Inside *Acanthamoeba* Enhanced Its Ability to Develop More Nodules on *Lotus corniculatus*. *Microb Ecol* n. 70, p. 566–575, 2015. doi <https://doi.org/10.1007/s00248-015-0587-6>

Kirsten, I. F. et al. A pesca do pirarucu (*Arapaima sp.*) Na bacia do rio Araguaia, estado de Mato Grosso - Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, [SI], v. 38, n. 2, pág. 131-144, nov. 2018. ISSN 1678-2305. Disponível em: <<https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/951> >.

Kreier, J. P. and Baker, J. R. (1978). *Parasitic protozoa*. 2 ed., vol. 3, Academic Press Inc: San Diego, California, p.563.

Latrubesse, E. e Stevaux, J. C.. Geomorphology and Environmental Aspects of Araguaia Fluvial Basin, Brazil. *Zeitschrift für Geomorphologie*. N. F. Berlin, v. 129,p. 109-127, 2002.

Latrubesse, E. M. e Lininger, K. B. Flooding hydrology and peak discharge attenuation along the middle Araguaia River in central Brazil. *Catena*, v. 143, p. 90-101, 2016. doi <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.03.043>

Leitão, V. S., Cuba, R. M. F., Santos, L. P. S., Neto, A. S. S. Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*, v.19, n. 3, p. 794-803, set-dez.2015. doi: [105902/2236117018330](https://doi.org/10.105902/2236117018330)

Mäler, K. *International Environmental Problems*. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 6, n. 1, p. 80-108, 1990. Access in: <<http://www.jstor.org/stable/23606116>>

Mandarino-Pereira A., Souza F. S., Lopes C. W. G., Pereira M. J. S. Prevalence of parasites in soil and dog feces according to diagnostic tests, *Veterinary Parasitology*, v. 170, n. 1–2, p. 176-181, 2010. doi <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.007>.

Mascarenhas, L. M. A., Ferreira, M. E., Ferreira, L. G. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na Bacia do Rio Araguaia. *Soc. nat. (Online)*, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 5-18, Apr./2009. doi <https://doi.org/10.1590/S1982-45132009000100001>.

Mascarini, L. M. (2003). Uma abordagem histórica da trajetória da parasitologia. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8 n. 3, p. 809-814.

Mattei, T. F., Bezerra, F. M., Mello, G. R. Despesas públicas e o nível de desenvolvimento humano dos estados brasileiros: Uma análise do IDHM 2000 e 2010. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia*, v. 17, n. 1, p. 29-54, jan.-abr. 2018. ISSN 1678-6483

Mello C. S., Mucci J. L. N., Cutolo S. A. Contaminação parasitária de solo em praças públicas da zona leste de São Paulo, SP-Brasil e a Associação com variáveis meteorológicas. *Revista de Patologia Tropical*, v. 40, n. 3, p. 253-262, jul-set 2011. doi:10.5216/rpt.v40i3.15976

Mesquita J. R., Esteves F., Santos C., Mega C., Coelho C., Cruz R., Vala H., Vasconcelos-Nóbrega C. ABC series on diagnostic parasitology part 1: the Willis method. *The Veterinary Nurse*, v. 8, n. 7, p. 398-402, 2017. doi <https://doi.org/10.12968/vetn.2017.8.7.398>

Mizgajska H. The role of some environmental factors in the contamination of soil with *Toxocara* spp. and other geohelminth eggs, *Parasitology International*, v. 46, n. 1, p. 67-72, 1997. doi [https://doi.org/10.1016/S1383-5769\(97\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S1383-5769(97)00011-1).

Molinaro, E. M.; Caputo, L. F. G. e Amendoeira, M. R. R. (2012). Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde. Volume 5, Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio - Instituto Oswaldo Cruz, p. 476 ISBN: 978-85-98768-41-0

Morais, R. P. (2006). A planície aluvial do médio rio Araguaia: processos geomorfológicos e suas implicações ambientais. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Muniz, D. H. F., Santana, M. L. C., Oliveira-Filho, E. C. Avaliação da qualidade de água e condições de balneabilidade no médio rio Araguaia. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v.9, n.2, p. 308-327, Mai.-Ago. 2020. doi <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i2.p308-327>

Nascimento O. A. S., Inácio H. L. D. Práticas corporais de lazer, consciência e comportamento ambiental no rio Araguaia: a praia do goiano. *Revista Brasileira de Estudos do Lazer*. Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 24-42, set./dez.2014.

Neves, D. P. (2016). *Parasitologia Humana*. 13 ed. São Paulo: Editora Atheneu, p. 587 ISBN 978-85-388-0715-5

Nunes, M. P. O., Costa M. S. G., Nunes J. F. L., Silva E. M. A., Dantas M. F. A. Avaliação dos métodos de Faust e cols., de Hoffman e cols., de Baerman modificado, utilizados na rotina sistemática, para o diagnóstico das enteroparasitoses. *Rev. Bras. Anal. Clin.*, v. 25, n. 1, p. 25-26, 1993.

Oliveira A. J., Santos M. C. H. G., Itaya N. M., Calil R. M. Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. *Atas da Saúde Ambiental*, v. 3, n. 2, 2015.

Overbo A., Williams A. R., Evans B., Hunter P. R., Bartram J. On-plot drinking water supplies and health: A systematic review. *International Journal of Hygiene and environmental health*, v. 219, n. 4-5, p. 317-330, jul/2016. doi 10.1016/j.ijheh.2016.04.008

Paquet-Durant I., Hernandez J., Dolz G., Zuñiga J. J. R., Schnieder T., Epe C. Prevalence of *Toxocara* spp, *Toxascaris leonina* and *ancylostomidae* in public parks and beaches in different climate zones of Costa Rica. *Acta Tropica*, v. 105, n. 1, p. 30-37, oct. 2007.

Passig, F. H. et al. Monitoring of urban and rural basins: water quality of Mourão basin. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 75, n. 4, supl. 2, p. 158-164, dec./2015. doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.01213suppl>.

Pechenik, J. A. (2016). *Biologia dos Invertebrados*. 7ed. Porto Alegre: AMGH. ISBN 978-85-8055-581-3

Pereira, D. R. M., Pinto, M. R. A importância do entendimento dos indicadores na tomada de decisão de gestores públicos. *Revista do Serviço Público*, Brasília, 63 (3): 363-380, jul.-set. 2012.

Pereira, J. T. et al. *Cryptosporidium* spp.: para controlar é necessário conhecer. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 10, n. 2, p. 12-25, 2009.

Pinto A. B e Oliveira A. J. F. C. Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas. *O Mundo da Saúde*, v. 35, n. 1, p. 105-114, 2011.

Poma H. R., Cacciabue D. G., Garcé B., Gonzo E. E., Rajal V. B. Towards a rational strategy for monitoring of microbiological quality of ambient waters. *Science of The Total Environment*, v. 433, n. 1, p. 98-109, set/2012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.019>

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD): Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM, 2010.

Pullan, R. L., Smith, J. L., Jasrasaria, R., and Brooker S. J.. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites Vectors* v. 7, n. 37, 2014. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-37>

Ramos L. M. J. (2011). *Romaria das Águas [manuscrito]: ambiente, afeto e representações nas praias do Rio Araguaia-GO*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia, 238 f.

Ré A. L., Bertoncin, A. C., Lopes F. R. F. e Cabral J. A. Importância da família Ancylostomidae como doença parasitária. *Pensamento Plural: revista científica do UNIFAE, São João da Boa Vista*, v. 5, n.1, p. 21-29., 2011.

Rey, L. (2008). *Parasitologia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.883.

Rezende, J. (1999). Parasito, parasito. *Revista de Patologia Tropical*. 28: 87-90.

Rocha S, Pinto R. M., Floriano A. P., Teixeira L. H., Bassili B., Martinez A., Costa S. O. P., Caseiro M. M. Análises ambientais do perfil parasitário encontrado na areia solo das praias do município de Santos, SP, Brasil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 53, n. 5, p. 277-281, out/2011. doi <https://doi.org/10.1590/S0036-46652011000500007>

Rochelle-Newall E., Nguyen T. M. H., Le T. P. Q., Sengtaheuanghoung O., Ribolzi O. A short review of fecal indicator bacteria in tropical aquatic ecosystems: knowledge gaps and future directions. *Frontiers in Microbiology*, v. 6, 2015. doi:10.3389/fmicb.2015.00308

Rodrigues A. S. L., Malafaia G., Castro P. T. A. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. *SaBios: Rev. Saúde e Biol, Campo Mourão*, v.5, n.1, p.26-42, jan/jul 2010

Santarém, U. A.; Sartor, I. F. e Bergamo, F. M. M. Contaminação por ovos de *Toxocara* spp de parques e praças públicas de Botucatu, São Paulo, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.31, p.529-532, 1998.

Santos, A. M. O uso de terra e as implicações sócio-ambientais na zona úmida do rio Araguaia, estado de Goiás, Brasil. *Finisterra*, v.43, n. 86, p. 91-106, 2008.

Santos, S. M. C., Ceccarelli, P., Luque J. L. Helminthos parasitos do pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae), no rio Araguaia, estado de Mato Grosso, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet. (Online)*, Jaboticabal, v. 17, n. 3, p. 171-173, Sept. 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612008000300012>.

Schuster F. L., Guglielmo J. B. and Vivesvara G. S.. In-Vitro Activity of Miltefosine and Voriconazole on Clinical Isolates of Free-Living Amebas: *Balamuthia mandrillaris*, *Acanthamoeba* spp., and *Naegleria fowleri*. *The Journal Eukaryotic Microbiology*, v. 53, n. 2, p. 121-126, 2006. doi <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2005.00082.x>

Schuster F. L., Vivesvara G. S. Amebae and ciliated protozoa as causal agents of waterborne zoonotic disease. *Veterinary Parasitology*, v. 126, n. 1, p. 91-120, dec./2004. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.09.019>

Sciabarrasi, A. A., Ruíz, M. Primer registro de *Entamoeba coli* en amazona aestiva *xanthopteryx* (loro hablador chaqueño) en Argentina. *FAGROPEC - Facultad de Ciencias Agropecuarias, [S.l.]*, v. 12, n. 1, p. 28-32, june 2020.

SEMAD (Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) 2019. Qualidade da água do Rio Araguaia é considerada excelente. Available from: <http://www.goias.gov.br/noticias/65913-qualidade-da-%C3%A1gua-do-rio-araguaia-%C3%A9-con siderada-excelente.html>

Silva D. P. and Scalize, P. S. Detection of *Cryptosporidium* spp. oocysts and *Giardia* spp. cysts in surface water destined for public supply in the state of Goiás, Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.25, n.5, p. 777-787, 2020. doi [https://doi.org/10.1590/s1413-41522020200312](https://doi.org/10.1590/s1413-4152202020200312)

Silva A.L.M. *Direito do meio ambiente e dos recursos naturais*, v. 2. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

Snieszko S. F. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. *J Fish Biol.*, v. 6, p. 197–208, 1974.

Souza, I. F. (2002). *Compartimentação da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Araguaia*. Monografia (Curso de Especialização em Geografia) Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. 110p.

Souza, L. S., Guilherme E., Andrade A. M. F, Santos F. G. A. Occurrence of endo and hemoparasites in *Sporophila caerulescens* captured in the eastern region of the state of Acre, Brazil. *Ciência Rural* [online], v. 49, n. 4, 2019. doi <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180811>

Stephenson, L.S.; Holland, C. V. and Cooper, E. S. The public health significance of *Trichuris trichiura*. *Parasitology*, v.121, p.73-95, 2000.

Sures, B. and Nachev, M. *Environmental Parasitology*. *Encyclopedia of parasitology*. p. 1–4, 2015.

Sures, B. *Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution*, *Trends in Parasitology*, v. 20, n. 4, p. 170-177, 2004.

Sures, B., Nachev, M., Selbach, C. et al. Parasite responses to pollution: what we know and where we go in ‘Environmental Parasitology’. *Parasites Vectors* 10, 65. 2017. doi <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2001-3>

Tavares, L. E. R.; Saad, C. D. R.; Cepeda, P. B.; Luque, José L. Larvals of *Terranova* sp. (nematoda: anisakidae) parasitic in *plagioscion squamosissimus* (perciformes: sciaenidae) from Araguaia river, state of Tocantins, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, Jaboticabal, v. 16, n. 2, p. 110-115, abr-jun 2007.

Thomas, K. (2010). *O homem e o mundo natural: mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800)*. São Paulo: Companhia das Letras.

Thompson, A. C. R. Giardiasis as a re-emerging infectious disease and its zoonotic potential. *International Journal for Parasitology*, v.30, p.1259-1267, 2000.

Tiyo R., Guedes T. A., Falavigna D. L., Falavigna-Guilherme A. L. Seasonal contamination of public squares and lawns by parasites with zoonotic potential in southern Brazil. *Journal of Helminthology*, v. 82, n. 1, p. 1-6, 2008. doi: 10.1017/S0022149X07870829

Valdez R. H., Grosbelli P. P. Análise microbiológica de areias de praças públicas da cidade de Palmas/PR. *Revista Ambiência*, Guarapuava/PR. v. 8, n. 3, p. 833-844, set/dez 2012 doi:10.5777/ambiencia.2012.05.03

Vaz, L. O., Silva, M. B., Ramos, A. D., Gonçalves, R. F., Cassini, S. T. A. Consolidação dos dados sobre a qualidade sanitária de areias de contato primário em escolas e logradouros públicos da cidade de Vitória – Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2008, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Abes, 2005. p. 1- 5

Vidal-Martínez, V. M., Pech, D., Sures, B., Purucker, S. T. and Poulin, R. Can parasites really reveal environmental impact? *Trends Parasitol.*, v. 26, p. 44-51, 2010.

Vital, A. V., Tejerina-Garro, F. L. O incentivo à pesca comercial de *Arapaima gigas* (pirarucu) do rio Araguaia (Brasil central) na revista “A Informação Goyana” (1917-1935). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. hum.*, Belém , v. 13, n. 1, p. 159-174, Apr. 2018. doi <http://dx.doi.org/10.1590/1981.81222018000100009>.

Vivesvara, G. S., Moura, H. e Schuster, F. L. Pathogenic and oportunist free-living amebae: *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri* e *Sappinia diploidea*. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, v. 50, n. 1-26, 2007. doi <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00232.x>

Von Zuben, C. J. Implicações da agregação espacial de parasitos para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasito. *Revista de Saúde Pública*, v. 31, n. 5, p. 523-530, 1997. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-89101997000600014>

Wang, Y., Wang, P., Bai, Y., Tian, Z., Li, J., Shao, X. et al. Assessment of surface water quality via multivariate statistical techniques: a case study of the Songhua River Harbin region, China. *Journal of HydroEnvironmental Research*, v. 7, n. 1, p. 30–40, 2013.

Wickham, Hadley. 2009. *Ggplot2: gráficos elegantes para análise de dados* . Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>

Whitman, R.L., Harwood, V.J., Edge, T.A. et al. Microbes in beach sands: integrating environment, ecology and public health. *Rev Environ Sci Biotechnol.* v. 13, p. 329–368, 2014. doi <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9340-8>

Willis, H. H. A Simple Levitation Method for the Detection of Hookworm Ova. *Medical Journal of Australia*, n. 29, p. 375-376, 1921.

Zacarkim, C. E. et al. Perfil dos pescadores da foz do rio Araguaia, Brasil. *Extensio: revista Eletrônica de Extensão*, v. 14, n. 25, pág. 27-44, 2017. ISSN-e 1807-0221. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6178241>. Data de acesso: 11 abr. 2021.

Zanetti, A. S. et al.. Diversity, geographical distribution, and prevalence of *Entamoeba* spp. in Brazil: a systematic review and meta-analysis. *Parasite*, v. 28, n. 17, p. 21, 2021. doi <https://doi.org/10.1051/parasite/2021028>

Zhang, Y., Dudgeon, D., Cheng, D., Thoe, W., Fok, L., Wang, Z., & Lee, J. Impacts of land use and water quality on macroinvertebrate communities in the Pearl River drainage basin, China. *Hydrobiologia*, v. 652, n. 1, p 71–88, 2010.