



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

MARIA NILMA FERREIRA LIMA

**RECUPERAÇÃO DE OVOS DE HELMINTOS EM AMOSTRAS DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS URBANAS DE POPULAÇÕES DE BAIXA RENDA DA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRASIL.**

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO DE 2013

MARIA NILMA FERREIRA LIMA

**RECUPERAÇÃO DE OVOS DE HELMINTOS EM AMOSTRAS DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS URBANAS DE POPULAÇÕES DE BAIXA RENDA DA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em cumprimento às exigências para obtenção do título de mestre.

Área de Concentração:

ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANITÁRIA

Orientadora:

Profa. Dra. ANDRÉA CARLA LIMA RODRIGUES

Coorientadora:

Profa. Dra. MÔNICA DE AMORIM COURA

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- L732r Lima, Maria Nilma Ferreira.
Recuperação de ovos de helmintos em amostras de águas residuárias urbanas de populações de baixa renda da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil / Maria Nilma Ferreira Lima. – 2013.
70 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
"Orientação: Profa. Dra. Andrea Carla Lima Rodrigues, Profa. Dra. Mônica de Amorim Coura".
Referências.
1. Ovos de Helmintos - Águas Residuárias. 2. Viabilização de Ovos de Helmintos. 3. População de Baixa Renda. I. Rodrigues, Andrea Carla Lima Rodrigues. II. Coura, Mônica de Amorim. III. Título.
- CDU 628.312.3(043)

MARIA NILMA FERREIRA LIMA

**RECUPERAÇÃO DE OVOS DE HELMINTOS EM AMOSTRAS DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS URBANAS DE POPULAÇÕES DE BAIXA RENDA DA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRASIL.**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 27/02/2013

COMISSÃO EXAMINADORA



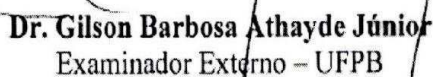
Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Orientadora



Dra. Mônica de Amorim Coura
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Coorientadora



Dr. Rui de Oliveira
Examinador Interno - UFCG



Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior
Examinador Externo - UFPB

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO 2013

Dedico esse trabalho

a “Deus”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve presente em minha vida, me proporcionando muitas alegrias e sempre me dando forças para superar as dificuldades.

Ao meu esposo Neukennedy que me ajudou a trilhar esse árduo caminho, me incentivando e cuidando de nossos filhos, Rebeca e Davi.

À minha irmã Neuma que sempre me ajudou em oração e com suas palavras de sabedoria que tanto me incentivaram na busca desse ideal.

À minha amada mãe, mulher admirável, e a toda minha família e amigos pelo apoio e incentivo nessa caminhada.

À minha amiga, companheira de trabalho e colega de mestrado, Emanuele, que esteve caminhando comigo em busca desse objetivo, nos momentos de tristeza e de alegria.

Ao professor Rui pela imensa contribuição, disposição, paciência, incentivo, confiança e cooperação durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa.

A toda equipe de professores de recursos hídricos e de saneamento, em especial as professoras Andréa, Annemarie, Celeide e Mônica, pela orientação, incentivo e cooperação neste trabalho.

Ao professor Gilson Athayde por aceitar o convite para participar da comissão examinadora, pelas sugestões e críticas propostas para o melhoramento deste trabalho.

Ao grupo da EXTRABES e do PROSAB, em especial ao professor Valderi por ter cedido tão gentilmente o laboratório para a realização das análises.

Aos companheiros de turma, João Paulo, Vagner, Cláudia, Kelianne, Polyana e Emanuel pelas lutas, parcerias e convivência ao longo desses anos e, em especial, a Edilma pelas palavras de força e estímulo que me fizeram perseverar e concluir o curso.

Aos auxiliares de laboratório, os voluntários, Radharani, Mikael, Samir e, em especial, Rennan, que me ajudou até o término das análises.

Aos meus amigos Sr. Iratan, Domingos e Silvânia Lucas pela imensurável contribuição, companheirismo e cumplicidade durante a coleta dos dados. Cada um atuando em minha vida como verdadeiros anjos da guarda.

Aos companheiros de empresa Alba e Paulo Américo, pelos dados fornecidos, tão atenciosamente.

À Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, nas pessoas da engenheira Érika Marques, pelo apoio, cumplicidade, carinho e atenção, e do engenheiro Simão Almeida pelo apoio dispensado.

“Ainda que a minha mente e o meu corpo enfraqueçam, Deus é a minha força, Ele é tudo o que eu sempre preciso”.

RESUMO

LIMA, M.N.F. **Recuperação de ovos de helmintos em amostras de águas residuárias urbanas de populações de baixa renda da Cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil.** 2013. 70 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2013.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a recuperação de ovos de helmintos em amostras de águas residuárias urbanas de populações de baixa renda, comparando com os valores médios obtidos na cidade de Campina Grande, Paraíba. O estudo foi desenvolvido no sistema de esgotamento sanitário da cidade e envolveu quatro pontos de coleta, situados em diferentes bacias. Foram utilizados os métodos de BAILENGER (modificado por AYRES e MARA, 1996), realizados segundo técnica apresentada em ZERBINI (2000). Os pontos P1, P2 e P3, correspondentes aos bairros da rede geral da cidade, apresentaram menores concentrações de ovos de helmintos quando comparados ao ponto P4, correspondente aos bairros de baixa renda - Glória I e II, Belo Monte e Jardim América. Na análise de identificação foi possível recuperar ovos de helmintos de vários gêneros de interesse sanitário, pertencentes às classes Cestoda (*Taenia*, *Hymenolepis nana* e *diminuta*) e Nematoda (*Ascaris*, *Ancylostoma* e *Trichuris*). Os ovos de helmintos que ocorreram com maior frequência foram os ovos de *Ascaris* sp, com predominância em todos os pontos, enquanto os ovos de *Hymenolepis diminuta* foram observados com menor frequência. As elevadas concentrações de ovos de helmintos no ponto P4 foram atribuídas ao baixo nível social, econômico e de educação sanitária (higiene e limpeza precárias) dos bairros de baixa renda, tendo em vista que a população dispõe de infraestrutura de saneamento básico. Portanto, foi concluído que as águas residuárias dos bairros de baixa renda apresentam concentração elevada de ovos de helmintos, quando comparadas com as águas residuárias da média da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Ovos de helmintos; Viabilidade de ovos de helmintos; Águas residuárias; População de baixa renda.

ABSTRACT

LIMA, M.N.F. **Recovery of helminth eggs in wastewater samples from urban low-income populations of Campina Grande City, Paraíba, Brazil.** 2013. 70 p. Thesis (MA) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande-PB. 2013.

This study aimed to evaluate the recovery of helminth eggs in samples of wastewater from urban low-income populations, in comparison with average values determined in samples collected sewage networks of Campina Grande City, Paraíba state, Brazil. The study was carried out in the municipal sewerage system and involved four collection points located in different basins. It was used BAILENGER method (modified by AYRES and MARA, 1996), performed according to the technique described in ZERBINI (2000). Points P1, P2 and P3, representing the general sewage network of the city, had lower concentrations of helminth eggs when compared to that of point P4, receiving wastewaters from low-income places - Glory I and II, Belo Monte and Jardim America. In the analysis of identification was possible to identify helminth eggs of various genera of sanitary interest, belonging to the classes Cestoda (*Taenia*, *Hymenolepis nana* and *diminuta*) and Nematoda (*Ascaris*, *Trichuris* and hookworm). The helminth eggs that occurred most frequently were those of *Ascaris* sp, predominantly at all points, while the eggs of *Hymenolepis diminuta* were observed less frequently. High concentrations of helminth eggs in point P4 were attributed to the low level of social, economic and sanitary education (poor hygiene and cleaning) conditions of low-income places, given that population has access to basic sanitation infrastructure. It was concluded that wastewaters from low-income neighborhoods have high concentration of helminth eggs, when compared to the average of the city.

KEYWORDS: Helminth eggs; Viability of helminth eggs; Wastewater; Low-income population.

LISTA DE FIGURAS

3 - REVISÃO DE LITERATURA	20
Figura 3.1 - Mapa dos estados brasileiros por porcentagem de rede de esgoto	22
Figura 3.2 - Organograma de distribuição dos helmintos	26
Figura 3.3 - Helmintoses mais frequentes no mundo	27
Figura 3.4 - Helmintos prevalentes em águas residuárias	28
Figura 3.5 - Ovos de helmintos comumente encontrados em águas residuárias brutas e tratadas. Ovos de <i>Ascaris lumbricoides</i> (a), ovos de <i>Ancylostoma</i> (b), ovos de <i>Trichuris trichiura</i> (c), ovos de <i>Hymenolepis nana</i> (d), ovos de <i>Hymenolepis diminuta</i> (e) e ovos de <i>Taenia</i> (f).	36
4 - MATERIAL E MÉTODOS	39
Figura 4.1 - Divisão das bacias de esgotamento sanitário e dos bairros da cidade de Campina Grande-PB	39
Figura 4.2 - Localização do novo sistema de tratamento de Campina Grande-PB, Catingueira	40
Figura 4.3 - Desenho esquemático dos emissários de contribuição dos bairros Glória I e II, Jardim América e Belo Monte.	41
Figura 4.4 - Vista da estação de tratamento do bairro Glória	41
Figura 4.5 - Vista das unidades do sistema de tratamento	41
Figura 4.6 - Identificação dos pontos de coleta.	42
Figura 4.7 - Ponto P1 – Poço de visita da bacia Bodocongó	43
Figura 4.8 - Ponto P2 – Calha Parshall da ETE de Campina Grande, Catingueira	43
Figura 4.9 - Ponto P3 – Poço de visita da bacia Depuradora	43
Figura 4.10- Ponto P4 – Poço de visita da bacia Glória	43
Figura 4.11- Coleta de esgoto bruto no ponto P4, bairros Glória I e II, Jd. América e Belo monte	44
Figura 4.12- Procedimento de coleta para análise parasitológica	44
Figura 4.13- Sedimentação da amostra (24 horas)	45
Figura 4.14- Centrifugação da amostra	45

Figura 4.15-	Transferência da amostra para a câmara de McMaster	46
Figura 4.16-	Observação no microscópio: contagem e identificação	46
5 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS		49
Figura 5.1-	Variação temporal da quantificação de ovos de helmintos nos pontos P1, P2, P3 e P4, em amostras de esgoto bruto coletadas entre maio e novembro de 2012	50
Figura 5.2-	Gráfico BOX PLOT de distribuição da quantidade de ovos de helmintos, obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	51
Figura 5.3-	Gráfico GT-2 das quantidades médias de ovos de helmintos, obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	52
Figura 5.4-	Gráficos GT-2 das quantidades médias de ovos de <i>Ascaris</i> (a) e <i>Trichuris</i> (b) na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	54
Figura 5.5-	Frequência de distribuição de ovos de helmintos na monitoração de esgoto bruto dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	55
Figura 5.6-	Ovo de <i>Ascaris</i> sp no ponto P4, na amostra do dia 06/09/12	55
Figura 5.7-	Ovo de <i>Ancylostoma</i> sp, no ponto P2, na amostra do dia 28/08/12	55
Figura 5.8-	Ovo de <i>Hymenolepis</i> sp, no ponto P3, na amostra do dia 24/07/12	56
Figura 5.9-	Ovo de <i>Trichuris</i> sp, no ponto P1, na amostra do dia 24/08/12	56
Figura 5.10-	Variação temporal das concentrações de SSED (a), SST (b), DBO ₅ (c), DQO (d) e CT (e) em amostras coletadas nos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	57
Figura 5.11-	Gráficos BOX PLOT para SSED (a), SST (b), DBO ₅ (c), DQO (d) e CT (e) em amostras coletadas nos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	58
Figura 5.12-	Gráficos GT-2 para SSED (a), SST (b), DBO ₅ (c), DQO (d) e CT (e) em amostras coletadas nos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012	59

Figura 5.13- Gráficos GT-2 dos coeficientes de concentração de ovos de helmintos e 64
variáveis qualitativas, SSED (a), SST (b), DBO5(c), DQO (d) e CT (e)
nos pontos monitorados P1, P2, P3 e P4

LISTA DE TABELAS

3 - REVISÃO DE LITERATURA	20
Tabela 3.1 - Classificação dos helmintos de interesse sanitário	25
Tabela 3.2 - Tempo de sobrevivência dos helmintos nas águas residuárias, solo e vegetais	29
Tabela 3.3 - Dimensão, densidade e velocidade de sedimentação de diferentes ovos de helmintos	29
Tabela 3.4 - Número de ovos de helmintos em águas residuárias em diferentes países	30
Tabela 3.5 - Número médio de ovos de helmintos e parâmetros físico-químicos nos esgotos brutos de oito ETE's do estado da Paraíba	37
4 - MATERIAL E MÉTODOS	39
Tabela 4.1 - Identificação dos pontos de coleta	42
5 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	49
Tabela 5.1 - Parâmetros descritivos das variáveis parasitológicas, físicas, químicas e microbiológicas determinadas nos pontos de monitoração entre maio e novembro de 2012	49
Tabela 5.2 - Valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr})	50
Tabela 5.3 - Parâmetros descritivos da contagem e identificação dos ovos de helmintos nos pontos monitorados entre maio e novembro de 2012	53
Tabela 5.4 - Valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr})	53
Tabela 5.5 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P1 (10 dados amostrais)	60
Tabela 5.6 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P2 (10 dados amostrais)	60
Tabela 5.7 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P3 (10 dados amostrais)	60
Tabela 5.8 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P4 (10 dados amostrais)	60

Tabela 5.9 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P1 (30 dados amostrais)	61
Tabela 5.10 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P2 (30 dados amostrais)	61
Tabela 5.11 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P3 (30 dados amostrais)	61
Tabela 5.12 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P4 (30 dados amostrais)	62
Tabela 5.13 - Matriz de correlação das variáveis analisadas entre os pontos P1, P2, P3 e P4 (40 dados amostrais)	62
Tabela 5.14 - Matriz de correlação das variáveis analisadas entre os pontos P1, P2, P3 e P4 (120 dados amostrais)	62
Tabela 5.15 - Coeficientes de concentração de ovos de helmintos determinados nos pontos de monitoração entre maio e novembro de 2012	63
Tabela 5.16 - Valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr}) coeficientes de concentração	64

LISTA DE QUADROS

3 - REVISÃO DE LITERATURA	20
Quadro 3.1 - Estimativa do impacto da doença devido à precariedade do ambiente doméstico nos países em desenvolvimento	24
4 - MATERIAL E MÉTODOS	39
Quadro 4.1 - Métodos analíticos empregados na determinação das variáveis analisadas	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
APHA	American Public Health Association
AWWA	American Water Works Association
CT	Coliformes termotolerantes
DBO ₅	Demanda bioquímica de oxigênio de 5 (cinco) dias
DP	Desvio Padrão
DQO	Demanda química de oxigênio
ETE	Estação de tratamento de esgoto
EUA	Estados Unidos da América
EXTRABES	Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MÁX	Valor máximo
MÉD	Média
MÍN	Valor mínimo
N	Tamanho amostral
OMS	Organização Mundial de Saúde
P	Ponto amostral
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
PV	Poço de visita
SINAENCO	Sindicato da Arquitetura e da Engenharia
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
SSED	Sólidos sedimentáveis
SST	Sólidos suspensos totais
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
VAR	Variância
WEF	Water Environment Federation
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 Saneamento: definição e aspectos históricos.....	20
3.2 Saneamento em cidades de médio porte e de baixa renda	22
3.2.1 Cidades de médio porte.....	22
3.2.2 Cidades de baixa renda.....	23
3.3 Helmintos	25
3.3.1 Introdução.....	25
3.3.2 Descrição dos helmintos	30
3.3.3 Ilustração de ovos de helmintos comumente encontrados em águas residuárias...	36
3.3.4 Trabalhos relevantes para a presente pesquisa.....	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 Caracterização da área em estudo.....	39
4.1.1 Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Campina Grande.....	39
4.2 Pontos de amostragem.....	41
4.3 Variáveis analisadas.....	43

4.4 Monitoramento do sistema.....	44
4.4.1 Análises parasitológicas.....	45
4.4.2 Análises de viabilidade de ovos de helmintos.....	46
4.4.3 Análises físico-químicas e microbiológicas.....	47
4.5 Métodos estatísticos.....	47
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	49
5.1 Análises estatísticas	49
5.1.1 Análises parasitológicas.....	50
5.1.2 Análises físicas, químicas e microbiológicas.....	56
5.1.3 Análises de correlação dos resultados.....	60
5.1.4 Análises dos coeficientes de concentração.....	63
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	65
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (2010) a população brasileira, em média, produz 9,3 bilhões de litros de esgoto por dia. Desse total, 5,9 bilhões de litros de esgoto não recebem nenhum tratamento (64%), contaminando solo, rios, mananciais e praias do país inteiro, sem contar os danos diretos que esse tipo de prática causa à saúde da população.

Essa água residuária que é disposta sem nenhum controle, além de conter água, matéria orgânica e nutrientes, contém patógenos oriundos das fezes humanas, e uma grande variedade desses patógenos está relacionada com doenças que afetam o homem e os animais.

O conhecimento dos agentes patogênicos, da sua viabilidade e de sua sobrevivência em diferentes ambientes (efluentes líquidos, lodo, solo, vegetais, etc.) permite avaliar o potencial de risco de infecção a que o homem e outros animais estão expostos. Nesse sentido, o conhecimento das vias de infecção e do ciclo biológico dos agentes patogênicos também contribuem para o entendimento da transmissão das doenças relacionadas com a ausência de serviços de saneamento, passando a constituir um instrumento de planejamento das intervenções, com vista à otimização de seu impacto sobre a saúde (ZERBINI, 2000).

Entre os agentes patogênicos à saúde humana e animal encontram-se os helmintos que, uma vez liberados nas excreções de pessoas infectadas, tornam as águas residuárias urbanas uma das principais fontes de contaminação. Especial importância têm esses organismos cuja ocorrência permite concluir entre outros aspectos quanto às condições de funcionamento das estações de tratamento de esgotos, bem como delinear considerações acerca de aspectos socioeconômicos de determinada população e seus hábitos higiênicos e sanitários.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2009) os helmintos foram responsáveis por 40% do total de agravos na saúde pública mundial na última década. As infecções por helmintos ocasionam doenças graves que refletem negativamente no crescimento e desenvolvimento cognitivo da população, comprometem o rendimento escolar, geram baixa produtividade no trabalho e aumentam os gastos com assistência médica. Cerca de 300 milhões de pessoas apresentam doenças graves em virtude do parasitismo por vermes, das quais pelo menos 50% são crianças em idade escolar.

Dentre as doenças causadas por helmintos estão ascaridíase, teníase, cisticercose e esquistossomose. Em alguns casos essas doenças são assintomáticas, porém em sua maioria

apresentam sintomas, tais como: febre, dor de barriga, diarreia, náuseas, bronquite, pneumonia, convulsões e esgotamento físico e mental, dependendo do órgão afetado, podendo levar o indivíduo a óbito.

A identificação e a quantificação desses agentes patogênicos favorecem a otimização de ações intervencionistas no âmbito do controle e prevenção da propagação de doenças.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a recuperação, a viabilidade e a frequência de ovos de helmintos em amostras de águas residuárias urbanas da cidade de Campina Grande, por estes serem os agentes patogênicos mais comuns nos seres humanos, de grande importância sanitária e com grande impacto na saúde pública.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a recuperação, viabilidade e frequência de ovos de helmintos em amostras de águas residuárias urbanas da cidade de Campina Grande, Paraíba, analisando os valores médios obtidos entre os bairros de baixa renda e os demais bairros da cidade.

2.2. Objetivos específicos

- Quantificar e identificar ovos de helmintos presentes nas águas residuárias urbanas da cidade de Campina Grande-PB;
- Analisar a recuperação dos diversos gêneros de helmintos nas águas residuárias dos pontos monitorados;
- Caracterizar as águas residuárias brutas de Campina Grande através de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Saneamento: definição e aspectos históricos

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o gerenciamento ou controle dos fatores físicos que podem exercer efeitos nocivos ao homem, prejudicando seu bem-estar físico, mental e social.

Outra definição é a trazida pela Lei Ordinária n.º 11.445/2007, intitulada Lei do Saneamento Básico, que o define como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, 2007).

Seja qual for a definição utilizada, o certo é que o saneamento está intimamente relacionado às condições de saúde da população e mais do que simplesmente garantir acesso aos serviços, instalações ou estruturas que cita a lei, envolve, também, medidas de educação da população em geral e conservação ambiental (FARIA, 2008).

A importância do saneamento e sua associação à saúde humana remontam às mais antigas culturas. O saneamento desenvolveu-se de acordo com a evolução das diversas civilizações, ora retrocedendo com a queda das mesmas, ora renascendo com o aparecimento de outras (BRASIL, 2006).

Azevedo Netto (1984), citado por Nuvolari (2003), esclarece que a coleta das águas servidas já era uma preocupação das civilizações antigas. Em 3.750 a.C., eram construídas galerias de esgoto na Índia e na Babilônia. Em 3.100 a.C., já se tinha notícia do emprego de manilhas cerâmicas. Na Roma imperial eram feitas ligações diretas das casas até os canais. No entanto, por se tratar de uma iniciativa particular de cada morador, nem todas as casas apresentavam essas benfeitorias.

Na Idade Média as condições de higiene das cidades eram muito precárias, o lixo, os restos de alimentos, os esgotos e até mesmo as fezes eram simplesmente atirados às ruas, onde se amontoavam continuamente, sem que ninguém os retirasse (BRANCO, 2003).

Segundo Silva e colaboradores (2005) a preocupação com o tratamento dos esgotos surgiu primeiramente na Inglaterra, após vários episódios de epidemia ocorridos, sobretudo, no final do século XVIII e início do século XIX. Nessa época, as epidemias de cólera, ocorridas de 1831 e 1848, provocaram a morte de 50 mil e 21 mil pessoas,

respectivamente. A partir de então, outros países europeus, Japão, EUA e Canadá, a exemplo do caso inglês, começaram a tomar providências com relação ao tratamento dos seus esgotos.

No caso específico do Brasil, a história do saneamento está atrelada ao desenvolvimento institucional do Estado e aos aspectos econômicos, produtivos, ao desenvolvimento tecnológico e à distribuição de renda (SILVA, 2007).

Pimenta (2010) relata que no período colonial, a principal característica era a quase ausência do Estado em relação às ações de saneamento, ficando a maior parte dessas atividades limitada à ação individual, situação possível devido à ausência de grandes aglomerações humanas, abundância de recursos hídricos, baixo potencial poluidor da produção de esgotos e das condições de autodepuração dos cursos d'água. Entretanto, a necessidade de melhorar as condições sanitárias levou o poder público brasileiro a intervir no setor de saneamento e a partir da década de 1970 começou a ocorrer, em algumas poucas cidades brasileiras, um avanço nessa área.

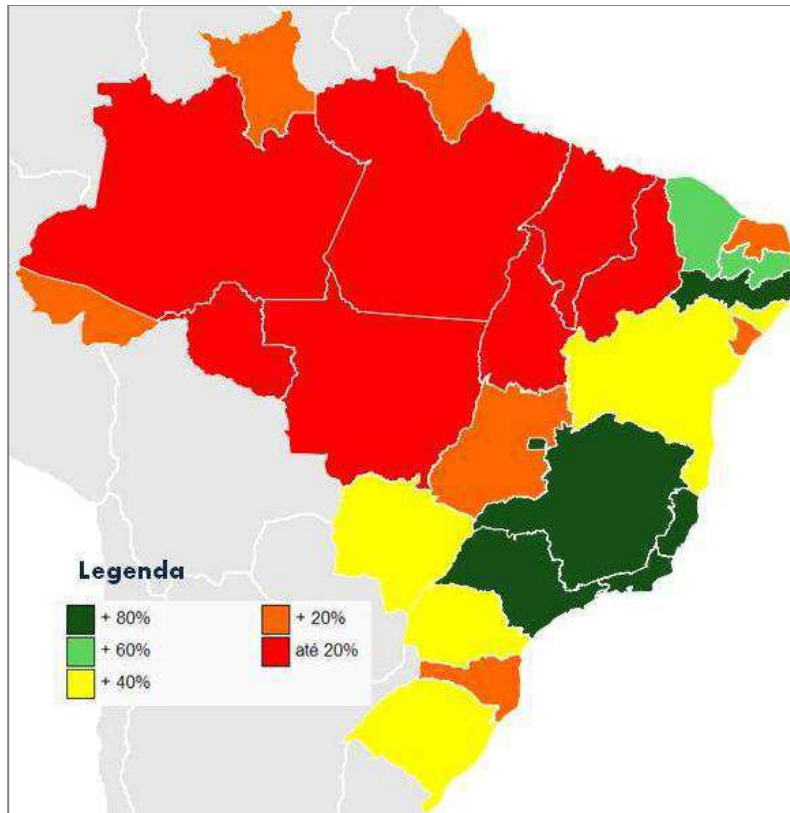
Embora a evolução dos serviços de saneamento básico no Brasil tenha passado por melhorias na cobertura com água potável, os serviços de esgotamento sanitário continuam deficientes. Segundo dados do IBGE (2010), a quase totalidade dos municípios brasileiros tinha serviço de abastecimento de água em pelo menos um distrito (99,4%). Dos 5 564 municípios existentes no País, em 2008, apenas 33 não dispunham de rede geral. Desses, 63,3%, ou seja, 21 municípios, estão localizados na região Nordeste, com destaque para o estado da Paraíba com 11 municípios.

Esses dados revelam que o Brasil está próximo à universalização, na questão da água, no entanto, a maior carência é em relação aos esgotos, pois até 2008, apenas 55,4% dos 57,3 milhões de domicílios estavam ligados à rede geral de esgoto. Outros 11,6% utilizavam fossa séptica. O maior problema dos esgotos está nas grandes cidades que mantêm serviços de esgotamento sanitário em apenas uma parcela de suas áreas urbanizadas. As porções não atendidas localizam-se nas periferias, ou mesmo em áreas centrais, mas de risco, com alta densidade demográfica e mais sujeitas aos problemas de saúde, que podem ser originados pela falta do atendimento. O segundo maior problema é o tratamento desses esgotos, mais uma vez concentrado nas grandes cidades. Coletar os esgotos domiciliares para jogá-los “in natura” nos córregos e rios não é uma solução de saneamento (SINAENCO, 2012).

Além das deficiências nos sistemas de esgotamento sanitário, existem também no Brasil as desigualdades regionais. Enquanto no Sudeste 95,0% dos domicílios possuem coleta de esgoto, no Norte esta cobertura é de 13,2%. As demais regiões do país têm rede de esgoto

em menos de 50% dos municípios (45,6% no Nordeste, 28,3% no Centro-Oeste e 39,7% no Sul), IBGE (2011), conforme mostra a Figura 3.1.

Figura 3.1 – Mapa dos estados brasileiros por porcentagem de rede de esgoto.



Fonte: IBGE, adaptado.

3.2 Saneamento em cidades de médio porte e de baixa renda

3.2.1 Cidades de médio porte

As cidades com mais de 300 mil habitantes são as que apresentam os maiores problemas sociais decorrentes da falta dos serviços de saneamento e que concentram 72 milhões de pessoas no país. Essa é a constatação do Instituto Trata Brasil (2010) que avaliou os serviços prestados em 100 cidades brasileiras, com mais de 300 mil habitantes. O estudo revelou que, entre os anos de 2003 e 2008, houve um avanço de 4,5% no atendimento de esgoto e de 14,1% no tratamento.

Campina Grande faz parte das cidades de médio porte e, atualmente, a cidade possui 99,49% dos seus domicílios sendo atendidos com a rede geral de abastecimento de água. Quanto ao sistema de coleta e tratamento do esgoto cerca de 70% dos domicílios têm seus esgotos coletados pela rede convencional (IBGE, 2010), o que levou a cidade a conseguir destaque no ranking nacional de saneamento básico realizado pelo Instituto Trata Brasil que, entre as 100 maiores cidades brasileiras, classificou Campina Grande como sendo a 24ª cidade brasileira em atendimento à população deste serviço, ficando também na 1ª colocação entre os municípios do Norte e do Nordeste.

3.2.2 Cidades de baixa renda

A Organização Mundial de Saúde menciona o saneamento básico precário como um “risco tradicional” à saúde. Muito associado à pobreza, afeta mais a população de baixa renda, em conjunto com outros riscos, como a subnutrição e a higiene inadequada. No ano de 2004, por exemplo, doenças relacionadas a sistemas de água e esgoto inadequados e às deficiências com a higiene causaram a morte de 1,6 milhões de pessoas nos países de baixa renda (PIB per capita inferior a US\$ 825,00). A maioria das mortes por diarreias no mundo, cerca de 90%, é causada por sistemas inadequados de saneamento, sendo que mais de 99% destas mortes ocorrem em países em desenvolvimento, e aproximadamente 84% delas afetam as crianças (WHO, 2009).

Segundo Silva (2007) as doenças infecciosas têm sido associadas a menores níveis socioeconômicos da população, afetados, por exemplo, através de indicadores de pobreza.

Ribeiro (2010) aborda que a falta de hábitos higiênicos, provocada pela pobreza e as más condições em suas instalações hidrossanitárias, facilita em muitos casos a transmissão de doenças infecciosas entre os membros de uma mesma família. Lavagem das mãos antes das refeições e depois da ida ao banheiro, a disposição higiênica das fezes, a preparação e conservação adequada de alimentos são hábitos de higiene que visam minimizar a transmissão doméstica das doenças.

Estudos do Banco Mundial estimam que o ambiente doméstico inadequado é responsável por quase 30% da ocorrência de doenças em países em desenvolvimento, conforme ilustra o Quadro 3.1 (BANCO MUNDIAL, 1993 apud BRASIL, 2006).

Quadro 3.1 – Estimativa do impacto da doença devido à precariedade do ambiente doméstico nos países em desenvolvimento.

PRINCIPAIS DOENÇAS LIGADAS À PRECARIEDADE DO AMBIENTE DOMÉSTICO	PROBLEMA AMBIENTAL
Tuberculose	Superlotação.
Diarreia	Falta de esgotamento sanitário, de abastecimento de água, de higiene.
Doenças tropicais	Falta de esgotamento sanitário, má disposição do lixo, foco de vetores de doenças na redondeza.
Verminoses	Falta de esgotamento sanitário, de abastecimento de água, de higiene.
Infecções respiratórias	Poluição do ar em recinto fechado, superlotado.
Doenças respiratórias crônicas	Poluição do ar em recinto fechado.
Câncer do aparelho respiratório	Poluição do ar em recinto fechado.

Fonte: Adaptado do Banco Mundial (1993) apud Brasil (2006).

Os bairros Glória I e II, Belo Monte e Jardim América possuem perfil de baixa renda e dispõem de infraestrutura completa em saneamento básico. São bairros situados na Zona Lesta da cidade de Campina Grande. Desses, dois são bairros periféricos (Belo Monte e Jardim América), que, atualmente, contribuem com apenas uma parte do seu esgoto para a Estação de Tratamento de Esgotos da bacia do Glória. Os outros dois são conjuntos habitacionais (Glória I e Glória II), que foram construídos em 2006 e que abrigam as famílias transferidas de uma extinta favela da cidade (Favela da Cachoeira). De acordo com Almeida (2007), a população desses conjuntos habitacionais era, na maioria, de baixa renda, pois 70,6% das famílias não tinham renda ou a renda familiar mensal atingia apenas um salário mínimo. Outros dados revelavam as péssimas condições sanitárias da área de origem da população, pois somente 74% das famílias eram atendidas pelo abastecimento público de água, 89,7% tinham as excretas lançadas a céu aberto, 7,5% utilizavam fossas sépticas e 2,6% fossas negras.

3.3 Helmintos

3.3.1 Introdução

Segundo Santos (2010) os helmintos constituem um grupo muito numeroso de animais, cujos representantes podem ser de vida livre ou parasitas de humanos e de outros animais. Os representantes desse grupo encontram-se distribuídos em dois Filos de interesse na Parasitologia Humana:

- *Platyhelminthes* – vermes achatados dorsoventralmente;
- *Nemathelminthes* – vermes com o corpo em geral de forma cilíndrica.

Os Platyhelminthes se dividem em três classes. Duas delas, os trematódeos e os cestódeos, são exclusivamente parasitas, enquanto a terceira reúne grande número de espécies no agrupamento geral dos turbelários, compreendendo quase que exclusivamente organismos de vida livre. Apenas as duas primeiras classes são de interesse para o presente estudo, com grande importância sanitária (NEVES, 2005).

Ainda segundo Neves (2005) quanto aos Nemathelminthes (antes pertenciam ao Filo dos Aschelminthes, atualmente, foram elevados a Filo) existem milhares de espécies parasitas, e grande número é de vida livre. Neste Filo encontra-se a Classe Nematoda onde estão incluídos os helmintos, parasitas do homem e de outros animais.

Na Tabela 3.1 é apresentada a classificação dos helmintos de interesse sanitário.

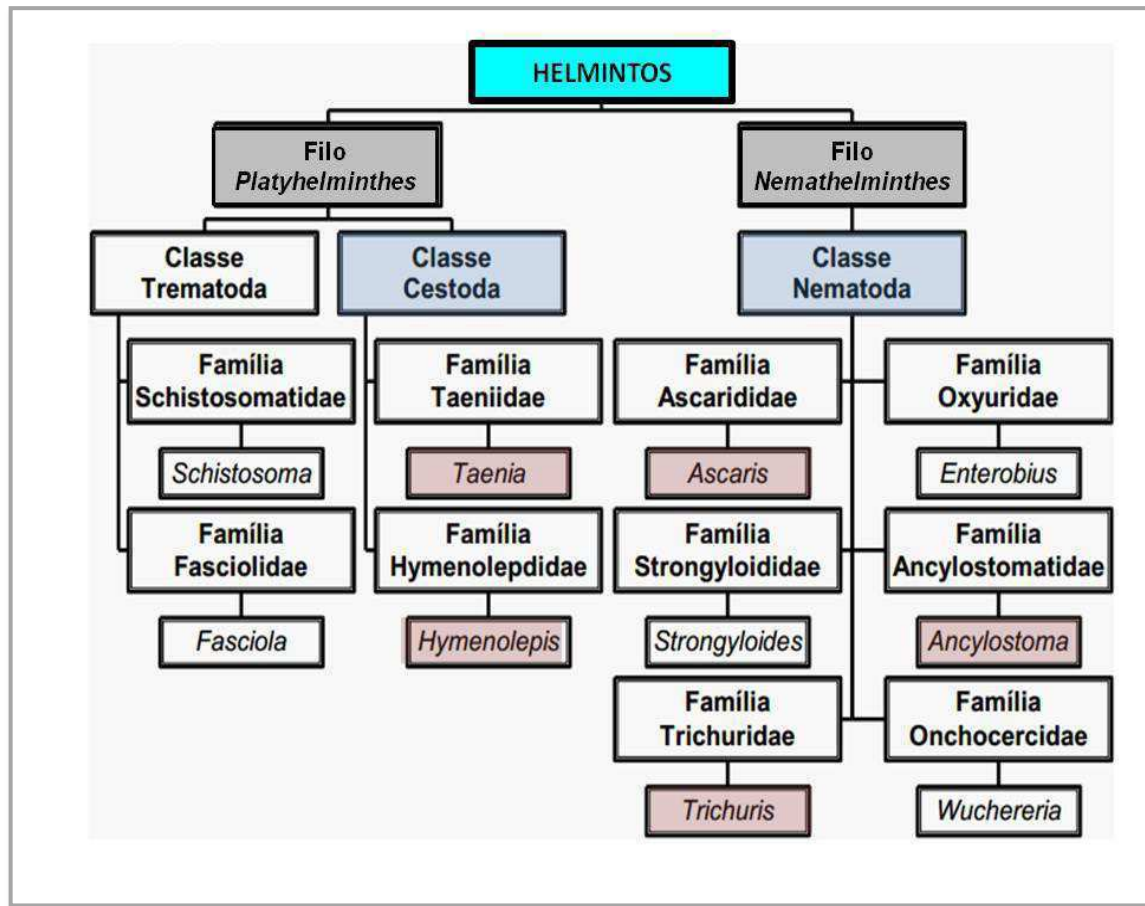
Tabela 3.1 – Classificação dos helmintos de interesse sanitário

FILO Classe	PLATELMINTOS		NEMATELMINTOS
	Cestoda	Trematoda	Nematoda
Espécie	Hymenolepis nana Hymenolepis diminuta Taenia saginata Taenia solium	Clonorchis sinensis Fasciola hepática Schistosoma spp	Ascaris lumbricoides Ancylostoma spp Enterobius vermiculares Trichuris trichiura Capillaria spp

Fonte: Adaptado de Jimenez, 2007

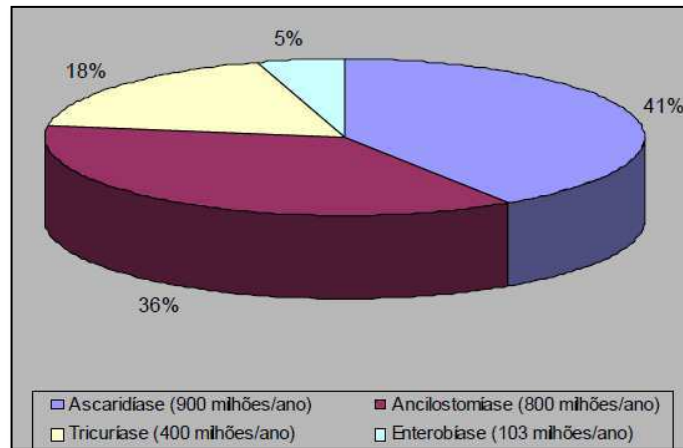
A Figura 3.2 resume os helmintos de interesse para o presente estudo.

Figura 3.2– Organograma de distribuição dos helmintos.



Fonte: Adaptado de Gazzinelli, 2006.

Os helmintos parasitas constituem um dos grupos mais importantes, quando se trata de saúde. Isto em função da frequência com que são encontrados na natureza, da resistência dos ovos de algumas espécies a condições adversas, e devido à baixa dose infectante para contaminação do hospedeiro (um único ovo é capaz de infectar humanos). A Figura 3.3 ilustra a distribuição das principais helmintoses intestinais no mundo (ZERBINI, 2000).

Figura 3.3– Helmintoses mais frequentes no mundo.

Fonte: WHO (1990) apud Zerbini, (2000).

Godinho (2003) descreve que durante a sua fase parasitária, os helmintos intestinais vivem no trato gastrointestinal dos hospedeiros (humanos e/ou animais). Seus ovos chegam ao exterior juntamente com a eliminação das fezes. Os ovos de helmintos sofrem sucessivas transformações até atingirem o estágio de larvas, que darão prosseguimento aos respectivos ciclos biológicos e atingirão outros hospedeiros. Os ovos larvados são infectantes para os humanos e animais quando ingeridos juntamente com água, alimentos, mãos sujas, poeira e solos que estejam contaminados. O grau da infecção e a espécie do parasito têm papel importante na sua patogenicidade.

Ainda segundo Godinho (2003) a patogenicidade dos helmintos é muito variável, sendo que, apenas alguns grupos apresentam uma relação epidemiológica de importância no saneamento. Os geo-helmintos que possuem parte do seu ciclo biológico no solo são de grande interesse, destacando-se *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Trichuris trichiura*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus* e *Strongyloides stercoralis*.

Os parasitas geralmente apresentam especificidade de hospedeiro podendo ser representados como a seguir:

- Específicos para um hospedeiro, em caso de parasitas monoxênicos (necessitam apenas um hospedeiro para completar seu ciclo biológico). Exemplo: *A. lumbricoides* e *T. trichiura*, que são infectantes apenas para os humanos;
- Específicos para os hospedeiros intermediários, em caso de parasitas heteroxênicos (precisam mais de um hospedeiro para completar o ciclo biológico). Neste caso o risco direto é para o hospedeiro intermediário, mas na sequência representam risco para o

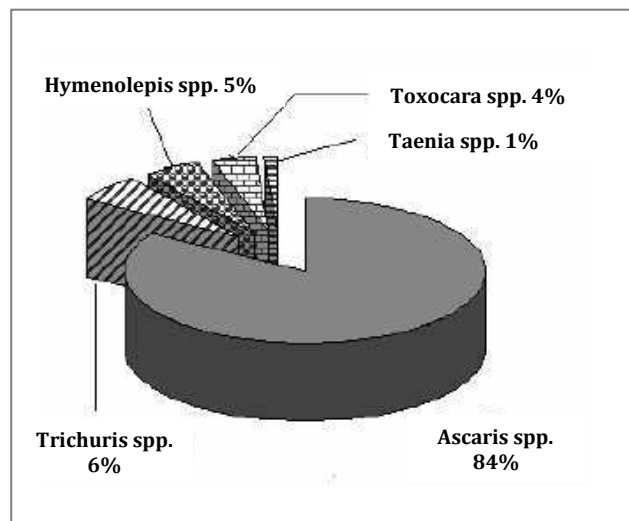
hospedeiro definitivo. Exemplo: *Taenia* sp, que é infectante para bovinos e suínos (hospedeiros intermediários) num primeiro instante, porém, se humanos (hospedeiro definitivo) ingerirem carne infectada destes animais podem desenvolver o parasita adulto no intestino ou no cérebro como é o caso da *Taenia solium* (cisticercose);

- Acidentais: quando o homem ingere ovos larvados de certos parasitas de animais, *Toxocara*, por exemplo, que habitualmente parasitam cães e gatos. Nesses casos a evolução do ciclo é abortiva, porém, o início do ciclo nos humanos pode ter repercussão patológica grave, conhecida como larva migrans visceral e larva migrans ocular.

Sendo assim, há uma grande variabilidade na taxa de infecção entre as populações, fazendo com que os riscos de infecção humana para cada helmintose possam variar de lugar para lugar ou, periodicamente, ocorram no mesmo local (ZERBINI, 2000).

Dentre os helmintos mais comuns nas águas residuárias incluem-se *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Ancylostoma*, *Hymenolepis* e *Taenia* (Figura 3.4). Desses, os três primeiros são resistentes a uma ampla variedade de condições físicas e químicas adversas, sendo capazes de sobreviverem por vários anos no solo (GODINHO, 2003).

Figura 3.4 – Helmintos prevalentes em águas residuárias.



Fonte: Jimenez, 2007

Para um melhor conhecimento da persistência desses parasitos a Tabela 3.2 mostra o tempo de sobrevivência de alguns patógenos nas águas residuárias, solo e na superfície de plantas.

Tabela 3.2 – Tempo de sobrevivência dos helmintos nas águas residuárias, solo e vegetais.

AGENTE PATOGÊNICO	MEIO	TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA
Ascaris lumbricoides	Solo Vegetais	Acima de 7 anos 27 – 35 dias
Necator americanus	Águas residuárias Solo arenoso Solo argiloso	< 18 dias < 10 dias 6 semanas
Taenia saginata	Águas residuárias Solo arenoso	> 16 dias < 210 dias (no inverno, sendo poucos dias no verão)

Fonte: Cutolo, 2009, apud Santos 2010 (Adaptado).

A presença de helmintos nas águas residuárias não pode ser avaliada por meio de bactérias indicadoras, tornando-se necessária a utilização de um outro indicador para este tipo de organismo. Assim, foi sugerido pela OMS (1989), citada por KÖNIG (2001), que se utilizasse *Ascaris lumbricoides* como o indicador mais adequado para esse grupo de patógenos. A avaliação para ovos de helmintos, no entanto, não pode ser somente quantitativa, pois é a viabilidade dos ovos que os tornam “importantes” epidemiologicamente. Os ovos férteis não embrionados, quando eliminados pelo hospedeiro, juntamente com as fezes, não são infecciosos até que se transformem em larvas infectantes.

O tamanho, a densidade relativa e a velocidade de sedimentação de alguns ovos são mostrados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Dimensão, densidade e velocidade de sedimentação de diferentes ovos de helmintos.

HELMINTOS	DIMENSÃO (µm)	DENSIDADE	VELOCIDADE DE SEDIMENTAÇÃO (m/h)
Ancylostoma sp	60x40	1,055	0,26
Ascaris lumbricoides	55x40	1,11	0,43
Ascaris suum	65x45	1,13	0,95
Trichuris trichiura	22x50	1,15	0,48
Taenia Saginata	40x35	1,30	0,83
Taenia solium	30x35	NE*	NE*

*NE – Não especificado

Fonte: Adaptado de SILVA (2008).

Jimenez (2007) mostra o número de ovos de helmintos em águas residuárias em países desenvolvidos e em desenvolvimento, como apresentado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 Número de ovos de helmintos em águas residuárias em diferentes países

PAÍS / REGIÃO	ÁGUAS RESIDUÁRIAS MUNICIPAIS (OVOS/L)
Brasil	166-202
China	840
Egito	6-42
Ilha de Grande Caimã	100-1230
Jordânia	300
México	6-98 – nas cidades Até 330 - áreas rurais/peri-urbanas
Marrocos	840
África do Sul	772
Síria	800
Tunísia	30
Ucrânia	60
França	9
Japão	80
Estados Unidos	1-8

Fonte: Jimenez, 2007 (Adaptado).

3.3.2 Descrição dos helmintos

A seguir são descritos, de maneira geral, os helmintos de interesse para o presente estudo. No procedimento de identificação foram destacados alguns representantes da classe Nematoda (*Ascaris* sp, *Trichuris* sp e *Ancylostoma* sp) e Cestoda (*Taenia* sp., *Hymenolepis nana* e *diminuta*).

a) *Ascaris* sp

A Família Ascaridae compreende helmintos grandes, como *Ascaris lumbricoides*, frequentemente encontrados no intestino do homem ocasionando a ascaríase ou ascaridíase. Esta é a mais cosmopolita e mais frequente das helmintíases humanas acometendo mais severamente crianças, razão pela qual é assunto de alto interesse pediátrico e social (SANTOS, 2010).

Segundo WHO (2004), no mundo, cerca de 2 bilhões de pessoas estão infectadas com parasitas intestinais, sendo um problema de saúde pública, especialmente em países em desenvolvimento. Muitas vezes têm consequências graves, como déficit cognitivo, disenteria, ou anemia.

Sua associação com a contaminação fecal do solo e alimentos, falta de água potável, reutilização de águas residuárias, baixa escolaridade, falta de saneamento e baixas condições socioeconômicas continuam a ser um problema de saúde pública em muitos países. Na América Latina, a ascaridíase ocorre dependendo das condições biogeográficas (PINEDA, 2010).

No intestino dos pacientes, cerca de 90% dos *Ascaris* localizam-se ao longo das alças jejunais, encontrando-se os restantes no íleo. Nas infecções intensas todo o intestino delgado encontra-se povoado. O embrionamento dos ovos se dá no meio exterior e requer a presença de oxigênio. Em temperaturas entre 20 e 30 °C pode completar-se em duas semanas. Experimentalmente, comprovou-se a infectividade após sete anos de permanência no solo, mas em condições naturais a viabilidade dos ovos é muito menor. Após a ingestão, dá-se a eclosão, que é desencadeada por estímulos fornecidos pelo hospedeiro, dentre os quais se destaca a concentração de CO₂. A longevidade dos *Ascaris* adultos é estimada de um a dois anos (SANTOS, 2010).

b) *Ancylostoma* sp

Da família dos ancilostomídeos, são parasitos que apresentam ampla distribuição geográfica. Dentre as espécies conhecidas, apenas três podem atingir o homem causando as ancilostomíases humanas: *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus* e *Ancylostoma ceylanicum*, sendo as duas primeiras espécies os principais parasitos humanos. A espécie *A. ceylanicum*, ainda que ocorra em hospedeiros humanos, tem os canídeos e felídeos como hospedeiros definitivos. As ancilostomíases humanas, embora às vezes negligenciadas, têm grande importância no contexto universal, pois estima-se que cerca de 900 milhões de pessoas estejam parasitadas por *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, das quais, 60 mil morrem anualmente (NEVES, 2005).

De acordo com Godinho (2003) *Ancylostoma duodenale* é um parasito predominantemente de regiões mais temperadas, embora ocorra em regiões tropicais cujo clima seja mais temperado. No Brasil, a ancilostomíase mais frequente é por *Necator*

americanus. Os ovos das várias espécies são muito parecidos, ovóides ou elípticos, de casca fina e transparente, diferindo-se principalmente quanto ao tamanho médio: *A. duodenale* mede em torno de 60 μm e *N. americanus*, 70 μm . O número de ovos que a fêmea ovipõe por dia varia com a espécie e com a densidade parasitária. Segundo algumas estimativas, *A. duodenale* ovipõe de 20.000 a 30.000 ovos por dia, enquanto *N. americanus* ovipõe em torno de 9.000 ovos/dia.

Os ancilostomídeos, assim como outros nematóides parasitos, apresentam ciclo biológico direto, não necessitando de um hospedeiro intermediário. Os ovos de ancilostomídeos depositados pelas fêmeas (após a cópula) no intestino delgado são eliminados para o meio exterior através das fezes. Os ovos necessitam de um ambiente propício de oxigenação, alta umidade (> 90%) e temperatura elevada para que ocorra seu embrionamento, a formação da larva de primeiro estágio (L1) e sua eclosão. Esta continuará o desenvolvimento até alcançar o estágio de larva infectante (GODINHO, 2003).

Ainda conforme Godinho (2003) a infecção dos humanos pelos ancilostomídeos só ocorre quando as larvas em estágio L3 (larva filarióide ou infectante) penetram ativamente pela pele, conjuntiva e mucosas, ou, passivamente, por via oral. A patogenia da enfermidade é diretamente proporcional ao número de parasitos presentes no intestino delgado. A anemia causada pelo intenso hematofagismo exercido pelos vermes adultos é o principal sinal da ancilostomíase.

O entendimento da epidemiologia da ancilostomíase requer um conhecimento sobre a cadeia epidemiológica: parasito, transmissão, hospedeiro e ambiente. A doença ocorre preferencialmente em crianças com mais de seis anos, adolescentes e indivíduos mais velhos, independentemente do sexo, onde os parasitos podem sobreviver até 18 anos. Na natureza, os ovos dos parasitos não se desenvolvem bem em umidade inferior a 90% e os raios ultravioletas do sol são letais para o embrionamento. O solo argiloso, que preserva mais umidade e quando contém elevada concentração de matéria orgânica, favorece bem o desenvolvimento dos estágios de vida livre. A temperatura é outro fator limitante para o desenvolvimento e sobrevivência de ovos e larvas, sobretudo em locais de clima temperado e tropical (ZARBINI, 2000).

Godinho (2003) relata que em áreas endêmicas, a aplicação de medidas preventivas e tecnicamente efetivas para o controle das ancilostomíases são:

- Engenharia sanitária (pela implantação de saneamento básico);
- Educação sanitária;

- Suplementação alimentar de ferro e proteínas;
- Uso de anti-helmínticos (embora de uso mais curativo, tem seu efetivo valor).

Essas aplicações estão geralmente condicionadas às limitações sociais e econômicas, onde grande parte da população mantém-se em condições precárias de educação, nutrição, saneamento, saúde, habitação, etc. Esses fatores integram-se mantendo elevada a prevalência da ancilostomíase. Porém, enquanto não se pode tomar medidas que solucionem em definitivo o controle ou a erradicação da doença, medidas mais simples tais como, destino adequado das fezes humanas pelo uso de privadas ou fossas higiênicas, hábito de lavar as mãos antes das refeições, lavar os alimentos ingeridos crus, usar calçados ao frequentar locais públicos ou usar luvas ao manipular objetos contaminados, podem atenuar a incidência e a prevalência da enfermidade (GODINHO, 2003).

c) **Trichuris sp**

Bastos (2003) citado por Santos (2010) descreve o *Trichuris* como sendo um nematoide com distribuição cosmopolita e de alta prevalência entre a população humana. Quase sempre, sua prevalência segue paralelamente a de *A. lumbricoides*, devido ser idêntico o seu modo de transmissão, grande a fertilidade dos helmintos, bem como a resistência dos ovos às condições do meio externo. Sua prevalência é maior nos lugares de clima quente e úmido, onde as condições de saneamento são precárias.

Os vermes adultos apresentam uma forma característica, assemelhando-se a um chicote (são conhecidos na língua inglesa como whipworms). Os vermes adultos medem de 3 a 5 cm de comprimento, sendo os machos menores que as fêmeas. Os vermes adultos são dioicos, com dimorfismo sexual. Os ovos medem aproximadamente 50 µm de comprimento por 22 µm de largura, apresentam formato elíptico, característico, com poros salientes e transparentes em ambas as extremidades, preenchidos por material lipídico. A casca do ovo de *Trichuris* é semelhante à do *Ascaris*, possuindo uma camada externa vitelina, uma intermediária quitinosa e uma camada interna lipídica. Esses vermes parasitam o intestino grosso do homem, em infecções moderadas, estando localizados principalmente no ceco e cólon ascendente. Já nas infecções intensas, ocupam também o cólon distal, o reto e a porção distal do íleo. A porção posterior de *T. trichiura* permanece exposta no lúmen intestinal, facilitando a fecundação e eliminação dos ovos. A fecundidade da espécie é muito grande, podendo chegar de 14.000 a 20.000 ovos/dia (GODINHO, 2003).

Segundo Godinho (2003) o ciclo biológico de *T. trichiura*, como o de outros nematoides, é do tipo monoxênico. Fêmeas e machos que habitam o intestino grosso são eliminados para o meio externo juntamente com as fezes. A sobrevivência dos adultos no homem é estimada em cerca de três a quatro anos (estimativa máxima do parasito). Porém, estimativas indiretas, com base na intensidade da infecção em diferentes faixas etárias da população de áreas endêmicas, indicam uma sobrevida de um a dois anos para os vermes adultos. O embrião contido no ovo recém-eliminado se desenvolve no ambiente para tornar-se infectante. O período de desenvolvimento do ovo depende das condições ambientais, sendo que, à temperatura de 25° C, o processo de embriogênese ocorre com cerca de 28 dias.

Temperaturas muito elevadas (acima de 40° C) não permitem o desenvolvimento dos ovos de *T. trichiura* e em baixas temperaturas este processo pode ser bem retardado. Estes ovos são mais sensíveis à dessecação do que os ovos de *Ascaris sp.* Em condições ambientais favoráveis, os ovos contendo as larvas infectantes podem permanecer viáveis por longos períodos. Como os ovos são resistentes às condições ambientais, podem ser disseminados pelo vento ou pela água e contaminar os alimentos sólidos ou líquidos, sendo então ingeridos pelo hospedeiro. Os ovos podem também ser disseminados por mosca doméstica, que os transporta na superfície externa do corpo, do local onde as fezes foram depositadas até os alimentos (GODINHO, 2003).

A intensidade da infecção varia com a idade do hospedeiro, sendo que as crianças infectam-se entre os 18 e 24 meses de idade. A intensidade máxima da infecção ocorre em crianças com quatro a dez anos (principalmente entre seis e sete) diminuindo em jovens, permanecendo baixa em adultos. O homem é a única fonte da infecção por *T. trichiura* que apresenta relevância epidemiológica. Assim, a transmissão da tricuriase depende de condições ambientais, que favoreçam o desenvolvimento e a sobrevivência dos seus ovos no meio ambiente, além da falta de saneamento básico adequado que favoreceria contaminação do ambiente (GODINHO, 2003).

d) Taenia sp

Na Família Taeniidae, dois cestódeos que têm o homem como hospedeiro definitivo e obrigatório são: *Taenia solium* e *Taenia saginata*, popularmente conhecidas como solitárias. Seus hospedeiros intermediários são os suínos e os bovinos, respectivamente. A teníase e a cisticercose são entidades mórbidas distintas, causadas pela mesma espécie, porém

em fases da vida diferentes. A teníase é caracterizada pela presença da forma adulta de *T. solium* e *T. saginata* no intestino delgado humano. A cisticercose é uma alteração provocada pela presença da larva nos tecidos de seus hospedeiros intermediários (suíno e bovino). São parasitos que na fase adulta têm o homem por único hospedeiro normal, podendo chegar a medir de 2 a 8 metros de comprimento. Seus ovos são esféricos com 30 μm de diâmetro, possuem casca protetora e embrião interno, e são indiferenciáveis entre as duas espécies. Suas larvas podem medir até 12 mm de comprimento (SANTOS, 2010).

e) **Hymenolepis sp**

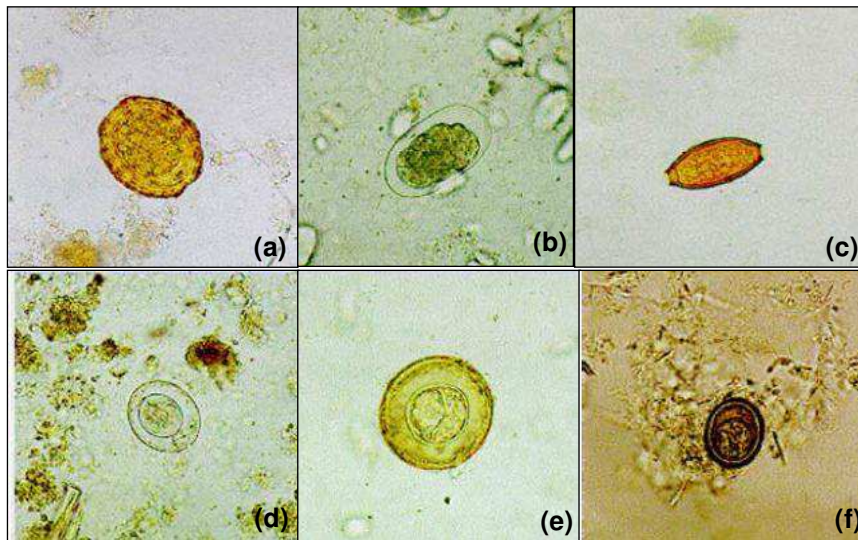
Segundo Godinho (2003), *Hymenolepis nana* é o menor cestódeo que ocorre no homem, sendo também muito encontrada no íleo de ratos e camundongos. Os ovos são quase esféricos, medindo cerca de 40 μm de diâmetro. Este helminto pode apresentar dois tipos de ciclo: um monoxênico, não necessitando de hospedeiro intermediário, e o outro heteroxênico, em que usa hospedeiros intermediários (pulgas e carunchos de cereais). No ciclo monoxênico, os ovos são eliminados com as fezes, podendo ser ingeridos. No ciclo heteroxênico, os ovos presentes no meio externo são ingeridos pelas larvas de alguns dos insetos citados. Humanos podem ingerir acidentalmente um inseto contendo larvas cisticercóides. O mecanismo mais frequente de transmissão é a ingestão de ovos presentes nas mãos ou em alimentos que foram contaminados. Apesar de *H. nana* ser um cestódeo cosmopolita, ele é mais frequentemente encontrado nos países de clima quente. Os principais fatores que parecem determinar sua distribuição e incidência são: pequena resistência do ovo no meio externo, até dez dias; promiscuidade e maus hábitos de higiene; presença de hospedeiros intermediários próprios no ambiente; possibilidade de transmissão ser também direta: criança – fezes – ovos – solo – criança.

Hymenolepis diminuta é parasita habitual de ratos e raramente do homem. Os ovos medem cerca de 75 μm de diâmetro. O ciclo é sempre heteroxênico e o homem infecta-se ingerindo acidentalmente, ovos ou insetos, como pulgas etc. Normalmente o parasitismo humano não leva a nenhuma alteração orgânica, sendo o verme eliminado dois meses após a infecção (GODINHO, 2003).

3.3.3 Ilustração de ovos de helmintos comumente encontrados em águas residuárias

Alguns ovos de helmintos, usualmente encontrados em águas residuárias brutas e tratadas, são ilustrados na Figura 3.5.

Figura 3.5– Ovos de helmintos comumente encontrados em águas residuárias brutas e tratadas. Ovos de *Ascaris lumbricoides* (a), ovos de *Ancylostoma* (b), ovos de *Trichuris trichiura* (c), ovos de *Hymenolepis nana*(d), ovos de *Hymenolepis diminuta* (e) e ovos de *Taenia* (f) .



Fonte: Adaptado de ZERBINI (2000).

3.3.4 Trabalhos relevantes para a presente pesquisa

Os helmintos intestinais constituem um grave problema de saúde pública em diversas regiões do mundo. Sua presença está associada, quase sempre, ao baixo desenvolvimento econômico, carência de saneamento básico e falta de higiene. A cada quatro habitantes do planeta, um está parasitado por algum tipo de helminto. Dentre estes parasitas, chamam a atenção *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* como vermes de elevada frequência na população pediátrica. Pesquisas realizadas na América Latina, África e Ásia demonstraram que a ancilostomíase e a ascaridíase encontravam-se entre as vinte infecções fatais e com elevada taxa de morbidade (DE ARAÚJO, 2007).

Há vários trabalhos na literatura brasileira que corroboram esse fato, dentre eles está o de Ludwig et al (1999) que estabeleceram uma correlação entre as condições de saneamento básico e a frequência de parasitoses no município de Assis (SP). Eles observaram

uma diminuição da prevalência das parasitoses intestinais com o aumento do número de ligações de água e esgoto, evidenciando uma relação inversa entre a prevalência de exames positivos e a população atendida por melhorias de saneamento básico.

Quanto à identificação e quantificação de ovos de helmintos em esgoto bruto é importante citar o estudo realizado por König e colaboradores (2002) em estações de tratamento de esgoto da Paraíba, onde, na cidade de Campina Grande, foi encontrada concentração média de ovos de helmintos de 58 ovos/L, contabilizando valores máximos de ovos de helmintos na ordem de 147 ovos/L. A Tabela 3.5 apresenta as características físico-químicas, microbiológicas e parasitologias das águas residuárias de oito estações de tratamento do estado da Paraíba.

Tabela 3.5 – Número médio de ovos de helmintos e parâmetros físico-químicos nos esgotos brutos de oito ETE's do estado da Paraíba.

	Helmintos (ovos/L)	DBO (mg/L)	Sólidos totais (mg/L)	S. suspensos (mg/L)
Campina Grande	58	349	1.408	266
Sapé	47	453	1.316	318
Guarabira	37	488	1.321	393
Monteiro	26	564	1.752	470
Itaporanga	21	436	1.006	318
Sousa	17	160	807	127
Cajazeiras	13	112	666	94
Patos	9	220	1.190	227

Fonte: Adaptado de KONIG ET AL (2002).

Araújo (2007), trabalhando com os mesmos bairros dessa pesquisa (Glória I e II, Belo Monte e Jardim América), encontrou concentração média, no esgoto bruto, de 1842 ovos/L. Observa-se que os valores médios de ovos de helmintos encontrados em 2007 foram relativamente maiores. Neste caso, no ano de 2007, a comunidade estava em fase de adaptação; a população tinha sido recentemente transferida da Favela da Cachoeira, portanto, viviam em ambientes extremamente insalubres, trazendo consigo costumes e hábitos ainda precários, inclusive, havendo a possibilidade de alguns dos parasitos encontrados terem sido, na verdade, adquiridos na favela de origem. Essa realidade se afirma com o trabalho da própria autora (ARAÚJO, 2007), quando menciona que em visitas a esses bairros, observava com frequência crianças despidas e descalças brincando nas ruas, além da convivência com animais que podiam estar envolvidos nos ciclos biológicos de parasitas intestinais.

Outro trabalho relevante foi o de DIXO (1990), no qual se analisou o número de ovos de helmintos no bairro do Pedregal, onde foram encontrados valores médios de 16774

ovos/L. Esse bairro possuía semelhança entre as características das águas residuárias produzidas pelos bairros em estudo, onde seus esgotos possuíam concentrações muito elevadas. Segundo DIXO (1990) o recente beneficiamento com um sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, associado às baixas condições econômicas e sociais da população foram fatores contribuintes para a elevada concentração de ovos no esgoto bruto do bairro do Pedregal. Nessa mesma época a média de Campina Grande, quanto aos ovos de helmintos, era de 1.696 ovos/L (AYRES et al, 1989, apud DIXO, 1990).

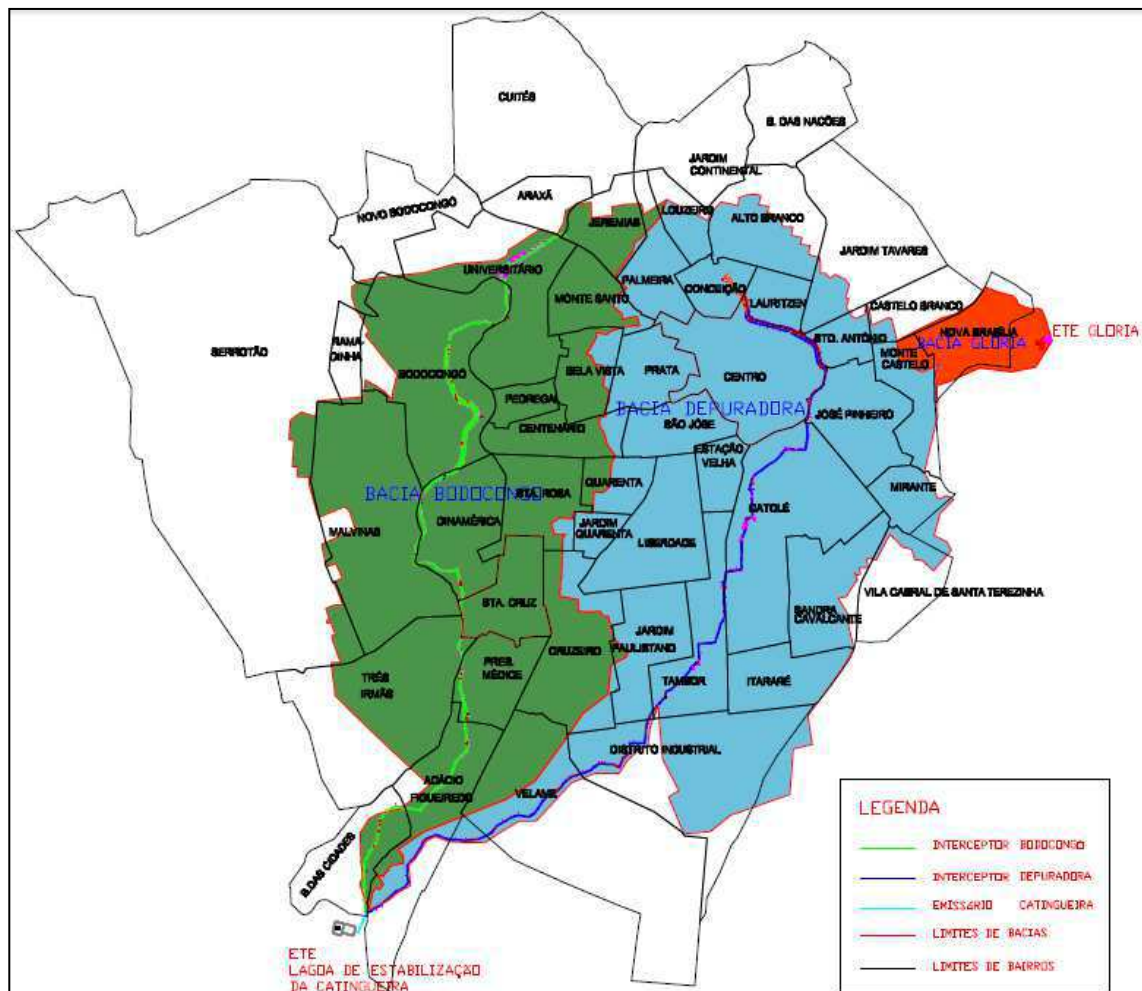
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área em estudo

4.1.1 Sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande

O sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande é composto por três bacias, sendo duas bacias que contribuem para a estação de tratamento do bairro da Catingueira - a bacia Depuradora e a bacia Bodocongó e uma bacia que contribui para a estação de tratamento do bairro Glória – bacia Glória (Figura 4.1). É constituído de dois interceptores principais (Interceptor da Depuradora - Leste e Interceptor de Bodocongó - Oeste), um emissário (Emissário da Catingueira), duas Estações de Tratamento de Esgoto (bairro Catingueira e bairro Glória) e cinco elevatórias.

Figura 4.1 - Divisão das bacias de esgotamento sanitário e dos bairros da cidade de Campina Grande-PB.



Fonte: Adaptado CAGEPA, 2012.

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do bairro da Catingueira foi construída entre 1973 e 1974 e era composta por grade de barras, caixa de areia e calha Parshall (tratamento preliminar) e duas lagoas aeradas em série. Com o desenvolvimento da cidade houve a necessidade de ampliação do sistema. Essa ampliação foi dividida em duas etapas, estando a primeira em operação. Atualmente, o novo sistema de tratamento é composto de grade mecanizada, caixa de areia e Calha Parshall - tratamento preliminar (a caixa de areia e a calha Parshall construídas anteriormente foram desativadas), duas lagoas anaeróbias (aproveitando as lagoas anteriormente aeradas), com seu efluente sendo recalcado para as lagoas de tratamento de esgoto construídas recentemente, sendo duas lagoas facultativas e uma de polimento (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Localização do novo sistema de tratamento de Campina Grande-PB, Catingueira.



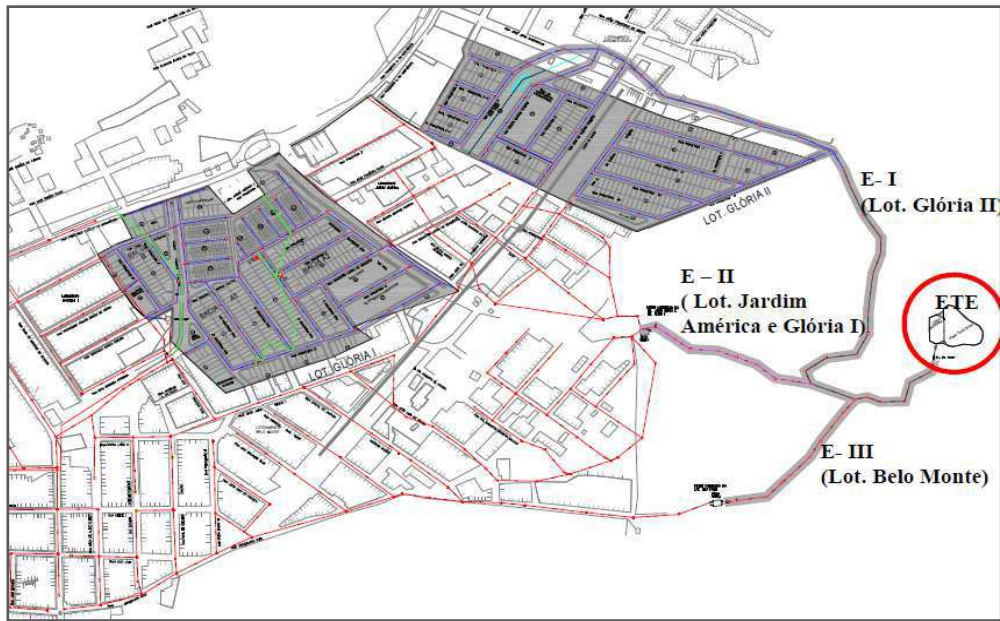
Fonte: Imagem do Google Earth, 2012.

A Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Glória, em funcionamento desde outubro de 2006, foi construída para tratar águas residuárias geradas por bairros da zona leste da cidade de Campina Grande-PB, abrangendo os bairros Glória I e Glória II e uma parcela do Belo Monte e Jardim América.

A ETE recebe contribuição de três emissários: o primeiro (E-I) transporta a contribuição do bairro Glória II, o segundo (E-II) a contribuição dos bairros Jardim América e Glória I e o terceiro (E-III) a contribuição do Belo Monte, conforme Figura 4.3. O sistema de tratamento é composto de: tratamento preliminar (grade de barras, caixa de areia e calha parshall) e de duas lagoas, sendo uma anaeróbia com profundidade de 3,5 m e uma área de

1065,80 m² e uma facultativa secundária com profundidade de 2 m e uma área de 3326,26 m² (ARAÚJO, 2007).

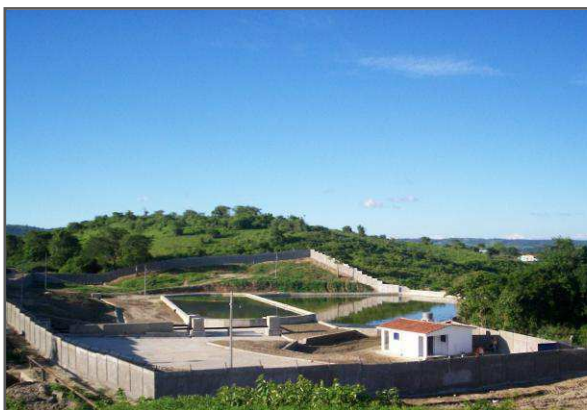
Figura 4.3 - Desenho esquemático dos emissários de contribuição dos bairros Glória I e II, Jardim América e Belo Monte.



Fonte: Araújo, 2007.

As Figuras 4.4 e 4.5 mostram a vista geral da estação de tratamento de esgoto do bairro Glória e suas unidades de tratamento.

Figura 4.4 - Vista da estação de tratamento do bairro Glória.



Fonte: Araújo, 2007.

Figura 4.5 - Vista das unidades do sistema de tratamento.



Fonte: Araújo, 2007.

4.2 Pontos de amostragem

Foram selecionados quatro pontos para monitoramento do sistema, definidos segundo a Tabela 4.1, sendo três pontos coletados no sistema de esgotamento que contribui

para a ETE do bairro da Catingueira (bacias Bodocongó e Depuradora) e um ponto no sistema de esgotamento sanitário que contribui para a ETE do bairro Glória.

Tabela 4.1 – Identificação dos pontos de coleta

PONTO	LOCAL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		X	Y
P1	Poço de Visita da bacia Bodocongó	178093.6154	9196782.8509
P2	Calha Parshall da ETE Catingueira	176748.5873	9194230.5100
P3	Poço de Visita da bacia Depuradora	181511.4825	9198973.1679
P4	Poço de Visita da bacia Glória	184857.3440	9201335.9795

A Figura 4.6 mostra a localização dos pontos de amostragem.

Figura 4.6 - Identificação dos pontos de coleta.



Fonte: Adaptado CAGEPA, 2012.

As Figuras 4.7 a 4.10 apresentam as ilustrações dos pontos amostrais.

Figura 4.7 – Ponto P1 - Poço de visita da bacia Bodocongó.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.8 – Ponto P2 - Calha Parshall da ETE de Campina Grande, Catingueira.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.9 – Ponto P3 - Poço de visita da bacia Depuradora.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.10 – Ponto P4 - Poço de visita da bacia Glória.



Fonte: Autora, 2012.

4.3 Variáveis analisadas

As análises físicas, químicas, microbiológicas e parasitológicas foram realizadas para a caracterização do sistema e envolveram as seguintes variáveis: sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SSED), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes termotolerantes (CT), Ovos de helmintos e viabilidade.

4.4 Monitoramento do sistema

O sistema foi monitorado no período de maio a novembro de 2012, no horário de 10 às 13 horas, sendo realizadas duas coletas por semana.

As amostras de esgoto bruto foram coletadas em quatro pontos da cidade, sendo três pontos coletados no sistema de esgotamento que contribui para a ETE do bairro da Catingueira (bacias Bodocongó e Depuradora) e um ponto no sistema de esgotamento sanitário que contribui para a ETE do bairro Glória (bacia do Glória), conforme citado anteriormente.

As análises foram realizadas no laboratório da EXTRABES - Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (Universidade Estadual da Paraíba), no laboratório do PROSAB – Programa de Saneamento Básico (Universidade Federal de Campina Grande), ambos localizados no bairro do Tambor e no laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no bairro de Bodocongó.

A seguir são ilustrados alguns procedimentos de coleta.

Figura 4.11 – Coleta de esgoto bruto no ponto P4, bairros Glória I e II, Jd. América e Belo Monte.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.12 – Procedimento de coleta para análise parasitológica.



Fonte: Autora, 2012.

4.4.1 Análises parasitológicas

As amostras para as análises de ovos de helmintos foram coletadas em garrafas plásticas limpas com capacidade de 2L (devidamente identificadas) e imediatamente transportadas ao laboratório para análise. No laboratório as amostras foram homogeneizadas e transferidas para béqueres de vidro com capacidade de 1 L (as amostras foram preservadas com a adição de 10 mL de formaldeído P.A), onde permaneciam por um tempo de 24 horas para a sedimentação (KONIG, 2001). Após o tempo estabelecido o material sedimentado foi processado pelo método de BAILENGER modificado por AYRES e MARA (1996), segundo a técnica apresentada por ZERBINI, 2000. A contagem foi feita em triplicata.

A quantificação e identificação dos ovos de helmintos foram executadas por meio da técnica de sedimentação, centrifugação e flutuação. Após sucessivas centrifugações da amostra, com descarte do sobrenadante, o sedimento foi tratado com solução tampão aceto-acética (pH 4,5) e acetato de etila, para a separação do material gorduroso. Posteriormente, com a adição da solução de sulfato de zinco a 33%, os ovos com densidade relativa menor que 1,18 foram separados do sedimento. A contagem e identificação foram realizadas observando-se o material suspenso (menos denso) em câmara de McMaster com auxílio do microscópio em objetivas de 10x e 40x (ZERBINI, 2000).

A seguir são ilustrados alguns procedimentos para a preparação das amostras de quantificação e identificação dos ovos de helmintos.

Figura 4.13 – Sedimentação da amostra (24 horas).



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.14 – Centrifugação da amostra.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.15 - Transferência da amostra para a Câmara de McMaster.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 4.16 - Observação no microscópio: contagem e identificação.



Fonte: Autora, 2012.

4.4.2 Análises de viabilidade de ovos de helmintos

Para a análise da viabilidade de ovos de helmintos eram coletados cinco litros da amostra de esgoto bruto. A amostra era levada ao laboratório, onde, imediatamente, era realizada a análise. Como a maioria das amostras tinha turbidez elevada o tempo requerido para essa análise era elevado, necessitando de aproximadamente cinco horas para a leitura das lâminas dos quatro pontos.

A análise da viabilidade de ovos de helmintos era executada por meio da técnica de coloração rápida, utilizando-se de solução de safranina a 0,1%. A técnica consistiu em aplicar sucessivas centrifugações da amostra em solução isotônica, permitindo assim o clareamento do sobrenadante. Após o descarte, os ovos que se encontravam no sedimento eram recuperados por flutuação com solução de sulfato de zinco a 33,1% e o sobrenadante era filtrado em membrana de 47 mm e 8 μ m de porosidade. A contagem era realizada por observações microscópicas da lâmina contendo a membrana corada com o corante biológico. O uso de corante biológico foi útil para detectar as trocas de permeabilidade da membrana vitelina dos ovos, portanto, quando o ovo era viável não havia a coloração (NEVES, 2005; ZERBINI, 2000).

4.4.3 Análises físico-químicas e microbiológicas

As análises físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas para a caracterização do sistema e envolveram as seguintes variáveis: sólidos suspensos totais (SST), sólidos sedimentáveis (SSED), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), demanda química de oxigênio (DQO) e coliformes termotolerantes (CT).

As variáveis foram quantificadas por métodos padronizados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2005).

O Quadro 4.2 apresenta as variáveis determinadas e os respectivos métodos utilizados para a caracterização do esgoto bruto do sistema estudado.

Quadro 4.1 - Métodos analíticos empregados na determinação das variáveis analisadas.

VARIÁVEL	MÉTODO
Ovos de helmintos (Ovos/L)	Sedimentação (Bailenger (1979), modificado por Ayres e Mara, 1996)
Sólidos suspensos totais - SST (mg/L)	Gravimétrico
Sólidos sedimentáveis - SS (ml/L)	Decantação (cone Imhoff)
Demanda bioquímica de oxigênio-DBO ₅ (mg/L)	Diluição em frascos padrões de DBO com incubação a 20 °C durante 5 (cinco) dias
Demanda química de oxigênio-DQO (mg/L)	Refluxação fechada do dicromato de potássio com determinação titulométrica
Coliformes termotolerantes – (UFC/100mL)	Membrana filtrante

4.5 Métodos estatísticos

Para o tratamento e a interpretação dos dados coletados, todas as variáveis foram submetidas ao teste de Grubbs (SOKAL & ROHLF, 1995), a fim de detectar a existência de valores que não faziam parte do conjunto de dados, ou seja, valores extremos (outliers).

Foi utilizada a análise estatística descritiva a fim de encontrar a média, desvio padrão, variância, valores de mínimo e máximo das variáveis estudadas.

O método gráfico BOX PLOT foi utilizado para determinar o nível de dispersão dos dados.

Foi aplicada a análise de variância (ANOVA fator único), ao nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) a todos os conjuntos de dados de uma mesma variável que permitiu identificar a existência ($F > F_{cr}$) ou não ($F < F_{cr}$) de diferenças significativas entre os conjuntos.

Para as variáveis que apresentaram diferenças significativas foi aplicado o método gráfico GT-2, no qual uma igualdade estatística entre um par de valores médios é demonstrada pela intercessão dos respectivos limites de comparação (limite inferior – Lim Inf, limite superior – Lim Sup) e a diferença significativa fica evidenciada pela não intercessão desses limites.

Todos os conjuntos de dados amostrais foram submetidos à análise de correlação, através da matriz de correlação. O coeficiente de correlação foi avaliado ao nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

A planilha eletrônica do Microsoft Excel 2007 foi utilizada tanto na análise dos parâmetros estatísticos descritivos, como na análise de variância e na análise de correlação.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Análises estatísticas

Os parâmetros descritivos [ponto amostral (P), tamanho amostral (N), média aritmética (MED), desvio padrão (DP), variância (VAR), mínimo (MÍN) e máximo (MÁX)] são apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Parâmetros descritivos das variáveis parasitológicas, físicas, químicas e microbiológicas determinadas nos pontos de monitoração entre maio e novembro de 2012.

VARIÁVEL	P	N	MÉD	DP	VAR	MÍN	MÁX
Ovos de helmintos (ovos/L)	P1	40	84	64	4143	0	360
	P2	40	94	49	2361	10	200
	P3	40	78	38	1427	0	150
	P4	40	262	114	12931	60	560
Viabilidade dos ovos de helmintos (%)	P1	10	62	19	344	33	80
	P2	10	56	23	550	13	71
	P3	10	55	15	213	40	75
	P4	10	65	13	174	41	75
SSED (ml/L)	P1	30	2,3	1,1	1,3	0,7	5,0
	P2	30	3,7	2,7	7,5	0,3	10,5
	P3	30	3,0	1,0	1,0	1,2	5,5
	P4	30	3,7	2,3	5,3	0,2	7,0
SST (mg/L)	P1	30	260	77	5913	97	386
	P2	30	255	99	9798	73	463
	P3	30	260	89	7857	80	395
	P4	30	350	138	18956	103	617
DBO₅ (mg/L)	P1	30	439	85	7287	293	630
	P2	30	402	83	6954	230	573
	P3	30	405	57	3223	288	510
	P4	30	599	126	15806	330	913
DQO (mg/L)	P1	30	879	205	41988	450	1399
	P2	30	780	211	44515	439	1260
	P3	30	808	130	16774	556	1161
	P4	30	1228	293	86116	616	1954
CT (UFC/100mL)	P1	10	1,46E+07	4,83E+06	2,33E+13	1,12E+07	2,68E+07
	P2	10	1,93E+07	5,76E+06	3,32E+13	1,07E+07	2,55E+07
	P3	10	1,96E+07	5,08E+06	2,58E+13	1,23E+07	2,80E+07
	P4	10	4,93E+07	1,02E+07	1,03E+14	3,27E+07	6,00E+07

A Tabela 5.2 apresenta os valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr}), que permitiram identificar a existência ($F > F_{cr}$) ou não ($F < F_{cr}$) de diferenças significativas entre as amostras comparadas.

Todas as variáveis, com exceção da viabilidade dos ovos de helmintos, apresentaram diferenças significativas entre os quatro conjuntos amostrais comparados.

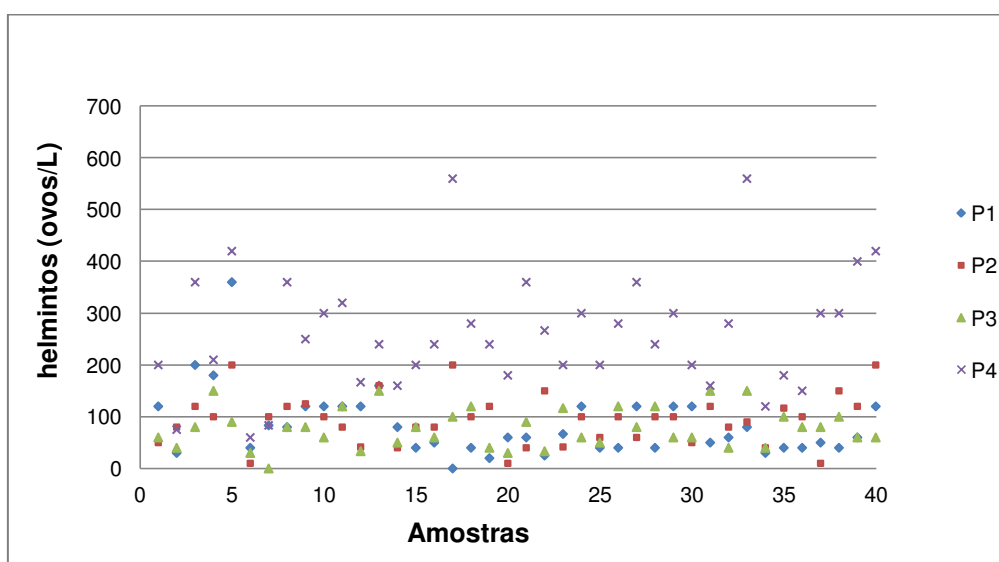
Tabela 5.2 – Valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr}).

VARIÁVEL	F	F_{cr}	Diferença significativa
Ovos de helmintos	60,46735	2,66257	Sim
Viabilidade (ovos de helmintos)	0,75759	2,86626	Não
SSED	3,62047	2,68281	Sim
SST	5,93489	2,68281	Sim
DBO ₅	31,50519	2,68281	Sim
DQO	27,21782	2,68281	Sim
CT	33,87813	2,86627	Sim

5.1.1 Análises parasitológicas

São ilustradas na Figura 5.1 as variações temporais da quantificação dos ovos de helmintos nos diferentes pontos amostrais.

Figura 5.1 - Variação temporal da quantificação de ovos de helmintos nos pontos P1, P2, P3 e P4, em amostras de esgoto bruto coletadas entre maio e novembro de 2012.

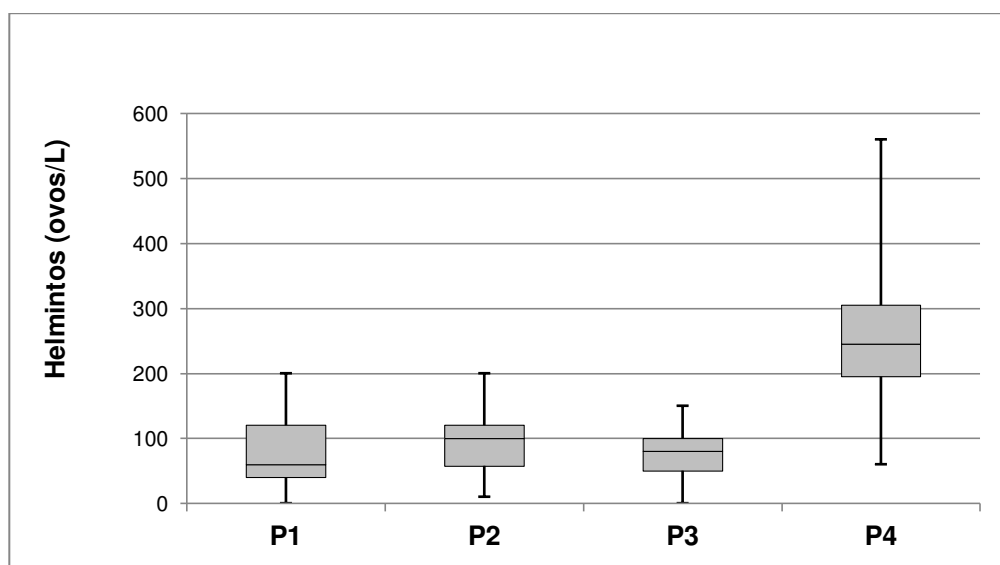


É possível verificar que as concentrações de ovos de helmintos se apresentaram bem inferiores nos pontos P1, P2 e P3, com médias de 84 ovos/L no ponto P1, 94 ovos/L no ponto P2 e 78 ovos/L no ponto P3, enquanto no ponto P4 as concentrações de ovos de helmintos se apresentaram superiores, com média de 262 ovos/L. Os valores de mínimo e máximo nos pontos P1, P2 e P3 foram de 0 e 360, 10 e 200 e 0 e 150 ovos/L,

respectivamente, enquanto os valores de mínimo e de máximo no ponto P4 foram de 60 e 560 ovos/L, respectivamente. De fato os pontos P1, P2 e P3 formam um conjunto amostral distinto, com médias bem inferiores à média do ponto P4. Logo, pode ser concluído que as águas residuárias do ponto P4 apresentam concentrações de ovos de helmintos bem mais elevadas do que as águas residuárias dos outros pontos, os quais são comparáveis (similares) entre si.

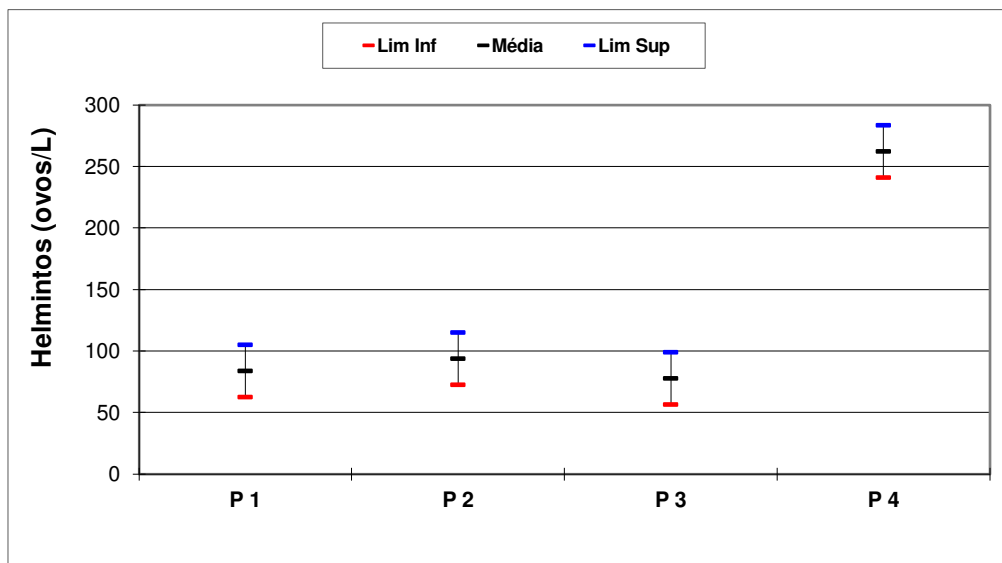
A Figura 5.2 ilustra a distribuição da quantidade de ovos de helmintos através de gráfico BOX PLOT, no qual se identifica a discrepância dos resultados do ponto P4 em relação aos pontos P1, P2 e P3.

Figura 5.2 – Gráfico BOX PLOT de distribuição da quantidade de ovos de helmintos, obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012.



A comparação gráfica pelo método GT-2 (Figura 5.3) permitiu observar diferenças significativas na quantidade de ovos de helmintos dos pontos P1, P2 e P3 em relação ao ponto P4, sendo que estes pontos não apresentaram diferenças significativas entre si.

Figura 5.3 – Gráfico GT-2 das quantidades médias de ovos de helmintos, obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012.



Os parâmetros descritivos da contagem e identificação de ovos de helmintos dos pontos P1, P2, P3 e P4 são apresentados na Tabela 5.3. Os ovos de helmintos encontrados durante o período experimental foram, em ordem decrescente, *Ascaris* sp, *Ancylostoma* sp, *Hymenolepis nana*, *Hymenolepis diminuta*, *Trichuris* sp e *Taenia* sp.

Tabela 5.3 – Parâmetros descritivos da contagem e identificação dos ovos de helmintos nos pontos monitorados entre maio e novembro de 2012.

VARIÁVEL	P	N	MÉD	DP	VAR	MÍN	MÁX
Ascaris sp (ovos/L)	P1	40	57	63	3908	0	299
	P2	40	52	49	2418	0	160
	P3	40	49	35	1215	0	150
	P4	40	209	119	14167	40	560
Ancylostoma sp (ovos/L)	P1	40	8	16	246	0	50
	P2	40	16	23	508	0	67
	P3	40	13	20	381	0	60
	P4	40	23	37	1351	0	120
Hymenolepis nana (ovos/L)	P1	40	9	16	264	0	59
	P2	40	10	24	571	0	100
	P3	40	2	8	57	0	40
	P4	40	5	15	236	0	59
Hymenolepis nana (ovos/L)	P1	40	9	16	264	0	59
	P2	40	10	24	571	0	100
	P3	40	2	8	57	0	40
	P4	40	5	15	236	0	59
Hymenolepis diminuta (ovos/L)	P1	40	3	9	76	0	40
	P2	40	6	15	225	0	50
	P3	40	5	13	158	0	58
	P4	40	1	8	65	0	51
Trichuris sp (ovos/L)	P1	40	6	12	151	0	42
	P2	40	7	15	210	0	40
	P3	40	5	13	169	0	40
	P4	40	16	27	709	0	90
Taenia sp. (ovos/L)	P1	40	3	12	148	0	61
	P2	40	4	14	188	0	67
	P3	40	4	14	188	0	50
	P4	40	9	27	705	0	119

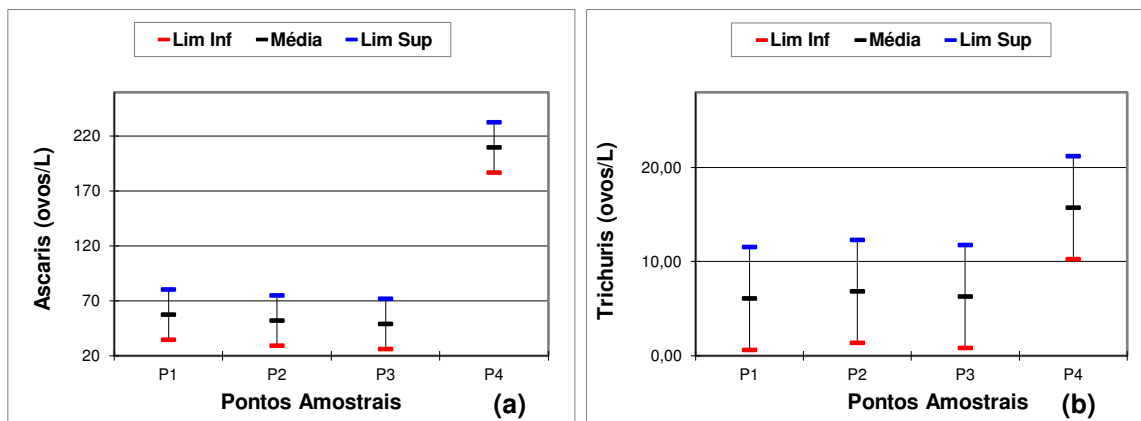
A Tabela 5.4 apresenta os valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr}). Somente os gêneros de *Ascaris*, *Ancylostoma* e *Trichuris* apresentaram diferenças significativas entre os quatro conjuntos amostrais comparados.

Tabela 5.4 – Valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr}).

VARIÁVEL	F	F_{cr}	Diferença significativa
Ascaris sp	45,43795	2,66257	Sim
Ancylostoma sp	2,67532	2,66257	Sim
Hymenolepis nana	1,95750	2,66257	Não
Hymenolepis diminuta	1,10559	2,66257	Não
Trichuris sp	3,60471	2,66257	Sim
Tenia sp	0,48568	2,66257	Não

A Figura 5.4 representa a comparação gráfica pelo método GT-2, que permitiu observar diferenças significativas dos pontos P1, P2 e P3 em relação ao ponto P4 quanto à ocorrência dos ovos de *Ascaris* sp (a) e do ponto P1 em relação ao ponto P4 quanto à ocorrência de *Trichuris* sp (b).

Figura 5.4 – Gráficos GT-2 das quantidades de ovos de *Ascaris* (a) e *Trichuris* (b) na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012.

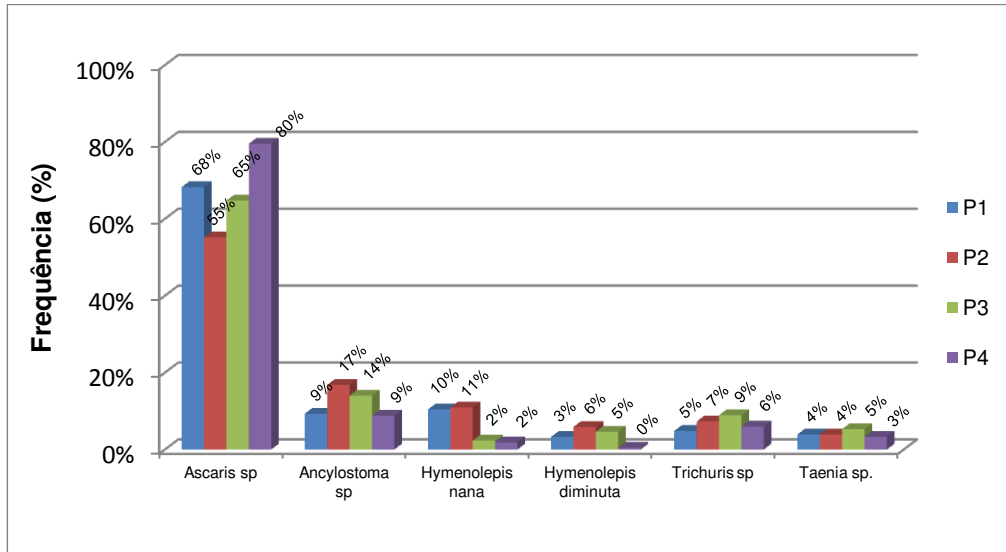


As elevadas concentrações de ovos de helmintos e a prevalência do Gênero *Ascaris* (indicador de precárias condições de higiene e de contaminação feco-oral) nas águas residuárias dos bairros de baixa renda podem estar associadas ao baixo nível social, econômico e, principalmente, de educação sanitária da população contribuinte.

Esse fato corrobora a alta prevalência de doenças causadas por esses parasitas, principalmente por *Ascaris* sp que representa aproximadamente 25% da infestação da população mundial e 70% da população brasileira, sendo endêmica na região Nordeste (KONIG, 2001).

A Figura 5.5 ilustra a frequência média da distribuição dos ovos de helmintos, evidenciando que os ovos de *Ascaris* sp apresentaram maior frequência em todos os pontos durante todo o período de monitoração. Nos pontos P1, P2, P3 e P4 a frequência média foi de 68, 55, 65 e 80%, respectivamente. Os ovos de *Ancylostoma* sp apresentaram frequência média de 9% no ponto P1, 17% no ponto P2, 14% no ponto P3 e 9% no ponto P4; os ovos de *Trichuris* sp apresentaram frequência de 5, 7, 9 e 6%, respectivamente. As demais espécies de ovos de helmintos se apresentaram com menor frequência média.

Figura 5.5 - Frequência de distribuição de ovos de helmintos na monitoração de esgoto bruto dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012.



Algumas espécies prevalentes de ovos de helmintos, identificadas nessa pesquisa, são ilustradas nas Figuras 5.6 a 5.9. Como o laboratório não dispunha de microscópio com dispositivo para captura das imagens, foi usado o recurso de uma câmera fotográfica simples, portanto não foi possível obter boa resolução nas imagens.

Figura 5.6 - Ovo de *Ascaris* sp no ponto P4, na amostra do dia 06/09/12.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 5.7 - Ovo de *Ancylostoma* sp, no ponto P2, na amostra do dia 28/08/12



Fonte: Autora, 2012.

Figura 5.8 - Ovo de *Hymenolepis* sp, no ponto P3, na amostra do dia 24/07/12



Fonte: Autora, 2012.

Figura 5.9 - Ovo de *Trichuris* sp, no ponto P1, na amostra do dia 24/08/12



Fonte: Autora, 2012.

Os parâmetros descritivos de viabilidade de ovos de helmintos são apresentados na Tabela 5.1 (seção 5.1), sendo possível observar que o percentual de ovos viáveis nas amostras dos pontos P1, P2, P3 e P4 teve pouca variação, não sendo, na análise de variância, verificada a existência de diferenças significativas entre os pontos (ver Tabela 5.2). Os valores mínimos foram de 33, 13, 40 e 41%, os valores máximos de 80, 71, 75 e 75% e as médias aritméticas de 62, 56, 55 e 65% de ovos viáveis, respectivamente.

5.1.2 Análises físicas, químicas e microbiológicas.

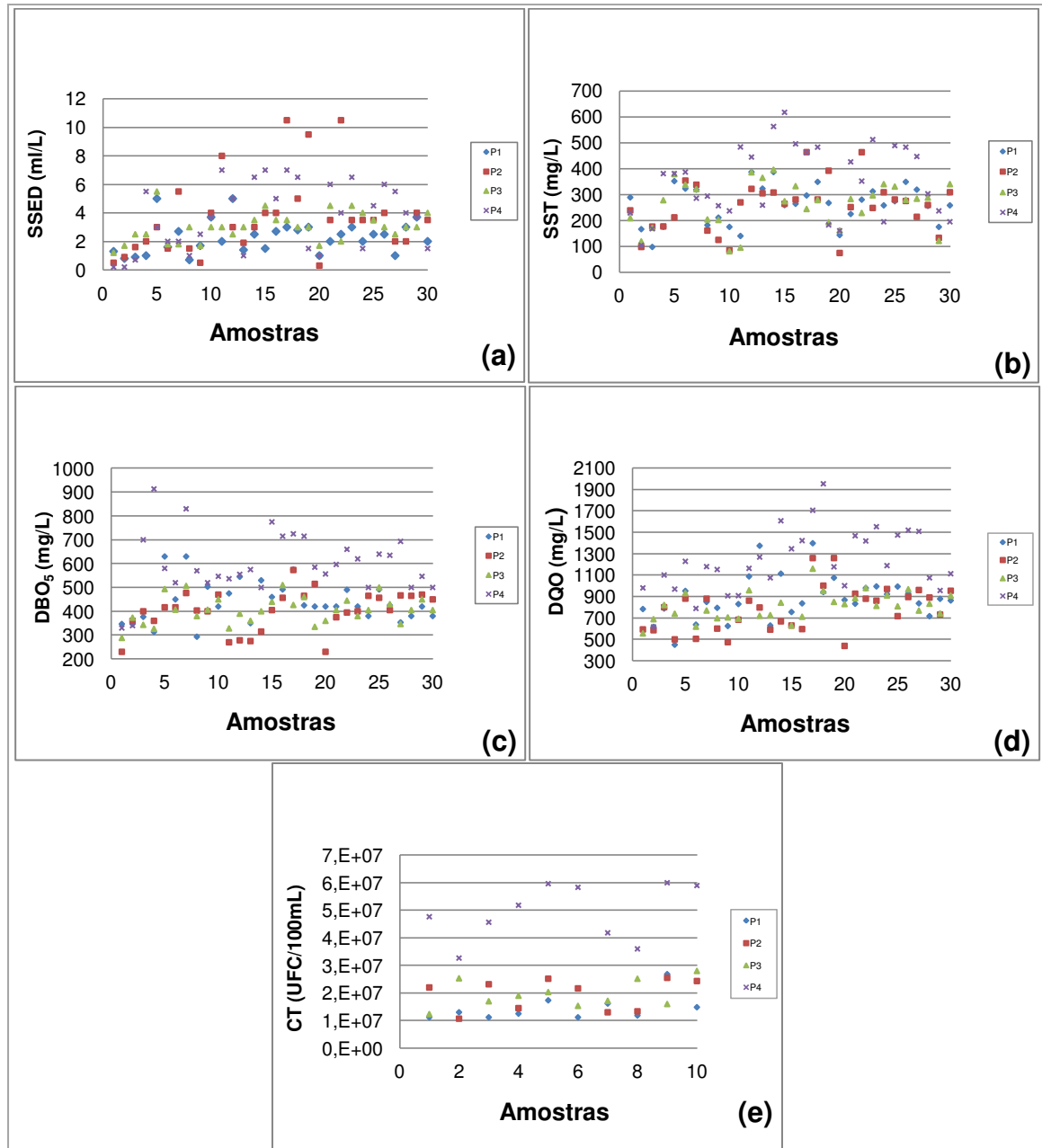
A Figura 5.10 apresenta os gráficos das variações temporais das variáveis físicas, químicas e microbiológicas.

Os sólidos sedimentáveis, conforme Figura 5.10 (a), apresentaram concentrações mais elevada nos pontos P2 e P4, apresentando valores mínimos de 0,3 e 0,2 ml/L e máximos de 10,5 e 7,0 ml/L, com concentrações médias de 3,7 ml/L para ambos os pontos, enquanto nos pontos P1 e P3, se obteve valores mínimos de sólidos de 0,7 e 1,2ml/L e os valores máximos corresponderam a de 5,0 e 5,5 ml/L, com respectivas concentrações médias de 2,3 e 3,0 ml/L.

Em relação às variáveis SST [Figura 5.10 (b)], DBO₅ [Figura 5.10 (c)], DQO [Figura 5.10 (d)] e coliformes termotolerantes [Figura 5.10 (e)], foram observadas diferenças significativas nos pontos P1, P2 e P3 em relação ao ponto P4. Foi observada diferença nas concentrações de coliformes termotolerantes [Figura 5.10 (e)], que apresentaram a maior concentração de material fecal. De fato os pontos P1, P2 e P3 tendem a formar um conjunto

distinto, com médias inferiores às médias do ponto P4. Logo, pode ser concluído que as águas residuárias do ponto P4 apresentam características mais concentradas que as águas residuárias dos pontos P1, P2 e P3, os quais são similares entre si.

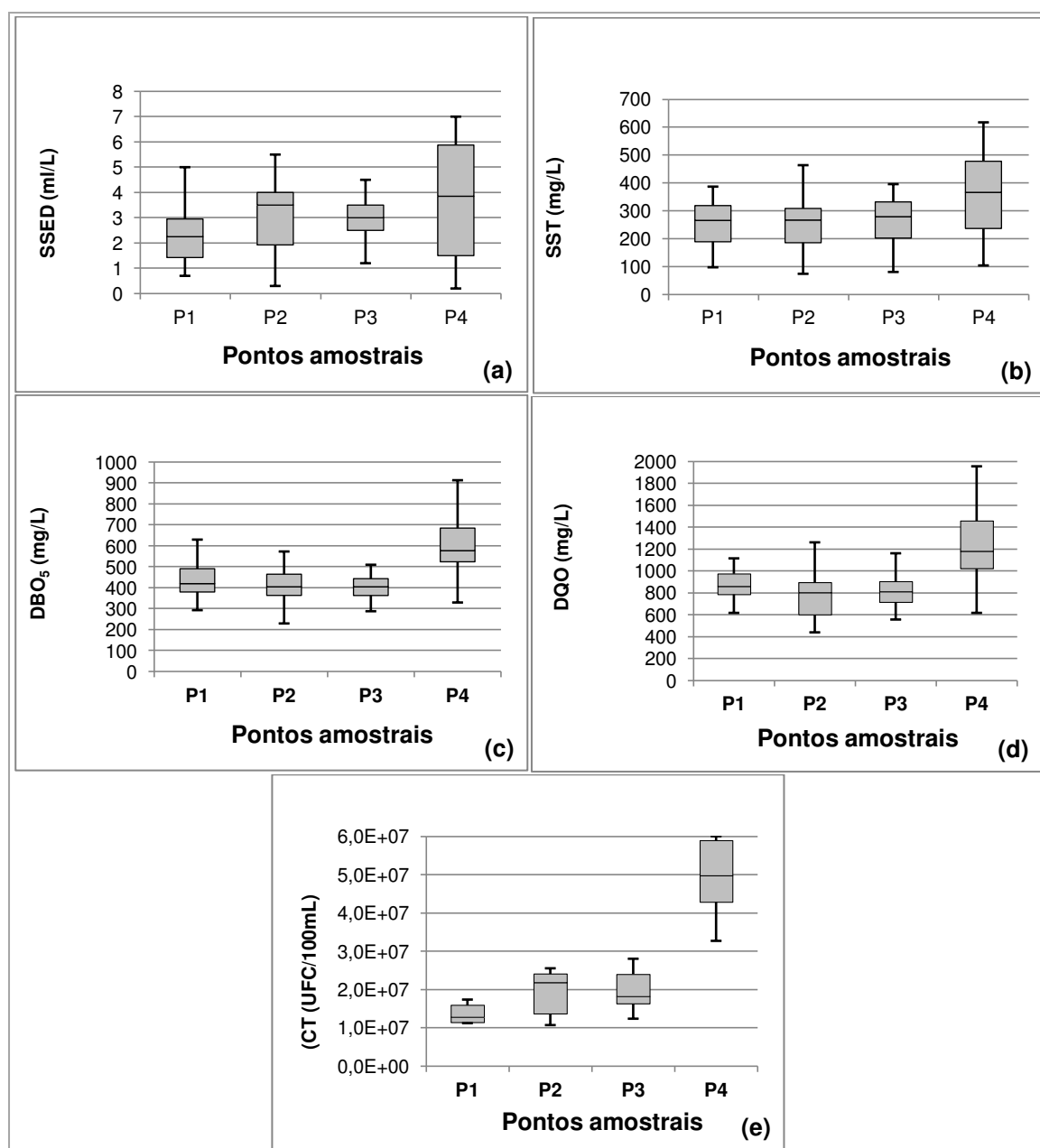
Figura 5.10 – Variação temporal das concentrações de SSED (a), SST (b), DBO₅ (c), DQO (d) e CT (e) em amostras coletadas nos pontos P1, P2, P3 e P4, entre maio e novembro de 2012.



A Figura 5.11, baseada em gráficos BOX PLOT, ilustra a distribuição dos valores de sólidos sedimentáveis (a), sólidos suspensos totais (b), DBO₅ (c), DQO (d) e coliformes

termotolerantes (e), obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, permitindo verificar maior dispersão dos resultados do ponto P4.

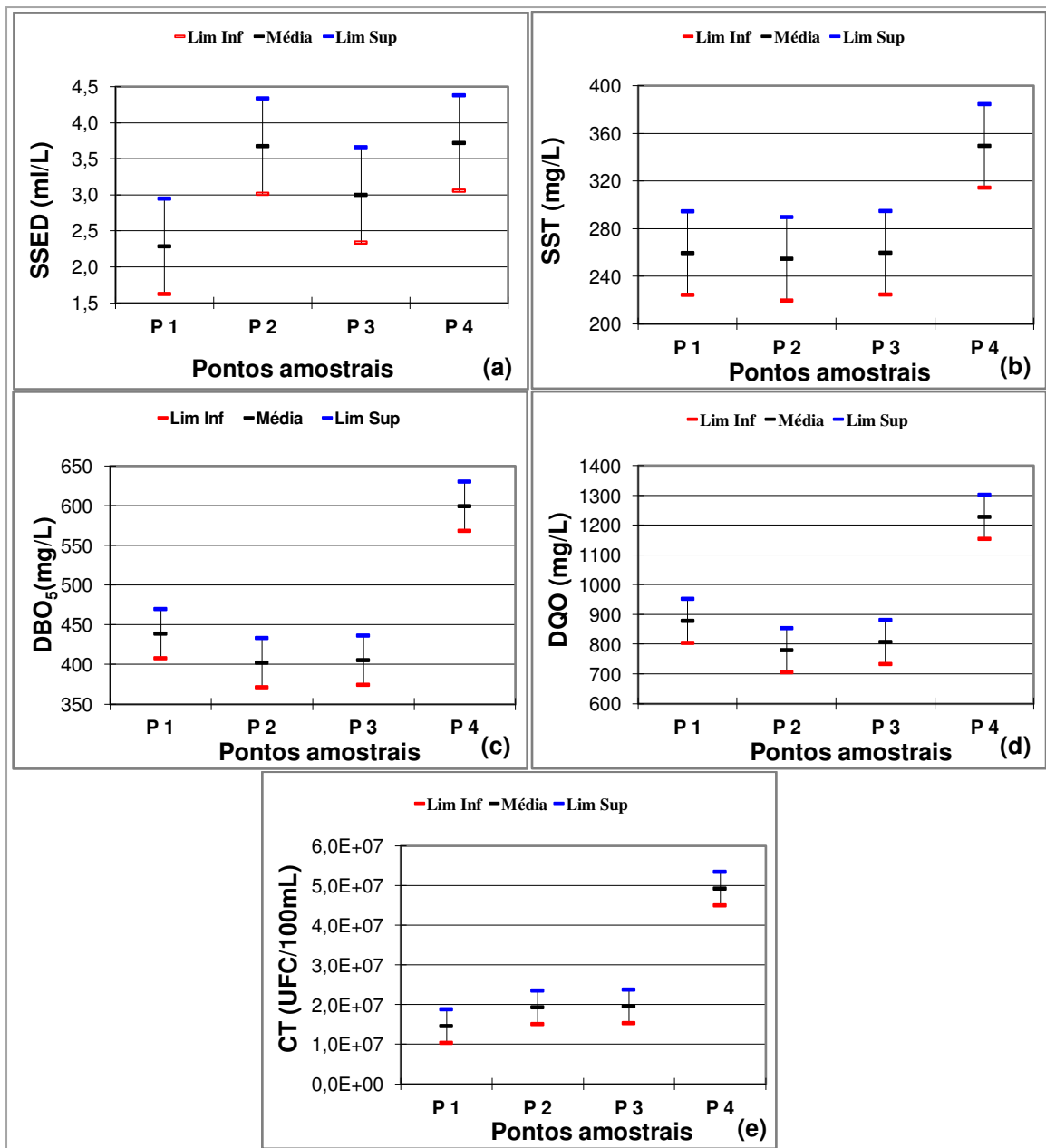
Figura 5.11 – Gráficos BOX PLOT para SSED (a), SST (b), DBO₅ (c), DQO (d) e CT (e), obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012.



Como todas essas variáveis apresentaram diferenças significativas, na análise de variância, foi aplicado o método de comparação gráfica GT-2, ilustrado na Figura 5.12, sendo observadas diferenças significativas nas concentrações médias de sólidos sedimentáveis (a)

dos pontos P2 e P4, em relação ao ponto P1. No entanto, em relação às concentrações de sólidos suspensos totais (b), DBO₅ (c), DQO (d) e coliformes termotolerantes (e), foram observadas diferenças significativas das concentrações médias apenas do ponto P4 em relação às concentrações dos demais pontos, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Evidenciando-se, portanto, que o esgoto do ponto P4 é significativamente mais concentrado que os esgotos dos outros pontos.

Figura 5.12 – Gráficos GT-2 para SSED (a), SST (b), DBO₅ (c), DQO (d) e CT (e), obtidos na monitoração dos pontos P1, P2, P3 e P4, no período de maio a novembro de 2012.



5.1.3 Análises de correlação dos resultados

Os resultados foram submetidos à análise estatística de correlação, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), conforme descrição feita na seção 4.4.

As matrizes de correlação das variáveis analisadas são apresentadas nas Tabelas 5.5 a 5.14 de acordo com o número de amostras. Os coeficientes de correlação assinalados com (*) são significativos no nível de significância $\alpha = 0,05$.

a) Matriz de correlação com 10 dados amostrais (r crítico = **0,549**)

Tabela 5.5 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P1 (10 dados amostrais).

	Ovos	Viabilidade	CT
Ovos	1		
Viabilidade	-0,027	1	
CT	0,084	0,332	1

Tabela 5.6 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P2 (10 dados amostrais).

	Ovos	Viabilidade	CT
Ovos	1		
Viabilidade	0,265	1	
CT	0,530	0,691*	1

Tabela 5.7 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P3 (10 dados amostrais).

	Ovos	Viabilidade	CT
Ovos	1		
Viabilidade	-0,119	1	
CT	-0,475	0,020	1

Tabela 5.8 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P4 (10 dados amostrais).

	Ovos	Viabilidade	CT
Ovos	1		
Viabilidade	0,695*	1	
CT	-0,094	0,276	1

No ponto P2 a concentração de coliformes termotolerantes (CT) variou positivamente com o percentual de ovos viáveis (viabilidade), enquanto no ponto P4 o percentual de ovos viáveis variou positivamente com a concentração do número de ovos de helmintos, portanto, essas correlações positivas dos pontos P2 e P4 podem ter ocorrido devido ao número de coliformes e o número de helmintos serem indicativos de uma maior concentração de material fecal em águas residuárias tipicamente domésticas.

b) Matriz de correlação com 30 dados amostrais (r crítico = **0,306**)

Tabela 5.9 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P1 (30 dados amostrais).

	Ovos	SSED	SST	DBO	DQO
Ovos	1				
SSED	0,188	1			
SST	-0,063	0,464*	1		
DBO	0,077	0,647*	0,443*	1	
DQO	-0,176	0,600*	0,392*	0,555*	1

Tabela 5.10 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P2(30 dados amostrais).

	Ovos	SSED	SST	DBO	DQO
Ovos	1				
SSED	0,424*	1			
SST	0,205	0,701*	1		
DBO	0,392*	0,438*	0,284	1	
DQO	0,354*	0,709*	0,590*	0,584*	1

Tabela 5.11 - Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P3 (30 dados amostrais).

	Ovos	SSED	SST	DBO	DQO
Ovos	1				
SSED	0,339*	1			
SST	0,040	0,389*	1		
DBO	-0,250	0,360*	0,310*	1	
DQO	0,242	0,377*	0,078	0,190	1

Tabela 5.12 – Matriz de correlação das variáveis analisadas no ponto P4 (30 dados amostrais).

	Ovos	SSED	SST	DBO	DQO
Ovos	1				
SSED	0,279	1			
SST	0,120	0,885*	1		
DBO	0,201	0,468*	0,440*	1	
DQO	0,398*	0,702*	0,716*	0,444*	1

Através das Tabelas 5.9 a 5.12 é possível verificar correlações significativas, principalmente entre as variáveis SSED, SST, DBO E DQO, onde os coeficientes foram sempre positivos, indicando que essas variáveis são associadas diretamente à concentração dos esgotos. Pode ser observado que as correlações significativas envolveram principalmente as variáveis associadas à concentração de matéria orgânica e sólidos.

c) Matriz de correlação com 40 dados amostrais (r crítico = **0,263**)

Tabela 5.13 - Matriz de correlação das variáveis analisadas entre os pontos P1, P2, P3 e P4 (40 dados amostrais).

	Ovos	Viabilidade	CT
Ovos	1		
Viabilidade	0,687*	1	
CT	0,194	0,097	1

Na Tabela 5.13 o percentual de ovos viáveis tendeu a variar positivamente com a concentração do número de ovos de helmintos.

d) Matriz de correlação com 120 dados amostrais (r crítico = **0,151**)

Tabela 5.14 - Matriz de correlação das variáveis analisadas entre os pontos P1, P2, P3 e P4 (120 dados amostrais).

	Ovos	SSED	SST	DBO	DQO
Ovos	1				
SSED	0,294*	1			
SST	0,318*	0,661*	1		
DBO	0,564*	0,397*	0,507*	1	
DQO	0,583*	0,534*	0,615*	0,701*	1

5.1.4 Análises dos coeficientes de concentração

A comparação dos pontos monitorados, em relação à quantidade de ovos de helmintos não pode ser meramente feita através da comparação de seus números. Isto porque um determinado ponto pode apresentar número elevado de ovos, numa unidade de volume de água residuária mais concentrada (pouco diluída). A comparação do produto concentração x vazão, que representaria a carga de ovos produzida na unidade de tempo, ou do quociente entre eles, seria um procedimento bastante razoável, mas num cenário onde os dados de vazão são inacessíveis ou inexistentes, até mesmo para o conjunto de uma cidade, pode-se lançar mão de outros elementos de comparação.

Assim, foram determinados quocientes entre o número de ovos e outros indicadores de qualidade das águas residuárias amostradas nos diferentes pontos de monitoração, cujos parâmetros estatísticos são apresentados na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Coeficientes de concentração de ovos de helmintos determinadas nos pontos de monitoração entre maio e novembro de 2012.

VARIÁVEL	P	N	MED	DP	VAR	MÍN	MÁX
OVOS/SSED (ovos/mL)	P1	30	53,79	52,12	2716,38	0,00	222,22
	P2	30	41,12	47,85	2290,00	6,67	250,00
	P3	30	38,11	14,05	197,40	0,00	60,00
	P4	30	145,05	199,99	39994,23	24,62	1000,00
OVOS/SST (ovos/mg)	P1	30	0,42	0,41	0,17	0,00	2,07
	P2	30	0,42	0,29	0,09	0,03	1,19
	P3	30	0,34	0,24	0,06	0,00	1,28
	P4	30	0,84	0,44	0,20	0,16	2,15
OVOS/DBO ₅ (ovos/mg)	P1	30	0,22	0,16	0,03	0,00	0,57
	P2	30	0,23	0,12	0,01	0,02	0,58
	P3	30	0,19	0,11	0,01	0,00	0,46
	P4	30	0,43	0,17	0,03	0,10	0,77
OVOS/DQO (ovos/mg)	P1	30	0,12	0,10	0,01	0,00	0,40
	P2	30	0,12	0,07	0,00	0,02	0,27
	P3	30	0,09	0,05	0,00	0,00	0,21
	P4	30	0,21	0,08	0,01	0,07	0,34
OVOS/CT* (ovos/UFC/10mL)	P1	10	7,97	3,67	13,43	4,23	16,73
	P2	10	14,07	7,26	56,64	1,41	27,08
	P3	10	11,86	5,59	31,30	5,40	21,15
	P4	10	37,38	18,38	337,78	15,55	73,11

* Os valores de coliformes termotolerantes estão em escala logarítmica.

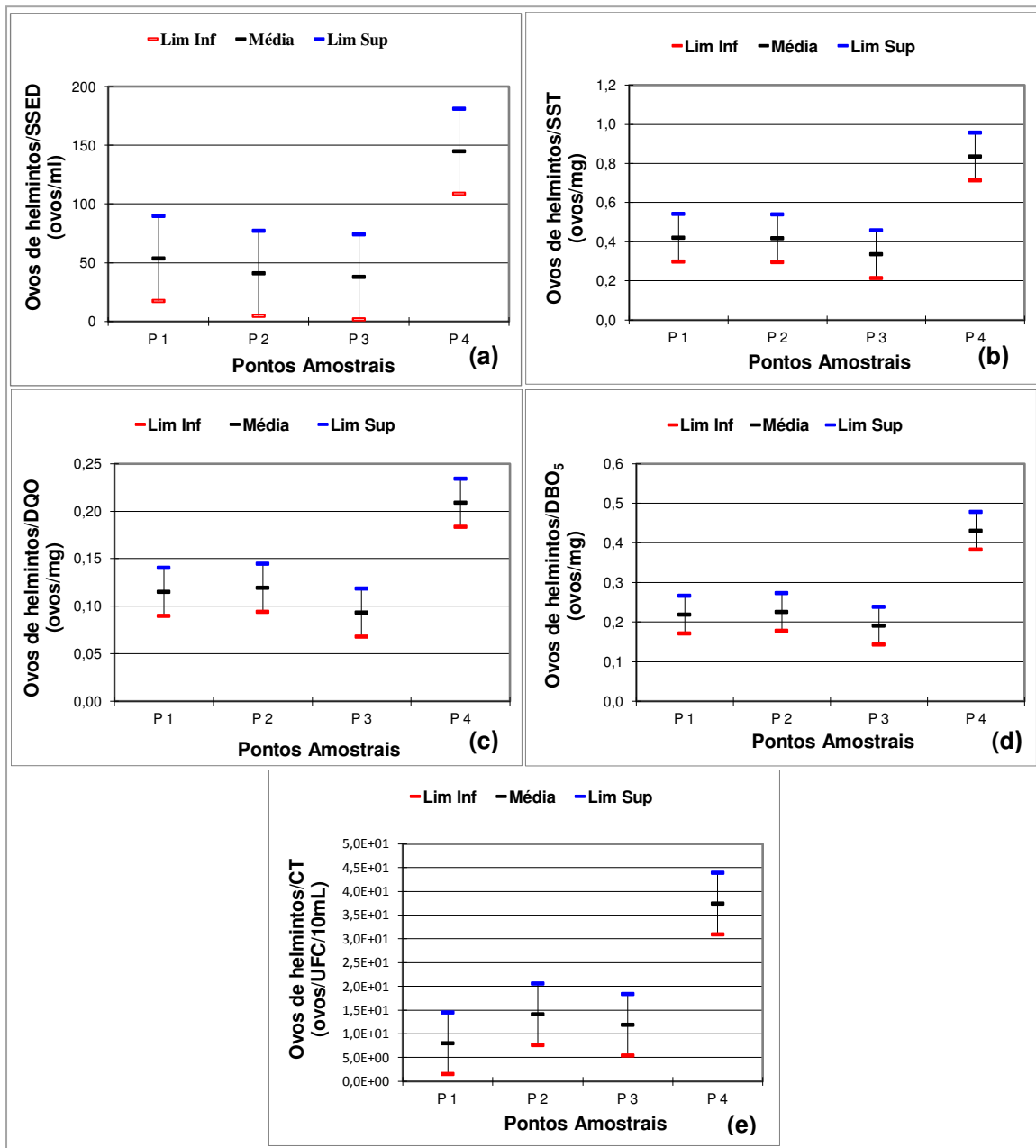
Foi também aplicada a análise de variância (ANOVA) de fator único para comparar as médias dos diversos coeficientes nos pontos monitorados. Os valores da estatística F e os correspondentes valores críticos são apresentados na Tabela 5.16.

Tabela 5.16 – Valores da estatística F e os correspondentes valores críticos (F_{cr}) para os coeficientes de concentração.

VARIÁVEL	F	F_{cr}	Diferença significativa
Ovos de helmintos/SSED	9,95873	2,68281	Sim
Ovos de helmintos/SST	11,89064	2,68281	Sim
Ovos de helmintos/DBO ₅	18,68616	2,68281	Sim
Ovos de helmintos/DQO	14,15662	2,68281	Sim
Ovos de helmintos/CT	16,21303	2,86627	Sim

A Figura 5.13 mostra as comparações gráficas realizadas pelo método GT-2 entre os diferentes pontos para cada um dos coeficientes.

Figura 5.13 – Gráficos GT-2 dos coeficientes de ovos de helmintos e variáveis qualitativas, SSED (a), SST (b), DBO₅ (c), DQO (d) e CT (e) nos pontos monitorados P1, P2, P3 e P4.



6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos no monitoramento de quatro pontos do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande, foi possível concluir que:

- Na análise de quantificação de ovos de helmintos foi possível constatar que os pontos P1, P2 e P3 (bairros representativos da média de Campina Grande) apresentaram concentrações médias significativamente inferiores ao ponto P4 (bairros comparados como de baixa renda – Glória I e II, Belo Monte e Jardim América).
- Na análise de identificação foi possível a recuperação de ovos de helmintos de vários gêneros de interesse sanitário, pertencentes à Classe Cestoda (*Taenia*, *Hymenolepis nana* e *diminuta*) e Nematoda (*Ascaris*, *Ancylostoma* e *Trichuris*). Os ovos de helmintos que ocorreram com maior frequência foram os ovos de *Ascaris* sp, sendo predominante em todos os pontos, enquanto os ovos de *Hymenolepis diminuta* foram observados com menor frequência.
- Na análise de viabilidade todas as amostras apresentaram a ocorrência de ovos viáveis, com percentuais de ovos de helmintos superiores a 55%, ou seja, mais da metade dos ovos de helmintos recuperados se apresentavam na forma infectante e certamente completariam seu ciclo biológico em condições favoráveis;
- Nas variáveis físico-químicas e microbiológicas foram observadas características menos concentradas nos pontos P1, P2 e P3, apresentado médias significativamente inferiores, enquanto no ponto P4 as concentrações se mostraram significativamente elevadas;
- Portanto, foi concluído que as águas residuárias dos bairros de baixa renda apresentam concentrações mais elevadas tanto de ovos de helmintos quanto de sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, DBO₅, DQO e coliformes termotolerantes, quando comparadas com as águas residuárias da média da cidade.

Finalmente, como recomendações, têm-se:

- Estudar as causas da elevada ocorrência de ovos de helmintos nos bairros de baixa renda avaliados neste trabalho, tendo em vista que estes possuem toda a infraestrutura em saneamento básico e são detentores de um sistema de esgotamento bem definido, o que facilitaria os estudos experimentais para beneficiar essa população.
- Realizar uma análise comparativa do número de ovos de helmintos em comunidades com o mesmo perfil socioeconômico, porém com condições sanitárias diferentes.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma maneira geral pode ser considerado que as condições de saneamento básico, em si, não eliminam os riscos para a saúde, pois, se a população não utilizar convenientemente os recursos disponíveis, como por exemplo, se não tiver o hábito de lavar as mãos após a utilização das instalações sanitárias, de lavar os alimentos antes de ingeri-los, tomar banho, etc., as doenças associadas à falta de saneamento podem continuar a ocorrer, pois a cadeia de transmissão dos microrganismos não é quebrada.

A consciência de que a higiene pessoal e ambiental reduz a disseminação dos agentes causadores de doenças é um fato e deve ser trabalhada nessas comunidades através da implantação, por parte dos governantes, de programas de Educação Sanitária e Ambiental, assim como, a implantação de programas sociais com ideias e propostas que garantam à população padrões mínimos de qualidade de vida, com a finalidade de promover mudanças de hábitos e de estilo de vida, visando, assim, a inclusão dessas pessoas na sociedade para que haja diminuição nas diferenças sociais e econômicas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.A.B. **Contribuição à aplicação de coeficientes de consumo em projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em comunidades urbanas de baixa renda do nordeste do Brasil-Estudo de Caso.** 2007. 70p. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2007.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 21th ed. Washington, D.C. 2005.

ARAÚJO, R.E.C. **Estudo do desempenho de um sistema de lagoas de estabilização no I, Glória II, Jardim América e Belo Monte) da cidade de Campina Grande, Paraíba.** 2007. 94p. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2007.

DE ARAÚJO, V.A.D. Levantamento e aspectos epidemiológicos de helmintos em humanos no município de Seropédica, Rio de Janeiro-RJ. **Revista Eletrônica Novo Enfoque.** v.5, n.5, ISSN 1808-3501, 2007.

BRANCO, S. M. **Ecologia da Cidade.** São Paulo: Moderna, 2003.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 20 jan 2013.

BRASIL, F.N.S. **Manual de Saneamento.** 3ª ed. Brasília: FUNASA. 408P. 2006.

CAGEPA - Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. **Setor de cadastro da Regional da Borborema.** Campina Grande-PB, 2012.

CHERNICHARO, C. A. L.; ZERBINI, A. M. **Metodologia Para Quantificação, Identificação e Análise de Viabilidade de Ovos de Helmintos em Esgotos Brutos e Tratados.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Escola de Engenharia da UFMG. 19p. 2000.

DIXO, N.G.H. **Remoção de organismos patogênicos do efluente de um digestor anaeróbio, através de lagoas de estabilização.** 1990. 113p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1990.

FARIA,C. **Saneamento Básico.** 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/saude/saneamento-basico/>>. Acesso em: 16 jan 2013.

GAZZINELLI, S.E.P. 2006. **Apostila de parasitologia.** Disponível em <http://www.fernandosantiago.com.br/fic_papo.pdf> Acesso em 12 jan 13.

GODINHO, V.M. **Estudo sobre a ocorrência de ovos de helmintos e viabilidade de ascaris sp em lodos anaeróbios in natura e submetidos à higienização por caleação e por tratamento térmico.** 2003. 139p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais - MG, 2003.

GOOGLE EARTH. **Imagens da Paraíba, 2012, Campina Grande, PB.** Disponível em: <<http://www.earth.google.com/>>. Acesso em: 25 dez 2012.

Google Earth. **Imagens da Amazônia 2003, Manaus, AM.** Disponível em: <<http://www.google earth.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

IBGE. **Atlas de saneamento 2011.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Geociências, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico, 2010.**

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da População.** São Paulo. 2010. Disponível em <<http://cmdss2011.org/site/wp-content/uploads/2012/01/esgotamento.pdf>> Acesso em 4 jan 2013.

JIMENEZ, B.; MAYA C.; GALVÁN, M. **Helminth ova control in wastewater and sludge for advanced and conventional sanitation.** Wat. Scie Tech. 2007.

KONIG, A. **O tempo de decantação influenciando no aumento do número de ovos de helmintos em amostras de esgoto bruto.** In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – João Pessoa: ABES, 2001.

KONIG, A; CEBALLOS, B.S.O; CAETANO, A.M; MEDRADO, R.E. **Ovos de helmintos nos sistemas de tratamento de esgoto do estado da Paraíba.** In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

LUDWIG, K. M.; FREI, F.; FILHO, F. A.; PAES, J. T. R. Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** v.32, n.5, p.547-555,1999.

NEVES, D.P. Parasitologia Humana. 11ª Ed. São Paulo: Atheneu. 2005.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** Edgard Blucher: São Paulo, 2003.

PIMENTA, B. **Saneamento Ambiental – Qualidade de vida em populações rurais e áreas carentes.** 2010. 92p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) - Universidade Cândido Mendes do Rio de Janeiro-RJ, 2010.

PINEDA, C.O. **Prevalencia de huevos e helmintos en lodos, agua residual cruda y Tratada, provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales del Municipio El Rosal, Cundinamarca.** 2010. 125p. Trabajo de grado (magister em Ciências Microbiologia). Facultad de Ciências - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010.

RIBEIRO, J.W.; ROOKE J.M.S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** 2010. 28p. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora-MG, 2010.

SANTOS, J.G. **Análise parasitológica em esgotos tratados utilizados na agricultura.** 2010. Dissertação (Mestrado em saúde pública) – Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública - SP, 2010.

SILVA, A.G. **Codisposição de lodo de esgoto sanitário e resíduos sólidos vegetais**. 2007. 110p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual da Paraíba, 2007.

SILVA, M.M.P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co-compostagem para os municípios do semi-árido paraibano: alternativa para mitigação de impactos ambientais**. 2008. 219p. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais) – Campina Grande-PB: UFCG, 2008.

SILVA, M. T. N.; PONTES, A.; ARAGÃO, P.; ANDRADE, J.; TAVARES-NETO, J. **Prevalência de parasitas intestinais em crianças, com baixos indicadores sócio-econômicos, de Campina Grande (Paraíba)**. Revista Baiana de Saúde Pública. v. 29, n.1, p.121-125, jan/jun, 2005.

SINAENCO – Sindicato da Arquitetura e da Engenharia - **Panorama do saneamento básico no Brasil: situação em 2008 e os investimentos previstos para a copa do mundo de 2014**. Disponível em <<http://www.sinaenco.com.br/downloads/Saneamento%20Copa.pdf>> Acesso em 10 fev 2013.

SNIS, **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília (DF): Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2010.

SOKAL, R. R.; ROHLFF, J. **Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research**. 2nd. edition. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1995.

WHO – World Health Organization. **Global Health Risks: mortality and burden of disease attributable to select major risks**. Geneva: WHO, 2009. 62 p.

World Health Organization. **Integrated guide to Sanitary Parasitology**. Regional Office for eastern Mediterranean. Regional centre for environmental health activities. 120p. Amman-Jordan. 2004.

ZERBINI, A.M. **Identificação e análise de viabilidade de ovos de helmintos em um sistema de tratamento de esgotos domésticos constituído de reatores anaeróbios e rampas de escoamento superficial**. 2000. 143p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais-MG, 2000.