



Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Licenciatura em Biologia e Saúde

Trabalho de Culminação de Estudos II

Variante: Investigação

Avaliação dos níveis de contaminação parasitária da água do rio Infulene

Autora: Mariana Augusto Cumbi



Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Licenciatura em Biologia e Saúde

Trabalho de Culminação de Estudos II

Variante: Investigação

Tema:

Avaliação dos níveis de contaminação parasitária da água do rio Infulene

Autora:

Mariana Augusto Cumbi

Supervisores:

dr. Arlindo Chaúque

dr. Santos Mucave

Maputo, Fevereiro de 2025

Agradecimentos

Agradeço a Deus, que pela sua infinita misericórdia, abriu o caminho e me deu forças para concluir este trabalho.

Aos meus supervisores dr. Arlindo Adolfo Chaúque e dr. Santos Luís Mucave, expresso o meu mais profundo reconhecimento pela coordenação, orientação e compreensão demonstrada durante a realização deste trabalho.

Agradeço a Mestre Mery Rodrigues, pela confiança e apoio durante o processo de amostragem e à Mestre Irina de Sousa, pela atenção e apoio no laboratório.

Ao corpo docente da Faculdade de Ciências e Especialmente do Departamento de Ciências Biológicas, que durante a minha formação transmitiu um conjunto de elementos e métodos científicos que me têm sido úteis no meu dia-a-dia.

À minha mãe Rachel Nhangumbe, agradeço por todo amor, apoio incondicional, dedicação e empenho para a minha formação.

Ao meu noivo Inácio Mahumane, sou imensamente grata pelo amor incansável, que foi uma peça fundamental para o meu sucesso.

Aos meus irmãos Emídio Cumbi, Francelino Cumbi, Iracema Cumbi, Lina Cumbi, Osvaldo Cumbi, Otília Cumbi, as primas Gaudência Nhangumbe e Lina Nhangumbe agradeço pelo carinho e por estarem comigo em todos os momentos.

Aos meus amigos, especialmente a Sénia Sapane, Ricardina Mungoi, Agostinho Laquine, Vânia Marrengula, Eulália Magumane, Vicente Dionísio, Juliana Mendes e aos demais que de qualquer forma deram o seu contributo mora.

Aos meus colegas em especial à Vânia Matsinhe, por sempre me motivou e acreditou em mim, também a Andréa, Olívia, Jéssica, Albertina, Márcia, Edelmira, Shelsia e Yunna pela paciência, troca de experiências e, sobretudo pelo carinho que me deram durante todo o tempo.

A todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram para a realização do meu trabalho.

MUITO OBRIGADA!

Declaração de Honra

Declaro que este trabalho científico é resultado da minha investigação pessoal e da orientação dos meus supervisores. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas foram devidamente mencionadas nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, Janeiro de 2025

Assinatura

Mariana Augusto Cumbi

Mariana Augusto Cumbi

Dedicatória

A minha mãe Rachel Francisco Nhangumbe, que é para mim um exemplo de mulher batalhadora e que não poupa esforços para educação dos seus filhos.

Resumo

A água é um recurso essencial para a vida, mas sua contaminação pode representar, sérios riscos a saúde humana, servindo como veículo para agentes biológicos e químicos. O presente trabalho teve como objectivo avaliar os níveis de contaminação parasitária da água do rio Infulene. Foi realizado um estudo transversal descritivo entre os meses de julho á outubro de 2022, foi feita uma amostragem por conveniência e foram colhidas 16 amostras de água em garrafas esterilizadas ao longo rio Infulene. As amostras foram analisadas no laboratório de microbiologia do Departamento de Ciências Biológicas (UEM) por meio do método de sedimentação espontânea, com algumas modificações para facilitar a análise. Para análise dos dados foi usado o programa IBM SPSS versão 20.

Os resultados mostraram que, das 16 amostras analisadas, 15 (93%) das amostras foram encontrados helmintos e protozoários, sendo as espécies mais frequentes: *Entamoeba coli* (31%), *Ascaris lumbricoides* (29%), *Ténia spp.* (19%), *Enterobius Vermacularis* (7%) e *Entamoeba histolytica* (6%). A maior frequência de contaminação por parasitas foi observada Drenagem (Infulene) (17%), ETAR (Infulene) (11%) e não houve contaminação na Pontinha “depois” (0%). Em relação a distribuição dos parasitas a maior foi dos helmintos 61% (8/12) e a menor dos protozoários com 39% (8/10). Houve diferenças significativas nas frequências de contaminação das amostras de água nos pontos de amostragem ($p < 0,05$).

Os resultados deste estudo mostraram que as condições sanitárias da água do rio Infulene usada para a irrigação de hortaliça são inadequadas, pois apresentaram alto nível de contaminação acima dos valores recomendados pelas diretrizes da OMS (2013), o que coloca em risco a saúde dos agricultores, dos que consome as hortaliças irrigadas e outros utilizadores da água. É urgente implementar programas de educação sanitária nas áreas de cultivo e nas comunidades locais, promovendo boas práticas agrícolas e de saneamento.

Palavras-chaves: Água, Fontes de contaminação, Parasitas, Rio Infulene.

Lista de abreviações e siglas

°C: Graus Celsius

CDM: Cerveja de Moçambique

CMM: Conselho Municipal de Maputo

DCB: Departamento de Ciências Biológicas

ETAR: Estação de Tratamento de Águas Resíduas

ETE: Estação de Tratamento de Esgotos

GPS: Global Positioning System

L: Litros

N: Número

OMS: Organização Mundial da Saúde

UEM: Universidade Eduardo Mondlane

WHO: World Health Organization.

Índice

Agradecimentos	i
Declaração de Honra.....	ii
Dedicatória.....	iii
Resumo	iv
Lista de abreviações e siglas	v
Índice de ilustrações.....	viii
1.Introdução	1
1.1. Problema	3
1.2. Justificativa	3
1.3. Objectivos	5
1.3.1. Geral.....	5
1.3.2. Específicos	5
2. Revisão bibliográfica	6
2.1. Parasitas intestinais	6
2.2.1. Helmintos.....	6
2.2.2. Protozoários	7
2.3. Qualidade de água.....	8
2.4. Fontes de contaminação da água do rio Infulene.....	9
2.4.1. Actividades industriais.....	9
2.4.2. Drenagem (Infulene).....	9
2.4.3. Actividades domésticas.....	10
2.4.4. Estações de tratamento de águas residuais.....	10
2.4.5. Actividades agrícolas	10
3. Metodologia.....	12
3.1. Tipo de estudo.....	12
3.2. Área de estudo.....	12

3.3. Matérias.....	14
3.3.1.Amostras	14
3.3.2.Matérias.....	14
3.3.3.Equipamento	14
3.3.4.Reagentes	14
3.4. Escolha dos pontos de amostragem	15
3.5. Descrição do processo de amostragem	16
3.6. Níveis aceitáveis de agua usada para irrigação.....	17
3.7. Análise laboratorial	17
3.8. Procedimentos laboratoriais.....	17
3.9. Análise estatística dos dados.....	18
4.Resultados	19
4.1. Identificação das espécies de parasitas presentes na água do rio Infulene	19
4.2. Frequência de parasitas na água em cada ponto no rio Infulene.....	19
4.3. Mapas de distribuição de helmintos e protozoários ao longo do rio Infulene	20
5.Discussão	22
6.Conclusão.....	26
7.Recomendações.....	27
8.Referências bibliográficas.....	28
9. Anexos	1

Índice de ilustrações

Figura 1..Mapa com a localização do rio Infulene e os pontos de amostragem	13
Figura 2. Frequência de contaminação nas amostras de água por parasitas no rio Infulene. ..	19
Figura 3.Frequência de contaminação nas amostras de água em diferentes locais de amostragem no rio Infulene	20
Figura 4. Mapa com distribuição de helmintos ao longo do rio Infulene.....	21
Figura 5. Mapa com distribuição de protozoário ao longo do rio Infulene	21

1.Introdução

As infecções parasitárias constituem um grave problema de saúde pública, afectando populações que vivem nas regiões tropicais e subtropicais, sobretudo nos países em desenvolvimento como Moçambique (WHO, 2022).

A transmissão ocorre através de alimentos, águas e solos contaminados, além disso, factores ambientais e climáticos contribuindo para o aumento da taxa de infecção em vários países (Fernandes *et al.*, 2021). Os agentes causadores destas infecções podem ser protozoários e helmintos, podem resultar em alterações no estado físico, psicológico e social, podendo afectar a qualidade de vida do indivíduo infectado (Reuter *et al.*, 2015). As doenças diarreicas, frequentemente associadas a parasitas intestinais, continuam a ser uma das principais causas de mortalidade infantil, representando aproximadamente 21% das mortes de crianças menores de cinco anos (Mamdando *et al.*, 2007).

Segundo a OMS (2017) 1,5 bilhões de pessoas, ou seja 24% da população mundial possuem infecções parasitárias principalmente pelos helmintos transmitidos através solo (geo-helmintos). Os Geo-helmintos são parasitas que em alguma fase do seu ciclo de vida, precisam de se desenvolver no solo ou na água. Suas larvas e ovos entram em contacto com o hospedeiro, geralmente por meio da ingestão de alimentos, águas contaminadas, ou pelo contacto directo com o solo contaminado (Ferreira *et al.*, 2023).

A contaminação ambiental, principalmente de água, solo e vegetais por dejetos humanos e animais, é a principais fontes de patógenos que afectam o trato gastrointestinal levando a sintomas como dor de cabeça, náuseas, vômitos, dores abdominais e febre (Barbosa *et al.*, 2013). A qualidade da água, especialmente em áreas rurais e urbanas com saneamento precário, tem grande influência na ocorrência dessas doenças (Santos *et al.*, 2024).

Vários estudos têm demonstrado que a água contaminada tem importância na saúde pública pois constituem uma importante via de transmissão de patogénicos (Cortes *et al.*, 2014; Gurmassa *et al.*, 2023).

Em Moçambique, o uso de águas contaminadas para irrigação tem sido identificado como uma fonte significativa de risco para a saúde pública, especialmente em áreas como o rio Infulene, na cidade de Maputo, onde as condições de drenagem são precárias e as inundações frequentes agravam a situação (Nhantumbo, 2022). Em estudo feito por Chibantão (2012),

mostrou que a água do rio Infulene, é usada para irrigação de hortaliças vendidas na cidade e província de Maputo. A água é um recurso essencial para a vida, mas sua contaminação pode representar, sérios riscos a saúde humana, servindo como veículo para agentes biológicos e químicos (Casedei, 2016).

Um estudo realizado em Moçambique em crianças até 14 anos hospitalizados com diarreia entre 2014-2019, encontrou várias espécies de parasitas, sendo as mais frequentemente detectadas: *Ascaris lumbricoides* (26.8%), *Trichuris trichiura* (26.8%), *Cryptosporium spp.* (8.1%) *Giardia intestinalis* (1.3%), *Entamoeba spp.* (1.9%) e *Ancylostoma spp.* (2.0%) (Nhambirre *et al.*, 2022).

O presente estudo visava avaliar os níveis de contaminação parasitária da água do rio Infulene, província e cidade de Maputo.

1.1. Problema

O rio Infulene, está potencialmente sujeito à contaminação por agroquímicos, esgotos domésticos e efluentes industriais e escoamento superficial de diversas fontes de poluição (Zhou *et al.*, 2015). Essa poluição resulta em altos níveis de nutrientes e microrganismos patogênicos, como bactérias, protozoários e helmintos, representando sérios riscos à saúde pública, especialmente em áreas onde a água é utilizada para consumo humano e irrigação (Molina-Guzman; Rios-Osório, 2020).

O uso de água contaminada por parasitas intestinais para irrigação é uma via directa de transmissão de doenças, representando um risco à segurança alimentar e à saúde dos consumidores (Santos *et al.*, 2024).

Braga e Lima (2014), afirmam que o uso de águas residuais na irrigação de hortaliças é uma prática comum, mas muitas vezes as águas usadas apresentam contaminantes que excedem os limites estabelecidos pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013) para o reúso de água na agricultura, aumentando o risco de contaminação das culturas. A contaminação da água por *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia* e *Thichuris trichiura*, de acordo com Blumenthal *et al.* (2000), apresentam limites das diretrizes mais rigorosos (≤ 1 ovos/L) para águas residuais. A presença de parasitas intestinais indica que a água não é tratada adequadamente, comprometendo a qualidade da água (Ben Ayed *et al.*, 2018). Nessa perspectiva, surgiu a seguinte questão: **Qual é o nível de contaminação parasitária da água do rio Infulene?**

1.2. Justificativa

Maputo apresenta um desenvolvimento urbano caracterizado por algumas actividades informais e industriais assentamentos que mais frequentemente não respeitam as leis de proteção ambiental. Os rios urbanos, como o rio Infulene, estão particularmente expostos a esse problema, sendo contaminados por substâncias químicas provenientes de actividades industriais e resíduos microbiológicos decorrentes de práticas agrícolas e de assentamentos humano (Nhantumbo *et al.*, 2022).

Em Moçambique, particularmente na área do rio Infulene, há uma escassez de dados sobre a contaminação parasitária da água, o que dificulta a avaliação precisa dos níveis de

contaminação e os fatores de risco associados à transmissão parasitária para os seres humanos.

Esse estudo contribuirá para a identificação de medidas de controle e prevenção, promovendo a preservação ambiental e melhorando as práticas de saneamento. A divulgação dos resultados obtidos permitirá informar e educar a população e os responsáveis pela gestão de recursos hídricos sobre os riscos da contaminação parasitária, facilitando a implementação de políticas públicas mais eficazes no combate às doenças parasitárias.

1.3. Objectivos

1.3.1. Geral

- Avaliar o nível de contaminação parasitária da água do rio Infulene.

1.3.2. Específicos

- Identificar as espécies de parasitas presentes na água do rio Infulene;
- Determinar a frequência de parasitas na água em cada ponto no rio Infulene;
- Mapear a distribuição de helmintos e protozoários na água ao longo do rio Infulene.

2. Revisão bibliográfica

O referencial teórico descrito foi baseado em revisão bibliográfica, síntese de artigos científicos e livros sobre a contaminação parasitária da água.

2.1. Parasitas intestinais

As parasitoses ou enteroparasitoses são doenças causadas por helmintos e protozoários que em alguma fase do seu desenvolvimento, habitam patologicamente o trato gastrointestinal humano (WHO, 2022).

Embora esses parasitas intestinais sejam encontrados em diversas partes do mundo, sua prevalência é maior em regiões tropicais e subtropicais, como Moçambique (Nhambirre *et al.*, 2022). A população infantil, principalmente crianças de 0-5 anos, é a mais afectada por essas parasitoses intestinais. Essa elevada prevalência nas crianças esta relacionada a uma combinação de factores comportamentais, biológicos e ambientais aos quais estão expostos. Além disso, a falta de investimento em infraestruturas e medidas de prevenção, como o saneamento básico, contribui para a perpetuação dessa condição (Casmó *et al.*, 2023).

Em Moçambique, as parasitas intestinais ocorrem em todas as províncias, mas apresentam maior prevalência nas províncias de Maputo (23,9), Sofala (23.1%), Zambézia (13.3%) e Nampula (12.6%) (Nhambirre *et al.*, 2022)

2.2.1. Helmintos

Os helmintos são parasitas pluricelulares eucariontes de vida livre ou parasitária de plantas, animais e seres humanos. Os helmintos podem ser divididos em dois grupos principais: os Platyhelminthes (vermes achatados), os platelmintos são subdivididos em Cestódeos (tênia) e Trematódeos (fascíolas) e os Nematelminthes (vermes cilíndricos) (Rey, 2010; Ferreira *et al.*, 2023).

Algumas das doenças causadas por helmintos incluem: Ascaridíase, Tricuriose, Enterobiose, Ancilostomose e Estrogiloidíase (Rey, 2010).

A ascaridíase é uma doença causada pelo *Ascaris lumbricoides*, conhecido popularmente como lombriga, afecta cerca de 807.000 a 1,221 milhões de pessoas no mundo. A transmissão ocorre pela ingestão dos ovos com larva que podem ser encontrados nos alimentos e água, pela falta de hábito de lavar as mãos. (OMS, 2017). É responsável por altos índices de morbidade e mortalidade nos países em desenvolvimento (Nelson, 2017).

O *Trichuris trichiura* é o agente causador da tricuriase. Estima-se que aproximadamente 1 bilhão de pessoas estejam infectadas por esse helminto. A transmissão ocorre pela ingestão de ovos com larva em alimentos contaminados, a disseminação facilitada pelo vento, água e vectores (Neves *et al.*, 2011).

Ancilostomíase ou doença do amarelão é doença causada por vermes da família Ancylostomatidae, são espécies parasitas do homem e responsáveis por causar a ancilostomíase (Neves *et al.*, 2011). Os vermes adultos vivem no intestino delgado e alimentam-se de sangue, os ovos liberam larvas rhabditiformes, que crescem nas fezes ou no solo, depois de 5 a 10 dias, as larvas torna se infecciosas, quando entram em contacto com o hospedeiro humano, penetram na pele e são levados pelos vasos sanguíneos até coração e seguir até o pulmão (Rey, 2011).

O *Strongyloides stercoralis* é um helminto muito comum em países de clima tropical, que causa doença denominada estrogiloidíase. Esta doença é normalmente assintomática, mas em pacientes imunocomprometidos pode afectar severamente causando a hiper-infecção. A transmissão ocorre por penetração da larva filarioide (estágio infectante do *Strongyloides stercoralis*) através da pele dos espaços interdigitais dos pés, podendo também penetrar através da pele de qualquer outro local do corpo que estiver em contacto com o solo (Anschau *et al.*, 2013).

2.2.2. Protozoários

Os protozoários são organismos de vida livre e unicelulares que tem a capacidade de se regenerar, reproduzir e desenvolver nos intestinos dos humanos, sendo transmitidos por via fecal oral, por meio de águas, alimentos contaminados ou contacto directo entre pessoas (Neves *et al.*, 2011; Hikal, 2020). Algumas doenças causadas por protozoários incluem: Cryptosporidiose, Giardíase e a Amebíase (Neves *et al.*, 2011).

A giardíase é causada pelo protozoário flagelado denominado *Giardia lamblia*, que possui duas formas evolutivas, o trofozoíto e o cisto. A giardíase é responsável por aproximadamente 280 milhões de casos de infecções por ano, sendo transmitida principalmente por ingestão de cistos presentes em alimentos ou águas contaminada (Neves *et al.*, 2011).

Entamoeba histolytica é um potencial agente patogénico que causa uma doença chamada amebíase, cujos sintomas são diarreia intensa, dor abdominal, gases e aumento da temperatura corporal, podendo migrar através da corrente sanguínea para outros órgãos (como fígado, pulmões e cérebro) podendo causar abscessos. É a segunda maior causa de morte por parasitoses provocadas por protozoário no mundo depois da malária (Efstratiou *et al.*, 2017). O *Entamoeba histolytica* também é eliminado do organismo através das fezes, por isso a sua presença em água decorre da contaminação fecal humana.

O *Entamoeba coli* não é considerado um agente patogénico (apesar de alguns estudos terem revelado a presença de glóbulos vermelhos no seu interior). É um protozoário considerado comensal no lúmen do intestino grosso e que pode fagocitar os microrganismos da flora intestinal causando alguns distúrbios devido a diminuição da flora intestinal (Efstratiou *et al.*, 2017). Porém sua presença em água deve servir como alerta para a ocorrência de agentes patogénicos, uma vez, que resulta da contaminação fecal

2.3. Qualidade de água

A água é um recurso natural essencial para sobrevivência de todos os seres vivos, a crescente demanda de água causada principalmente pelo crescimento explosivo das populações urbanas, tem pressionado o homem a reutilizar águas residuais para o desenvolvimento das actividades (Liyanage e Yamada 2017).

Porém, a água doce vem se tornando escassa, em decorrência do grande crescimento da população urbana, o que favorece contaminação de mananciais, pois o esgoto volta para o rio sem tratamento adequado, comprometendo a qualidade da água dos rios e afectando drasticamente a saúde da população (Casedei, 2016).

As características desejáveis e necessárias da água dependem de como ela será utilizada. As águas superficiais são utilizadas para a irrigação de horticulturas, principalmente nas zonas verdes de grandes centros urbanos da cidade de Maputo, apresentam-se muitas vezes contaminadas por agentes físicos, químicos e microbiológicos. As hortaliças, em especial aquelas consumidas cruas, quando irrigadas com tais águas podem servir de veículos para a transmissão de doenças ao consumir e as mesmas águas podem contaminar o solo (Chibantão, 2012).

As principais fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogénicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas são os esgotos domésticos e

industrial, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e modernização da agricultura (Von Sperling, 2014). A turvação da água do rio Infulene deve-se à presença em elevada concentração de partículas suspensas na água, provocando uma cor mais escura. A ocorrência elevada de microrganismos patogénicos está associada ao uso de fertilizantes e despejos de efluentes domésticos e industriais, o que aumenta o risco de doenças (Sitoe *et al.*, 2019).

Moçambique, a diarreia é ainda uma das principais causas de morte em crianças, estimando-se que tenham morrido 5.741 crianças com menos de cinco anos, o que corresponde a 7% das causas de morte em crianças desta faixa etária em 2018 (OMS, 2021).

A presença de organismos patogénicos no rio Infulene, é um dos aspectos que contribuem para o impacto da qualidade da água, onde ocorre por meio de fontes difusas de esgoto sanitário na rede de drenagem pluvial, fezes de animais e transbordamento de fossas sépticas (Nhantumbo, 2022).

2.4. Fontes de contaminação da água do rio Infulene

As principais fontes de contaminação de rios são os lançamentos de água proveniente esgotos das cidades sem tratamento, introduzindo organismos patogénicos de que causam doenças intestinais, que escoam com a chuva sendo arrastados para o leito dos rios e as indústrias, que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos (Marcelino *et al.*, 2018).

2.4.1. Actividades industriais

Outro contribuinte significativo para a contaminação da água do rio Infulene são as descargas industriais. As águas residuárias industriais apresentam uma grande variação tanto na sua composição como na sua vazão, refletindo seus processos de produção. Originam-se em alguns pontos: águas sanitárias, efluentes de banheiro e cozinhas, águas de refrigeração, água utilizada para resfriamento, águas de processos, águas que têm contacto directo com a matéria-prima do produto processado (Von Sperling, 2014).

2.4.2. Drenagem (Infulene)

A drenagem da Cidade de Maputo recebe efluentes domésticos provenientes de assentamentos informais com altos níveis de microrganismos patogénicos (Sitoe *et al.*, 2019).

Os bairros de Xipamanine, Malhangelene, Maxaquene, Mafalala e Aeroporto são considerados como tendo condições de saneamento muito precárias, com excesso de matéria orgânica e dejetos humanos lançados directamente na rede de drenagem, que devido à falta de coletores de efluentes domésticos, os moradores fazem ligações clandestinas de tubulações para efluentes domésticos que por sua vez são conduzidos ao sistema de drenagem pluvial sem prévio tratamento (CMM, 2022).

2.4.3. Actividades domésticas

Uma das fontes de poluição das águas do rio Infulene são os esgotos não tratados ou maltratados. As águas que compõem o esgoto doméstico, compreendem as águas utilizadas para higiene pessoal, cocção e lavagem de alimentos e utensílios, além da água usada em vasos sanitários. Os esgotos domésticos são constituídos primeiramente por matéria orgânica biodegradável microrganismos (bactérias, vírus, etc.) nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos e graxas, detergentes e metais (Von Sperling, 2014).

2.4.4. Estações de tratamento de águas residuais

Na ETAR as lagoas apresentam um crescimento excessivo de vegetação reduzindo desta forma a eficácia de tratamento dos resíduos líquidos. Há ausência de tratamento secundário adequado que não permite a remoção de patógenos para limites aceitáveis, desta forma, esta água não é apropriada para aproveitamento agrícola, especialmente para a rega de hortaliças consumidas cruas, como se tem vindo a constatar (Siteo *et al.*, 2019).

Os efluentes da ETAR de Infulene e de outras actividades são lançadas para o rio Mulauzi e as águas são aproveitadas para a rega de hortícolas no rio Infulene. A contínua emissão destes efluentes para o rio poderá estar a contribuir para contaminação parasitária da água (Siteo *et al.*, 2019).

2.4.5. Actividades agrícolas

A agricultura é outra fonte de poluição da água, devido ao escoamento de fertilizantes e pesticidas para os rios. Nas machambas ao longo da margem do rio Infulene podem ser vistos a deposição de fertilizantes de origem animal proveniente de matadouro, que provavelmente os agricultores adicionem esses esterco como fertilizantes em seus canteiros (Siteo *et al.*, 2019)

Os fertilizantes e agrotóxicos utilizados na agricultura por sua vez podem contaminar a água com substâncias como nitratos, sais e metais pesados bem como bactérias e parasitas. Estes contaminantes por sua vez são responsáveis pelo aumento de microrganismos patogênicos, nitratos, fosfatos, e cloretos na água subterrânea (Langa, 2022).

3. Metodologia

3.1. Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal com abordagem quantitativa.

3.2. Área de estudo

O rio Infulene está localizado na província de Maputo e faz fronteira com os municípios de Maputo e Matola, entre as latitudes 25°45',25''S e 25°56'06,11 e longitudes 32°30'12,27''E e 32°35'13,86''E. O rio tem um comprimento de cerca de 0,5 km de largura média, e estende-se na direção Norte-Sul, cobrindo bairros urbanos e suburbanos da província e cidade de Maputo (Zunguze, *et al.*, 2009).

O rio Infulene resulta da ramificação do rio Incomati, próximo á sua foz, o riacho que conforma esta baixa, têm o nome de rio Mulaúzi e percorre vários bairros periféricos das cidade de Maputo e Matola numa extensão que ultrapassa 15 km, antes de desaguar na Baía de Maputo (Zunguze, *et al.*, 2009; Nhantumbo, 2022).

O clima é tropical, com temperatura média anual entre 22,8°C e 23,4°C e média mensal entre 19,5°C e 26,3°C, atingindo os picos máximos e mínimos, nos meses de fevereiro e julho respectivamente, o período mais quente do ano compreende os meses de novembro á abril e o mais frio os meses de maio á outubro (Macuacua, 2005; Chibantão, 2012).

A humidade relativa media anual varia de 77,9% a 78,1%, os meses com maior humidade relativa são fevereiro e março com 81,0% e 80,5%, respectivamente, e os meses com menor humidade são junho e julho com 75,0% e 76,0%, respectivamente, o período de maior precipitação ocorre nos meses mais quentes entre novembro e março. Com uma precipitação média anual entre 964,5 mm e 999,7mm (Macuacua, 2005; Chibantão, 2012).

As actividades agrícolas decorrem todo o ano, sendo que no período de inverno entre abril e julho, onde as temperaturas são apropriadas para as culturas aqui praticadas (hortícolas). No verão há mais chuvas e o rio costuma inundar (Sitoe *et al.*, 2019).

No rio Infulene pratica-se uma agricultura periurbana, comercial e intensiva. A zona faz parte das áreas próprias para agricultura na Cidade de Maputo. Denominadas zonas verdes (Macuacua, 2005). Constitui uma fonte de rendimento para cerca de 1073 famílias e é fonte

de emprego para trabalhadores contratados e para os revendedores de hortícolas (Macuacua, 2005).



Figura 1. Mapa com a localização do rio Infulene e os pontos de amostragem.

3.3. Matérias

3.3.1. Amostras

16 Amostras de Água

3.3.2. Matérias

Lâminas

Lamelas

Baldes de 20L

Guias de identificação

Luvas de latex (S)

Garrafas estéres (16)

Caixa térmica

Pipetas de pasteur

Gazes

Copo de Becker de 1000ml

Papel higiênico

Gelo

Bata

Flash 16 GB

Folha A4

Canetas

Caderno

Lápis

3.3.3. Equipamento

Microscópio óptico 350-Optika

3.3.4. Reagentes

Água destilada

Sabão líquido

Soluto de lugol

3.4. Escolha dos pontos de amostragem

Os pontos de amostragem foram escolhidos tomando em conta as zonas próximas do rio com as nascentes, próxima dos locais onde a água é retirada para uso urbano, agricultura, uso doméstico de alguns moradores, mistura das águas pluviais, indústrias e do rio, próxima as fábricas de grande potência e capacidade de emissão de efluentes e empreendimentos construídos ao longo do rio que podem de certo modo contribuir para a contaminação das águas do rio Infulene. Um estudo similar feito por Chibantão (2012), sobre o Controlo da qualidade de água do rio Infulene, procurou avaliar (7) sete possíveis fontes de contaminação.

Neste estudo foram selecionados 16 pontos possíveis de contaminação da água do rio Infulene, nomeadamente o ponto 1-Marracuene (nascente), 2-Intaka 1, 3-Etar (Zimpeto), 4-Rio Zimpeto, 5-Benfica Antes (fabrica), 6-Benfica Depois, 7-Rio Benfica, 8-Placa Mulauze, 9- Drenagem (Infulene), 10- CDM, 11-Drenagem (Infulene) e CDM, 12-Mistura: Rio Mulauze e CDM, 13-Misturas: águas da CDM + Drenagem (Infulene) + Mulauze, 14-ETAR Infulene, 15-Pontinha (Antes) e 16-Pontinha (Depois) no bairro de Infulene.

Marracuene (nascente) – a nascente de um rio pode ser considerada uma fonte importante, especialmente se estiver sujeita a influências humanas ou animais que introduzem parasitas no rio (Rapulua, 2022).

Benfica (fábrica de vinho e fábrica de papel) – as fábricas de vinho e de papel, podem ser fonte de contaminação parasitária devido ao descarte inadequado de resíduos líquidos ou sólidos provenientes do processo de produção, esses resíduos podem conter substâncias orgânicas que, se não forem tratadas adequadamente, podem favorecer o crescimento de parasitas (Chibantão, 2012).

Drenagem (Infulene) – é uma fonte significativa de contaminação da água do rio, uma vez que o sistema de drenagem está conectado a área onde há esgotos não tratados, resíduos industriais, esses contaminantes podem carregar microrganismos patogénicos para o rio, aumentando o risco de doenças transmitidas pela água (Chibantão, 2012; Nhantumbo, 2022).

CDM (Cerveja de Moçambique) - é uma das importantes fontes de poluição dos rios, uma vez que utiliza água para a limpeza e desinfecção, gerando efluente, além disso, várias substâncias orgânicas também responsáveis, tais como: restos de matéria-prima, cola de rótulos, produtos de limpeza e desinfecção, anti-espumantes, lubrificantes de esteira que diluídos em água transformam-se em efluente (Nhantumbo, 2022).

Misturas de águas da CDM + Drenagem (Infulene) +Mulauze – a mistura dessas águas pode ser considerada uma contaminação significativa, pois as águas pluviais carregam resíduos de áreas urbanas, como esgotos não tratados, óleos, pesticidas e resíduos de animais e essas águas misturam com a drenagem e o rio, os parasitas presentes nesses resíduos podem ser transferidos para o rio.

ETAR- a Estação de tratamentos de águas residuais pode ser considerada como uma fonte importante, uma vez que carrega junto aos seus efluentes grandes quantidades de resíduos domésticos e águas estagnadas, que apesar do tratamento, não há total eliminação dos agentes contaminantes (Siteo *et al.*, 2019)

Pontinha (Antes) – este ponto é significativo, pois todos os efluentes do rio Infulene passam por este ponto e muitos agricultores usam como fonte de água para as suas actividades, facto que pode contribuir para maior contaminação.

Pontinha (Depois) – embora não seja tão importante quanto os pontos anteriores, este local é caracterizado filtrada e com alta corrente, o que pode contribuir para menor contaminação por microrganismos.

3.5. Descrição do processo de amostragem

Para a colheita de amostras foi usada a amostragem por conveniência, considerando-se a população local, localização geográfica e o tempo. Foram selecionados dezasseis (16) pontos e para cada ponto foram coletados 1,5l de água. Foi realizada a caracterização física da área entorno dos pontos de coleta, avaliando sua localização geográfica (utilizando GPS).

A amostragem foi realizada nos meses de julho á outubro de 2022 (duração de seis semanas), foram feitas as colheitas nas primeiras horas do dia entre as 8 e 11 horas. Com auxílio de um balde plástico com capacidade de 5l foram retiradas as amostras de água em cada ponto de amostragem e colocada nas garrafas esterilizadas de 1.5l, devidamente etiquetadas com local e data de amostragem, de seguida foram colocados em uma caixa térmica contendo gelo, para garantir que a água tenha uma temperatura não superior a 4°C e de forma asséptica em uma caixa térmica, foram analisadas em um período não superior a 24 horas.

Todas as amostras colhidas foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia do Departamento de Ciências Biológicas (DCB) – UEM para serem analisadas.

3.6. Níveis aceitáveis de água usada para irrigação

Para avaliar os níveis de contaminação em cada ponto de amostragem, foram realizadas comparações entre os resultados encontrados e os limites aceitáveis de contaminação parasitária estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013) para águas usadas na irrigação (Anexo. 3).

3.7. Análise laboratorial

Para aferir o nível de contaminação da água foi usada técnica sedimentação espontânea (Hoffmann *et al.*, 1993) com algumas modificações para análise de água conforme a descrição de Mendonça *et al.* (2021), por ser de fácil execução e de baixo custo, tem maior eficácia por permitir a detenção de maior quantidade de ovos, cistos e larvas.

3.8. Procedimentos laboratoriais

Após a colheita das amostras de água, cada amostra foi filtrada com gazes de 4 dobras e foi transferido para copo de becker de 1000ml e deixado em repouso para sedimentação espontânea por 24h á 25°C; De seguida, após 24h decantou-se aproximadamente 90% do sobrenadante cuidadosamente para que não houvesse suspensão do sedimento, restando apenas o sedimento numa quantidade correspondente a 0,5 ml; Deste sedimento retirou-se com a ajuda de uma pipeta de Pasteur, 0,05 ml para uma lâmina, adicionou-se uma gota de lugol a 10% e cobriu-se com uma lamela; Levou-se para o microscópio óptico e observou-se com as objetivas de 10x e 40x e Procedeu-se com a identificação com auxílio de Altas da OMS (1994), anotação e contagem numérica de parasitas observados de 1 a 10 campos. Para obter o número de parasitas em cada amostra de água, foi usada a seguinte fórmula.

$$NA = \frac{ax0,5}{0,05} \text{ Onde:}$$

NA=nº total de ovos, larvas e cistos na amostra;

a= nº de ovos, larvas e cistos obtidos na lâmina;

0,5= Volume do sedimento (ml);

0,05=Alíquota retirada (ml).

3.9. Análise estatística dos dados

Os dados foram organizados no Microsoft Office Excel 2010, onde foi feita a exploração inicial dos dados e a sua representação em gráfico e para verificar a distribuição dos parasitas no rio foi usado o programa ArcMap versão 10.

O programa IBM SPSS versão 20, foi utilizado para todas as análises estatísticas deste estudo. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Foram usados os testes Kruskal Wallis e o teste de Dunn para verificar se existiam diferenças significativas nos níveis de contaminação da água em diferentes pontos de amostragem. Considerou-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$)

4. Resultados

4.1. Identificação das espécies de parasitas presentes na água do rio Infulene

As análises revelaram que (15) 93% das amostras de água estavam contaminadas por parasitas. Verificou-se maior frequência de *Entamoeba coli* (31%) e *Ascaris lumbricoides* (29%) e menor frequência de *Strongyloides stercoralis* (4%) e *Balantidium coli* (2%).

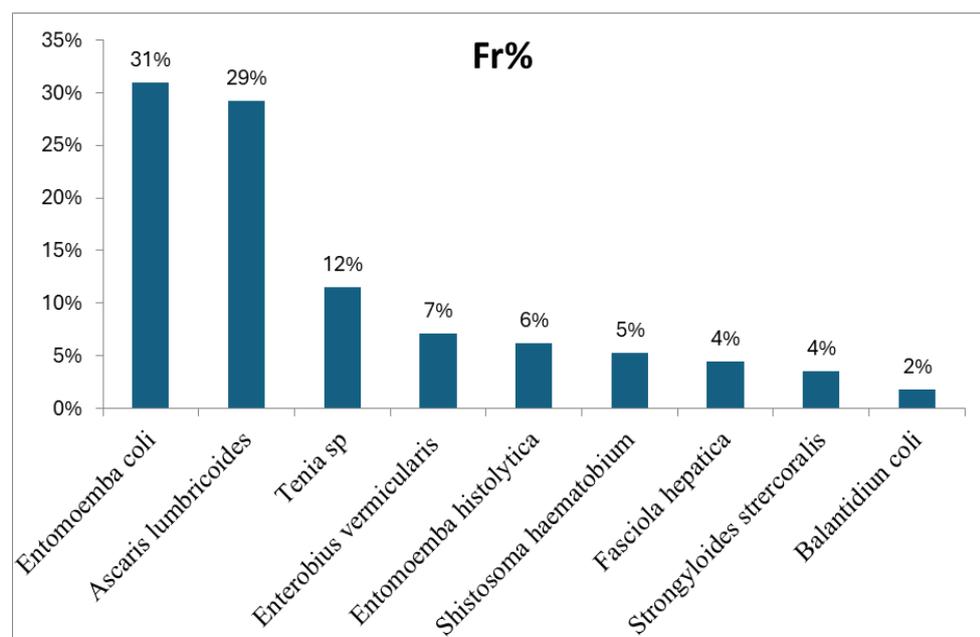


Figura 2. Frequência de contaminação nas amostras de água por parasitas no rio Infulene.

4.2. Frequência de parasitas na água em cada ponto no rio Infulene

Dos (16) pontos avaliados ao longo do rio Infulene (15) pontos revelaram contaminação por parasitas. Verificou-se maior contaminação nas amostras de água da Drenagem (Infulene) (17%) e não houve contaminação nas amostras de água Pontinha “depois” (0%), houve diferenças estatisticamente significativas entre as frequências de contaminação da água por parasitas no ponto 1-Marracuene (nascente) com o 4-Rio Zimpeto, 13-Mistura das águas CDM, Drenagem e rio Mulauzi com o 14-ETAR (Infulene) [$X^2(15) = 27,144$; $p < 0,05$].

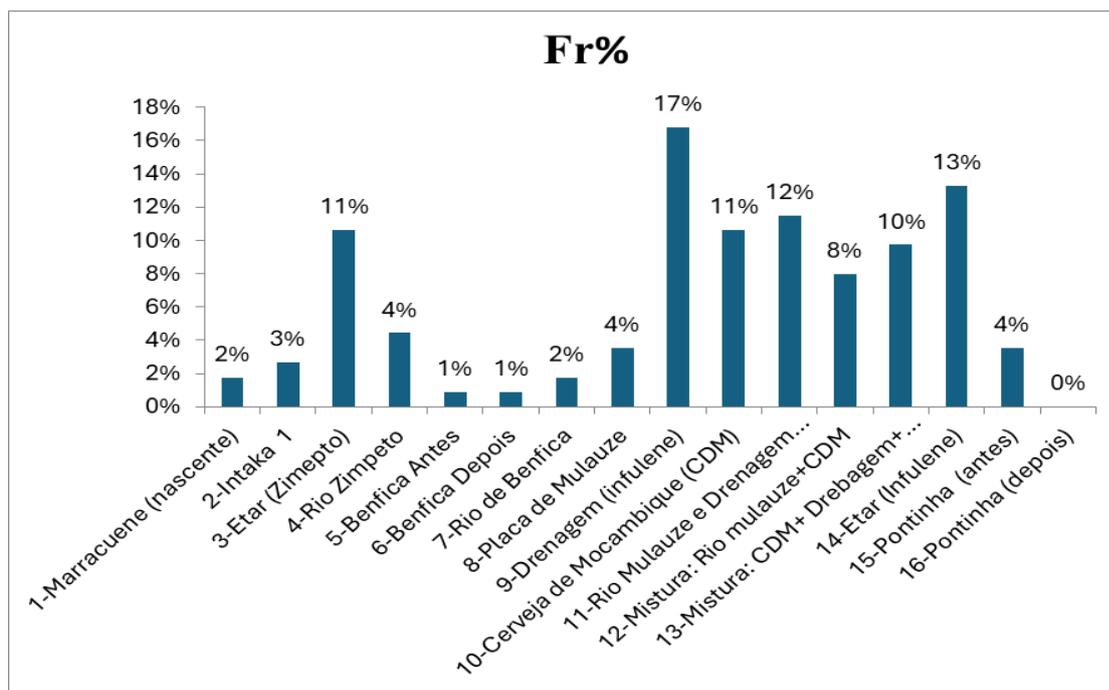


Figura 3. Frequência de contaminação nas amostras de água em diferentes locais de amostragem no rio Infulene.

4.3. Mapas de distribuição de helmintos e protozoários ao longo do rio Infulene

Verificou-se maior frequência de helmintos 61% (8\12) e menor de protozoários 39% (8\10). A maior frequência de helmintos observou-se no ponto 9-Drenagem (Infulene), menor frequência no ponto 1- Marracuene (nascente) e maior frequência de protozoários observou-se no ponto 3- ETAR de Zimpeto e menor frequência no ponto 7- Rio Benfica

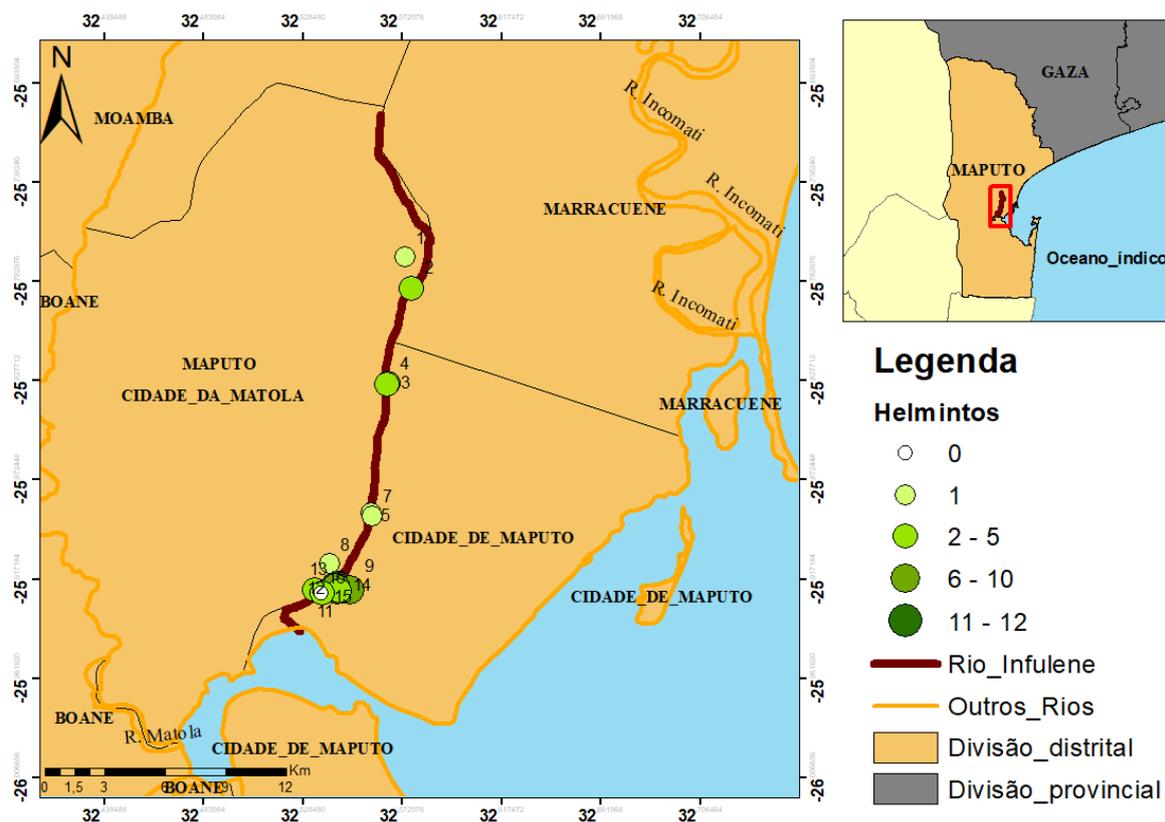


Figura 4. Mapa com distribuição de helmintos ao longo do rio Infulene.

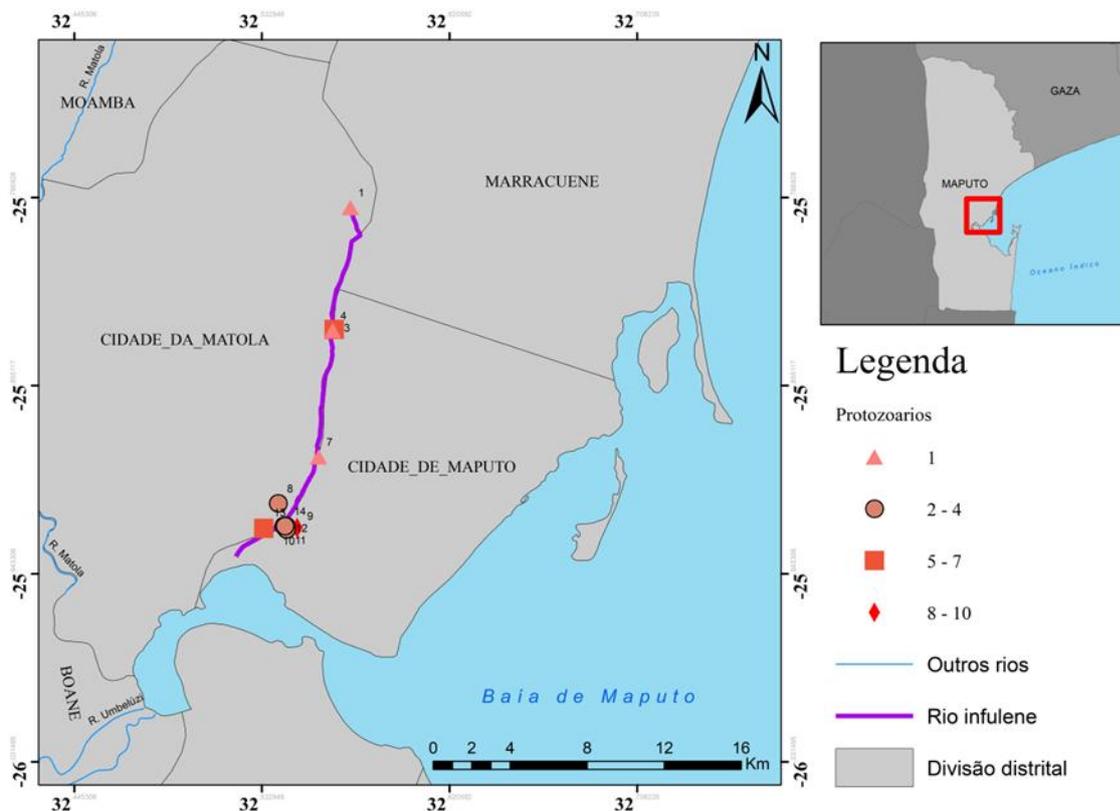


Figura 5. Mapa com distribuição de protozoário ao longo do rio Infulene.

5. Discussão

5.1. Identificação das espécies de parasitas presentes na água do rio Infulene

Foram avaliadas 16 amostras ao longo do rio Infulene, das quais 15 (93%) estavam contaminados por parasitas. Esta elevada contaminação pode ser atribuída a falta de saneamento básico e condições inadequadas de higiene, que favorecem o aumento da contaminação por parasitas. Tal como nesta pesquisa, vários autores têm revelado a contaminação da água dos rios por patógenos, o que constitui uma alerta para o melhoramento no uso excessivo de fertilizantes de origem animal e descarte inadequado do lixo (Cordeiro *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2024; Mota *et al.*, 2021). Estudo realizado na Nigéria por Bêncão *et al.* (2021) revelaram que 80 amostras de fontes locais de água potável, 48 (77,6%) estavam contaminadas por parasitas.

Foram encontrados com maior frequência a *Entamoeba coli* (31%) e *Ascaris lumbricoides* (29%). A alta frequência destes parasitas em água, verificado neste pesquisa revela as más condições de saneamento do meio no rio Infulene, uma vez que, estes parasitas são provenientes do material fecal humano. Resultados similares a este estudo, foram encontrados no estudo feito por Silva *et al.* (2017) sobre análise parasitológica da água de abastecimento no Brasil, observaram com maior frequência a presença de *Entamoeba coli* e *Ascaris lumbricoides*.

Em estudo realizado na cidade de Maputo por Sousa *et al.* (2021), dentre vários parasitas encontrados foram também detectados em maior quantidade as espécies *Strongyloides stercoralis*, *Entamoeba spp.* e *Ascaris lumbricoide*. Esses resultados revelam da falta de saneamento e uso de águas residuais sem tratamento adequado para irrigação de hortaliças.

O parasita *Strongyloides stercoralis*, embora pouco frequente, foi detectada em algumas amostras, o que pode ser resultado da baixa qualidade da água ou existência de condições ambientais que favoreçam a sobrevivência dos ovos ou larvas do parasita (Anschau *et al.*, 2013). De acordo com (Pinto *et al.*, 2022) as larvas de *Strongyloides stercoralis* podem sobreviver por um tempo no ambiente, mas a presença de factores como temperatura elevada ou a falta de humidade pode reduzir a viabilidade das larvas, tornando-as menos frequentes na água.

A baixa frequência de contaminação por cistos de *Balantidium coli* (2%) neste estudo pode estar relacionada às condições ambientais que limitam sua proliferação. De acordo com Prado *et al.* (2022), o *Balantidium coli* é um protozoário que prefere ambientes com alta carga de matéria orgânica, como esgotos ou dejectos humanos, para se multiplicar. Este resultado é semelhante ao estudo feito por Barbosa *et al.* (2013), que encontraram uma baixa contaminação por *Balantidium spp.* (2,3%) em amostras alface, que estavam expostas à matéria fecal humana nos ambientes onde os alimentos são cultivados ou manipulado. Embora o *Balantidium coli*, não seja patogênico para seres humanos, sua presença serve como indicador de contaminação fecal de origem humana. Além disso, o estudo feito por Maciel *et al.* (2014), revelaram a importância da melhoria das condições sanitárias e da higiene para reduzir infecções por parasitas.

5.2. Frequência de parasitas na água em cada ponto no rio Infulene

Ao longo do rio Infulene (15) pontos apresentaram resultados positivos, exceto a Pontina “depois”, o que pode estar associado a práticas inadequadas do saneamento, falta de infraestrutura e a presença de hospedeiros intermediários, como moluscos (caracóis) que podem carregar o *Schistosoma spp.* e contribuir para a contaminação. Resultados similares aos desta pesquisa foram por Cordeiro *et al.*, (2014), sobre águas subterrâneas da região do rio Marombas, 11 pontos estavam contaminados dos 17 analisados. Esses resultados podem estar relacionado ao descarte inadequado de resíduos sólidos, vazamento de produtos químicos e ao despejo de esgoto não tratado, que pode infiltrar-se no solo e alcançar as águas subterrâneas.

A água do rio Infulene é majoritariamente utilizada para irrigação e recreação. Os resultados obtidos, exceto da Pontinha “depois”, apresentam valores acima descritos para água de irrigação. Segundo a OMS (2013), as diretrizes para o uso de águas do rio na agricultura devem ter menos de 1 ovo/L para garantir a segurança da saúde humana (Anexo 3). A utilização de águas do rio para fins agrícolas tem sido associada a vários riscos de infecções parasitária entre os agricultores que manuseiam directamente as águas residuais (Gurmassa *et al.*, 2023).

A Drenagem (Infulene) apresentou maior frequência de parasitas (17%), esse resultado pode estar relacionado as actividades humanas, como o despejo indiscrimino de resíduos e a defecação na água. A água em sistemas de drenagem pode resultar da soma dos seguintes

factores: poluição existente no ar, lavagem das superfícies urbanas contaminadas com diferentes microrganismos (bactérias, parasitas e vírus) representados por sedimentos erodidos pelo aumento da vazão (escoamento), lixo urbano depositado ou transportado para a drenagem e fontes de contaminação difusas (CMM, 2022).

Em locais próximos à ETAR (Infulene) também se observou maior frequência de parasitas em relação aos demais pontos, provavelmente por receber efluentes domésticos e indústrias com microrganismos patogénicos (Siteo *et al.*, 2019). O estudo de Nhantumbo (2022) sobre contaminação Microbiológica do sistema de Drenagem no rio Infulene, identificou os esgotos sanitários, como principal fonte de contaminação microbiológica.

As diferenças estatisticamente significativas observadas nas frequências de contaminação nos pontos de amostragem, ao longo do rio Infulene podem ser explicadas por dois factores: várias fontes de poluição e as condições climáticas, uma vez que algumas amostras foram coletadas próximas aos centros urbanos e após a queda das chuvas. Resultados similares a este estudo foram encontrados por Bêncão *et al.* (2021) em Nigéria, que observaram diferenças significativas nos níveis de contaminação parasitária entre diversas fontes de água potável, com variações influenciadas pela proximidade das fontes de poluição.

Em relação à Pontinha “depois”, 0% que não apresentou contaminação por parasitas. Esse resultado pode ser explicado pela alta velocidade da corrente de água e ao processo de filtragem natural que ocorre neste ponto, facto que pode contribuir para baixa contaminação. De acordo com Mota *et al.* (2021) a baixa contaminação da água por parasitas pode indicar uma boa qualidade da água do rio.

De maneira geral, as condições de saneamento observadas em boa parte dos pontos de amostragem do rio Infulene, são precárias, principalmente as amostras de Drenagem, Etar, Rio Mulauzi e CDM. Nesta área, a água apresentavam um aspecto turvo, com composto orgânico e inorgânicos, além de estarem expostas a insectos.

5.3. Distribuição de helmintos e protozoários ao longo do rio Infulene

Em relação a distribuição dos parasitas nos pontos longos do rio Infulene, 61% (8\12) apresentaram contaminação por helmintos e 39% (8\10) contaminação por protozoário. A maior contaminação por helmintos neste estudo, pode estar relacionada a resistências dos helmintos as condições adversas no solo e na água ao longo do rio Infulene, aumentando a

sua sobrevivência em áreas onde as condições sanitárias são precárias. Esse resultado difere do estudo de Fernandes *et al.* (2021) onde encontraram uma contaminação 100% das amostras por helmintos.

Nos pontos 9-Drenagem (Infulene) e 14- ETAR (Infulene), apresentaram 11.4% frequência de *Ascaris lumbricoides*, *Strongyloides stercoralis*, *Tenia spp.*, *Enterobius vermicularis*. Esses resultados podem estar relacionados à deposição de fertilizantes de origem animal proveniente do matadouro, visto que os agricultores ao redor do rio Infulene, adicionam esse esterco para usar como fertilizantes em seus canteiros.

Nos pontos 3- ETAR (zimpeto), 4- Benfica (antes) e 7- Rio Benfica, apresentaram 2.1% frequência de *Entamoeba coli* e *Entamoeba histolytica*. A fraca frequência dos cistos de protozoários verificado neste estudo pode estar relacionado ao fluxo de água constante e rápido, a falta de controle de efluentes e as condições ambientais, que tendem a ter menor acúmulo de matéria orgânica, o que dificulta a proliferação de protozoários. Resultados similares a este estudo foram encontrados por Mota *et al.* (2021) no seu estudo sobre análises parasitológicas de solo e água, encontraram a frequência de *Entamoeba histolytica*.

A elevada prevalência de helmintos em comparação aos protozoários, pode estar relacionado as chuvas que caíram durante o período de amostragem (12.10.22). As chuvas contribuem para o arraste de resíduos orgânicos animal e transporte de dejetos indesejáveis para fontes de água local aumentando o número de parasitas de origem fecal (Simon-Oke *et al.*, 2020). Estudo feito por Lima *et al.* (2023), mostraram que a humidade favorece o desenvolvimento de ovos de helmintos e facilita a sua dispersão e migração larval, o que pode ter intensificado a contaminação durante o período chuvoso.

A elevada contaminação da água do rio Infulene pelos parasitos *Ascaris lumbricoides*, *Entamoeba coli*, *Tenia spp.*, *Strongyloides Stercoralis* e *Entamoeba hystolystica* revela as más condições de saneamento do meio, uma vez que, estes parasitas são provenientes de esgotos domésticos e efluentes industriais (Cordeiro *et al.*, 2014).

Estes resultados deste estudo corroboram os resultados de Nery *et al.* (2019) e Lima *et al.* (2023), que evidenciaram a relação entre práticas inadequadas de saneamento e a prevalência de parasitas em áreas urbanas e periurbanas.

6. Conclusão

Dos 16 pontos de amostragem analisadas 15 (93%) dos pontos estavam contaminadas por parasitas. Os parasitas mais frequentes na água do rio Infulene foram o *Entamoeba coli* e *Ascaris lumbricoides* e as espécies menos frequentes foram *Strongyloides stercoralis* e *Balantidium coli*. A presença dessas espécies sugere que a água do rio é um meio de transmissão de doenças parasitárias, o que apresenta um risco significativo a saúde pública.

A maior frequência de contaminação por parasitas foi observado na Drenagem (Infulene) 17%, locais com maior actividades humana e lançamento de efluentes industriais e a menor contaminação foi Benfica “antes” 2% e ausência total de contaminação na Pontinha “depois” 0%. O nível de contaminação parasitária das amostras de água do rio Infulene foi elevada de acordo com as diretrizes da OMS (2013).

Os resultados mostraram que as condições sanitárias da água do rio Infulene são precárias pois, no total de 15 amostras contaminadas 61% (8\12) apresentam contaminação por helmintos e 39% (8\10) apresentam contaminação por protozoários. Conclui-se que a água usada pelos agricultores para irrigação de hortaliças constitui um risco para a saúde da população que consome hortaliças, agricultores e outros utilizadores da água.

7.Recomendações

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa recomenda-se:

- Implementação de programas de informação, educação e comunicação, nas machambas e nas comunidades, orientadas para a promoção de boas práticas agrícolas de saneamento.
- Incentivar a melhoria das condições sanitárias do ambiente no rio Infulene e em toda a cidade, nos projectos e programas em curso a nível da cidade/província de Maputo.
- Incentivar aos agricultores a reduzir o uso de esterco de animais e resíduos agrícolas.
- Também é recomendado que nos estudos semelhantes, da contaminação parasitário no rio Infulene a análise seja feita mensalmente durante um ano, e que devem se comparar a contaminação da água e solo nas estações seca e chuvosas.

8.Referências bibliográficas

- Allende, A & Monaghan, J. (2015). Qualidade da água de irrigação para culturas folhosas: uma perspectiva de Riscos e soluções potenciais. *Internacional J. Meio Ambiente. Res. Saúde Pública*, 12, 7457-7477doi:10.3390/ijerph120707457.
- Anschau, J., Peralta, K. M., Machado, L. T., Lazzari, M. B., Blumm, M., Buffon, M. P & Minozzo, R. (2013). Estrongiloidíes. *Revista conhecimento Online-1*.
- Ayed, L. B; Belhassen, K; Sabbahi, S; Karanis Panagiotis & Nouri, S. (2018). *Assessment of the parasitological quality of water stored in private cisterns in areas of Tunisia*, 16 (5):737-749.
- Braga, M. B e Lima, C. E. P (2014). *Reúso de água na agricultura*. Embrapa, 200p. Brasília.
- Barbosa, A. S., Uchôa, C. M. A., Silva, V. L., Duarte, A., Conceição, N. F & Vianna, M. B. (2013). Avaliação parasitológica da água de abastecimento e do solo peridomiciliar de Aldeias Guarani. *Rev Inst Adolfo Lutz*, São Paulo, 72 (1): 72-80.
- Benção.U, E., Carmelinta C. O & Ebube C. A. (2021). Parasitic contamination of local drinking water sources in Aba Metropolis, Abia State, Nigeria. *Journal for Science*, 26 (1):1-7.
- Blumenthal, U. J., Mara, D. D., Peasey, A., Ruis-palacios, G & Stott, R.. (2000). Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising who guidelines. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9):1104-1116
- Casedei, E. (2016). *Águas, Alimento e Ambiente*. 4ª edição. Porto Editora. Maputo-Moçambique.
- Casmo, V. C. M., Silva, G. S., Lima, W.S., Mula, A. J & Pereir, C. A. J. (2023). Epidemiological Profile of Intestinal Parasites in Children Under Five Years of Age in Maputo, Mozambique. *Orginal Article*. Instituto Nacional de Saúde, Maputo-Mozambique, 52 (4): 283-294.
- Chibantão, G.V. G. (2012). *Controlo da Qualidade de Água do Rio Infulene para Fins de Irrigação*. Tese de Licenciatura.100pp. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane.

CMM. (2022). *Reabilitação da Drenagem Centro da Cidade de Maputo*. Cidade de Maputo <http://www.cmmmaputo.gov.mz/>. Acesso em 28 de dezembro de 2023.

Cordeiro, L., Tavela, O. A., Leite, N. K., Exterkoetter, P., Oliveira, L. J. G. G., Klein, D., Paristto, C & Sousa, L. (2014). *Avaliação Parasitológica das Águas Subterâneas da Região de Marombas*, Universidade Federal de Santa Catarina-Brasil, 8: (1): 6-9.

Cortes, M. B. V., Barbosa, A. S., Silva, V. L., Bastos, O.M & Wasserman, J.C. (2014). Ocorrência de parasitas patológicas nos rios Macacu, Caceribu e Guapi-Macacu. *Engevista*, Rio de Janeiro, Brasil, 16 (4): 345-366.

Decol, LT, Casarin, LS, Hessel, CT, Batista, ACF, Allende, A., & Tondo, EC (2017). Qualidade microbiana da água de irrigação utilizada na produção de folhas verdes no Sul do Brasil e sua relação com a segurança do produto. *Microbiologia Alimentar*, 65, 105 – 113. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.02.003>

Efstratiou, A., Ongerth, J. E & Karanis, P. (2017). Waterborne Transmission of Protozoan Parasites. *Review of worldwide outbreaks*. An update.14-22.

Emeka, A., Queen, O. L & Onyinyechi, G. O. (2018). Parasitological Assessment of a Drinking Water source in Umuahia Southeast Nigeria. *African Journal of Biology and Medical Research*. (1): 55-62.

Fernandes, I. R. L., Fortes, A. P., Teles, I. C.S., Sousa, R. D & Pinto, L. C. (2021). Contaminação Parasitária das Águas dos Mananciais do Utinga e em Residências em Belém. *Revista Destaques Acadêmicos*, Brasil, 13 (3): 29-43.

Ferreira, A. S., De Melo, C. G., Da Costa, L. A. G & Pereira, L. H.S. (2023). *Geohelminthiasis: current scenario, etiological agents, diagnosis, treatment and prevention*. Federal University of Pernambuco. Brasil. 15 (5): 4782-4801. [10.55905/cuadv15n5-047](https://doi.org/10.55905/cuadv15n5-047).

Gurmassa, B. K., Gari, S. G., Salomão E. T., Goodson, M. L., Walsh, C. L., Dessie, B. K & Alemu, B.M. (2023). Distribution of Helminth Eggs in Environmental and Stool Samples of Farming Households along Akaki River in Addis Ababa, Ethiopia. *Tropical Medicine and Herath*. (1): 51:67.

Hikal, W. M. (2020). Parasitic Contamination of Drinking Water and Egyptian Standards for Parasites in Drinking Water. *Open Journal of Ecology* (10):1-21.

Hoffman, W. A., Pons, J. L & Janer, J. L. (1993). The Sedimentation-concentration Method in Schistosomiasis Mansoni. *Journal of Public Health*. 9, 281-298Pp.

Holanda, T. B & Vasconcelos, M. C. (2015). Geo-Helminths: Analysis and its Relationship with Sanitation – *Uma Revisão Integrativa* 1ª edição. Hygeia. Rio De Janeiro.

Langa, J. S. (2022). *Avaliação da Qualidade da Água para o Consumo Humano na Região da Bacia do Rio Infulene*. Tese de Licenciatura. UEM, Maputo-Moçambique.

Lima, P.D., Alencar, V.J.B., Machado, J. P., Junior, A. P.L., Lima, M.W. S., Silva, L. S., Gomes, S. C., Bispo, M. R. S., Silva, A. C & Ramos, R. E. S. (2023). Spatial Distribution and Seasonal Profile of Parasitic Contamination in Sewage Water Samples from the City of Santana do Ipanema, Northeast region of Brazil C. *Journal and water and health*, 21 (2).

Liyanage, C. P & Yamada, K. (2017). *Impact of Population Growth on the Water Quality of Natural Water Bodies*. Sustainability, p 1-14

Macuacua, S.F. (2005). *Alocação da Terra na Produção das Principais Hortícolas no Vale de Infulene*. Trabalho de licenciatura. 66pp. Universidade Eduardo Mondlane.

Marcelino, R. L., Santos, A. L. M., Nunes, B. L & Dias, S. R. C. (2018). Parasitoses de Veiculação Hídrica em Águas Urbanas. *Escola Superior de Juiz de Fora*. Analecta, 4 (4).

Mandomando I., Macete, E & Ruiz J. (2007). Etiology of Diarrhea in Children Younger than 5 Years of age Admitted in a Rural Hospital of Southern Mozambique; *American Journal of Tropical Medical Hygiene*, 76 (3): 522-52.

Mendonça, P. J. L.A., Gonçalves, B. P. M., Reis Jr, J. D. D & Britp, C. R. N. (2021). Parasitological Evaluation of Drinking Water in Public Schools in Coari, Amazonia. *Rev. Ens. Saúd. Biot. Am. Brasil*, 3 (2): 46-54.

Mota, A. J. D., Ecker, A. B. S., Ecker, A. E. A & Teston, A. P. M. (2021). *Parasitological Analysis of Soil and Water of an Experimental Agronomy Center in Norther Parana*. 21 (4): 1657-5830.

Molina-Guzman, LP e LA Rios-Osorio (2020). *Saúde e segurança ocupacional na agricultura*. Uma sistemática análise. 68 (4).

Nelson, O.M.C (2017). *Avaliação do Tratamento Massivo no Controlo da Filaríase Linfática, Schistosomíase e das Geohelminthíases no Distrito de Murrupula e Cidade de Nampula, Moçambique*. Dissertação para obtenção de grau de Doutoramento. 31-47pp. Universidade Nova de Lisboa.

Nery, S. V., Pickering, A. J., Abate, E., Asmare A., Barrett, L & Chung, J. B. (2018). *O papel das intervenções de água, saneamento e higiene na redução de helmintos transmitidos pelo solo: interpretando as evidências e identificando os próximos passos*. *Vetores parasitas*.12:273. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3532-6>.

Neves, D. P., Melo, A. L., Linardi, P. M. & Almeida R. W. (2011). *Parasitologia Humana*. 12ª Edição. 264 pp, São Paulo.

Nhambirre, O. L., Cossa-Moiane, I., Bauhofer, A. F. L., Chissaque, A., Lobo, M. L., Matos, O & De Deus, N. (2022). Intestinal Parasites in Children up to 14 Years old Hospitalized with Diarrhea in Mozambique, 2014-2019. *Pathogens*. Instituto Nacional de Saúde- Maputo. 11: 353.

Nhantumbo, H. F. (2022). *Avaliação da Contaminação Microbiológica do Sistema de Drenagem na Região da Bacia do Rio Infulene*. Tese de Licenciatura.73pp. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo-Moçambique.

Organização Mundial da Saúde (2017). *Soil-transmitted Helminth Infections Fact Sheets*. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/transmitted-helminth-infections>. Acedido em 23 de Maio 2023.

Organização Mundial da Saúde. (2013). Diretrizes para o uso Seguro de Águas Residuais, excretas e Águas Cinzentas: *Uso de Águas Residuais na Agricultura*. Genebra, Suíça, 3 (4): 1-204.

Organização Mundial da Saúde (2021).Diarreia. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/diarrheal-disease>. Acedido em 30 de Setembro de 2024.

Pinto, A. C., Bisneto, A. V. A., Silva, A. C., Bento, A. S., Barros, B. E. P., Rocha, C. S., Arranjo, I. R. J., Silva, L. R. C., Amorim, N. S., Dias, T. N., Bezerra, W. R. F e Soares, L. F. (2022). Evaluation of the Incidence of Parasite in Soils in Neighborhoods of the City of João Pessoa-PB and the Metropolitan Region. *Research, Society and Development*, 11 (15).

Prado, J. C. S e Mateus, G. A. P. (2022). Microbiological and Parasitological Analyses of Water from a Weather Located in the Municipality of Santana do Acaraú- Ce. *Revista de Gestao e Sustentabilidade Ambiental*. 11 (2): 164-176.

Rapulua, S. J. (2022). *Avaliação da Qualidade de Água do Rio Infulene*. Tese de Licenciatura. 103pp. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo-Moçambique.

Reuter, C. P., Da Silva, L. B. F., Da Silva, R., Pasa, L., Klinger, E. I., Santos, C. E. & Renner, J. P. D. (2015). *Frequência de Parasitoses Intestinais: Um Estudo com Crianças de uma Creche de Santa Cruz do Sul – RS*. 2ª Edição. Unisc. Santa Cruz.

Rey, L. (2010). *Parasitologia: Parasitos e Doenças Parasitárias do Homem nas Americas e na Africa*. 5ª edição. Editora Guanabara koogan. Rio de Janeiro- Brasil.

Rey, L. (2011). *Bases da Parasitologia Médica*. 3ª edição. Editora Guanabara koogan. Rio de Janeiro- Brasil.

Santos, D. O. E., Zapata, Y. A. U., Buitrago, C. A., Herrera, G. S., Becoches, L. E. C., Paez, M. C. L., López, M. C. B & Pineda, C. O (2024). Occurrence of parasites in waters used for crops irrigation and vegetables from the Savannah of Bogotá, Colombia. *Environmental Science and Pollution Research*, 31-33360.

Silva, E. A. F., Silva, L. A., Oliveira, N. G., Azevendo, T. F & Manhani, M. N. (2017). *Parasitological Analysis of Water Supply from Nova Serrana- MG*. Formiga(MG). 12 (2), 32-36.

Sitoe, P. R. P., Mila, I. M. C & Aguiar, L. (2019). Gestão de Efluentes Municipais da ETAR da Cidade de Maputo e Arredores: Situação Atual, Impactos e Desafios. *Revista Científica de Matemática, Ciência Naturais e Aplicadas*, 3 (1): 8.

Simon-Oke., Afolabi, O.J & Obimakinde E.T. (2020). Contaminação Parasitária de Fontes de Água em Akure, Estado de Ondo, Nigéria. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 2 (1): 81-50.

Solomon, C.C., Michael, U.I., Bitrus, J. G., Micheal, A. L., Aloysius, U & Godwin, O. A. (2013). Avaliação Prasiologica de Fontes de Água Domesticas numa Comunidade Rural na Nigeria. *Jornal Britanico de Pesquisa e Microbiologia*, 3 (3): 393-399.

Sousa, I. M., Zucula. L., Nhacupe, N., Banze, L., Zacarias, B & Noormahomed, E. V. (2021). Assessment of Parasitic Contamination of Lettuce and Cabbages Sold in Selected

Markets in Maputo City. *E.C Microbiology*, Universidade Eduardo Mondlane, 17 (6): 27-37.

Von Sperling, M. (2014). *Introdução a Qualidade das Águas ao Tratamento de Esgotos*, 4.ed, Belo Horizonte.

WHO. (2022). *Public Health Hignificance of Intestinal Parasites Infections*. Bollentin WHO.65 (5): 575-583.

Yousefi, Z., Hezarjaribi, H. Z., Enayati, A.A & Mohammadpoor, R. A. (2009). Parasitic Contamination of Wells Drinking Water in Mazandaran Province. *Iran. J. Environ. Health. Sic. Eng.* 6. (4): 241-246.

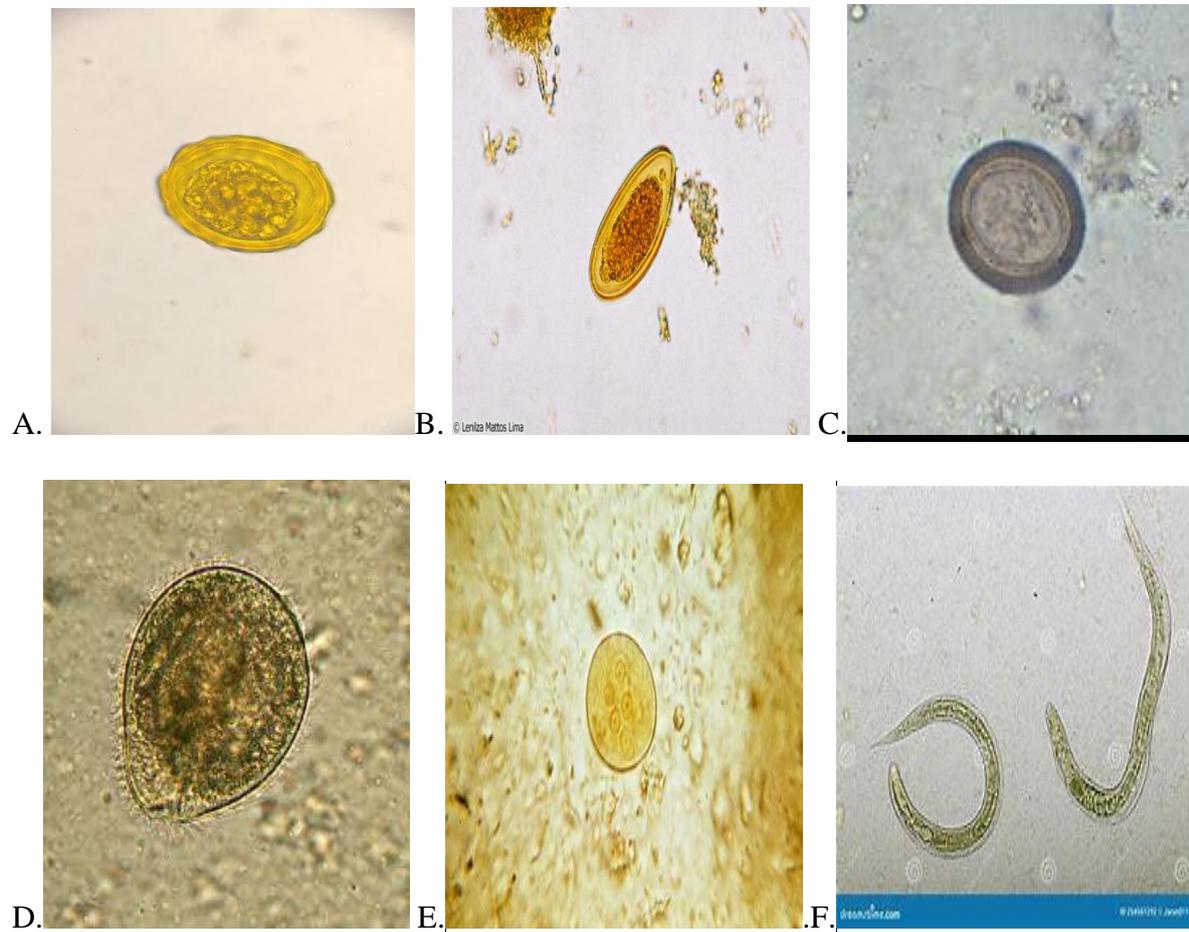
Zunguze, B. R., Mandlate G.M., Jorge, M. A., Salamandane, A. R., Sambo, A. A., Assamo, S.P., Tanga, E.V & Samo O. C. Z. (2009). *Estudo Sobre a Agricultura Urbana e Peri-urbana na Cidade de Maputo, Relatório Final*, 311pp. Universidade Eduardo Mondlane.

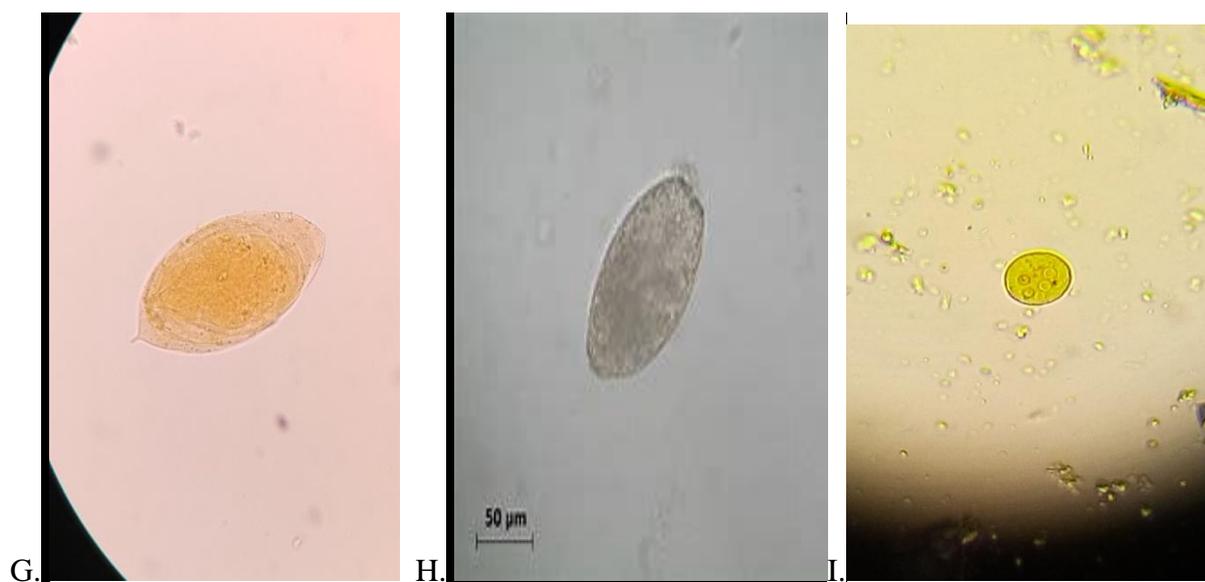
Zhou, Z., Zhen, Huang, T. Lin, Ma, W. Xing, Li, Y. e Zeng, K. (2015). Impactos da variação da qualidade da água e do escoamento das chuvas no reservatório de Jinpen, no noroeste da China. *Ciência e Engenharia da Água*, 8(4), 301308. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2015.12.003>

9. Anexos

1. Espécies de helmintos e protozoários encontrados durante a pesquisa.

Anexo 1. Espécies de parasitas encontradas neste estudo.





Fonte: Dreamstime.com

A.- *Ascaris lumbricoides*. B.- *Enterobius vermicularis*. C.- *Ténia spp.* D. – *Balantidium coli*. E.- *Entamoeba coli*. F.- *Strongyloides stercoralis*. G.- *Schistosoma hematobium*. H. – *Faciola hepática* e I.- *Entamoeba histolytica*.

Anexo 2. Localização geográfica dos pontos de amostragem e fontes de contaminação.

Pontos	Descrição	Latitude	Longitude
1	Marracuene (nascente)	-25,77167	32,57433
2	Intaka 1	-25,78613	32,57709
3	Etar (Zimpeto)	-25,82888	32,56677
4	Rio Zimpetp	-25,82931	32,56605
5	Benfica Antes	-25,88739	32,55876
6	Benfica Dreno(depois)	25,88657	32,55407
7	Benfica Rio	-25,88855	32,55948
8	Placa Mulauze	-25,91036	32,54063
9	Drenagem (Infulene)	-25,92182	32,54947
10	Cerveja de Moçambique (CDM)	-25,92098	32,54319
11	Mistura:Drenagem e CDM	-25,92089	32,54428
12	Mistura: Rio Mulauze e CDM	-25,92245	32,54452
13	Misturas: Drenagem+CDM+Rio Infulene	-25,92209	32,53393
14	Etar (Infulene)	-25,92099	32,54381
15	Primeira ponte (antes)	-25,92328	32,53698
16	Primeira ponte (depois)	-25,92367	32,53652

Anexo 3. Recomendações da Organização Mundial da Saúde para a qualidade microbiológica de água destinada para irrigação.

Categoria	Condições de Reuso	Grupo Exposto	Técnicas de Irrigação	Nematóides ^b Intestinais (nº de ovos /litro ^c)	Coliformes Fecais (nº/100ml ^d)	Tratamento Requerido
A	Irrigação irrestrita Irrigação de alimentos ingeridos sem cozimento, campos de esportes, parques públicos ^e	Trabalhadores, consumidores, público	Qualquer	$\leq 0,1^f$	$\leq 10^3$	Lagoas de estabilização em série bem dimensionadas, reator sequencial por batelada seguido de armazenamento ou equivalente tratamento secundário convencional suplementado por lagoa de polimento ou filtração e desinfecção
B	Irrigação restrita Irrigação de cereais, alimentos industrializados, forragem, pasto e árvores ^g	Trabalhadores (exceto para crianças <15anos) e comunidades próximas.	Spay ou aspersor	≤ 1	$\leq 10^5$	Retenção em lagoas de estabilização em série incluindo uma de maturação, reator sequencial por batelada seguido de armazenamento ou equivalente tratamento secundário convencional suplementado por lagoa de polimento ou filtração.
		Trabalhadores (exceto para crianças <15anos) e comunidades próximas	Inundação de leiras	≤ 1	$\leq 10^5$	Como na categoria A
		Trabalhadores inclusive crianças <15anos) e comunidades próximas.	Qualquer	$\leq 0,1$	$\leq 10^3$	Como na categoria A
C	Irrigação localizada na categoria B e que não ocorra exposição dos trabalhadores e do público	Nenhum		Não se aplica	Não se aplica	Pré tratamento requerido pela tecnologia empregada na irrigação mas nunca sem uma sedimentação primária

