

# AVALIAÇÃO PARASITOLÓGICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO DO RIO MAROMBAS

Letícia Cordeiro<sup>1</sup>; Alexandre de Oliveira Tavela<sup>1</sup>; Nei Kavaguichi Leite<sup>2</sup>; Ronan Exterkoetter<sup>1</sup>; Leonardo Jonathan Guisolphi Gomes de Oliveira<sup>1</sup>; Danielle Klein<sup>1</sup>; Cristiane Parisotto<sup>1</sup>; Lúvia Souza de Sá<sup>1</sup>

## RESUMO

Diversos agentes patogênicos podem ser veiculados pela água, sendo que o risco de contaminação aumenta dependendo da forma de consumo e o grau de proteção dos mananciais. Os fatores de risco associados ao potencial de transmissão de tais agentes são desconhecidos quando são consideradas fontes subterrâneas de abastecimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas subterrâneas da região do rio Marombas quanto à presença de contaminantes de origem parasitária. Foram estabelecidos 17 poços tubulares e subterrâneos localizados em comunidades rurais dos municípios de Curitibanos, Brunópolis, Ponte Alta do Norte e São Cristóvão do Sul. Cada ponto foi avaliado mensalmente durante sete meses, sendo feita a identificação e quantificação de formas pré-parasitárias existentes. Observamos contaminação em todos os meses em pelo menos quatro dos poços avaliados. Os contaminantes mais comuns foram oocistos de *Cryptosporidium* sp. e cistos de *Giardia* sp. e *Entamoeba* sp. A partir dos resultados obtidos conclui-se que existe o risco de infecção por agentes parasitários de veiculação hídrica nas comunidades estudadas. Sendo assim, devem-se tomar medidas de conservação e manejo nas fontes naturais para minimizar fatores de risco para a saúde dos consumidores de água oriunda de poços tubulares na bacia do rio Marombas.

**Palavras Chave:** Água para consumo, parasitos, contaminação ambiental.

1- Universidade Federal de Santa Catarina, *campus* Curitibanos; Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 3, Universitário, Curitibanos, Santa Catarina, Brasil CEP: 89520-000. Fone: (48) 3721-6355, Fax: (48) 3721-6467; e-mail: alexandre.tavela@udsc.br

2- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia e Ecologia; *campus* Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil CEP: 88040-900.

## ABSTRACT

Several pathogens can be transmitted by water. The risk of contamination increases with the form of consumption and the degree of protection of water sources. Risk factors associated with the potential for transmission of these agents is unknown when considering groundwater sources. The objective of this study was to evaluate the groundwater quality of the Marombas River region and the presence of cysts, oocysts and eggs of parasites. Seventeen Twelve wells located in rural communities in the municipalities of Curitiba, Brunópolis, Ponte Alta do Norte and São Cristóvão do Sul were selected. Fresh water of each sampling site was collected monthly over seven months. The identification and quantification of pre-parasitic forms were performed. Contamination was observed in every sampled month by at least four of the wells. The most common contaminants were oocysts of *Cryptosporidium* sp. and cysts of *Giardia* sp. and *Entamoeba* spp. The results suggests a risk of infection from waterborne parasitic agents in the studied communities. Thus, one should take measures for the conservation and management in natural sources to minimize risk factors for the health of consumers of water coming from wells in the Marombas basin.

**Key words:** Drinking water, parasites, environmental contamination.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais abundantes no planeta e pode ser encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Aproximadamente 70% da superfície terrestre encontra-se coberta por água. No entanto, menos de 3% deste volume é de água doce, cuja maior parte encontra-se nas geleiras, restando uma pequena porcentagem de águas superficiais para as atividades humanas (Favero e Lenzi, 2009). Além disso, a ingestão de água tratada é um dos mais importantes fatores para a conservação da saúde humana (Cerqueira, 2013).

Por outro lado, o intenso crescimento demográfico e o desenvolvimento tecnológico estão comprometendo de forma crescente a qualidade dos recursos hídricos superficiais, tornando cada vez mais difícil a obtenção de água potável para abastecimento público (Zanatta e Andrade; Coutinho, 2008). Sendo assim, os impactos ambientais relacionados aos poluentes (dejetos humanos, lixo, venenos, efluentes agrícolas e industriais) e uso intensivo do solo para o modelo agrícola oriundo da Revolução Verde (dependência química e de biotecnologia, mecanização,

irrigação, monocultura e concentração de terras) afetam negativamente a qualidade e a disponibilidade de água para consumo humano (Augusto et al., 2012).

Uma alternativa ao uso dos mananciais superficiais é a exploração de águas subterrâneas, que se localizam no subsolo, presente no espaço poroso existente, e muitas vezes formam os chamados aquíferos. A recarga dessas águas é feita a partir de fissuras presentes no solo, ou até mesmo por poros, sendo que esse processo de filtração natural geralmente inviabiliza a manutenção de microrganismos patogênicos. No entanto, quando emergem, dependendo da forma de captação da água e manejo, tais fontes podem representar risco a saúde pública se não protegidas de maneira adequada (Cleary, 2007).

Além da disponibilidade em quantidade suficiente, a água precisa atender padrões de qualidade baseados em parâmetros físicos, químicos e biológicos necessários aos múltiplos usos como abastecimento público, dessedentação de animais, irrigação, produção industrial, proteção de comunidades aquáticas, entre outros (CONAMA, 2005). No entanto, não há parâmetros nacionais estabelecidos quanto a índices parasitológicos na água. Seguem-se, assim, as diretrizes da Organização Mundial da Saúde.

A bacia do rio Marombas se localiza na Mesorregião Serrana de Santa Catarina e fornece água para abastecimento público, entre outros usos (indústria, irrigação na agricultura, produção agropecuária), abrangendo 10 municípios: São Cristóvão do Sul, Santa Cecília, Ponte Alta do Norte, Monte Carlo, Curitibanos, Frei Rogério, Brunópolis, Fraiburgo e Campos Novos. Nessa região, as principais atividades econômicas são a agropecuária e a indústria principalmente nos ramos de madeira e produção de celulose (FIESC, 2013).

Embora o rio Marombas esteja potencialmente sujeito à contaminação por agroquímicos e efluentes industriais, ainda são poucos os estudos que avaliaram a qualidade de suas águas, sobretudo no caráter parasitológico das águas subterrâneas que são usadas para consumo humano (Mendes et al., 2011). Dessa forma, o presente estudo visa avaliar a qualidade da água subterrânea na bacia hidrográfica do rio Marombas, quanto a contaminação por formas pré-parasitárias de helmintos e protozoários e correlacionar os resultados obtidos com possíveis fatores de risco.

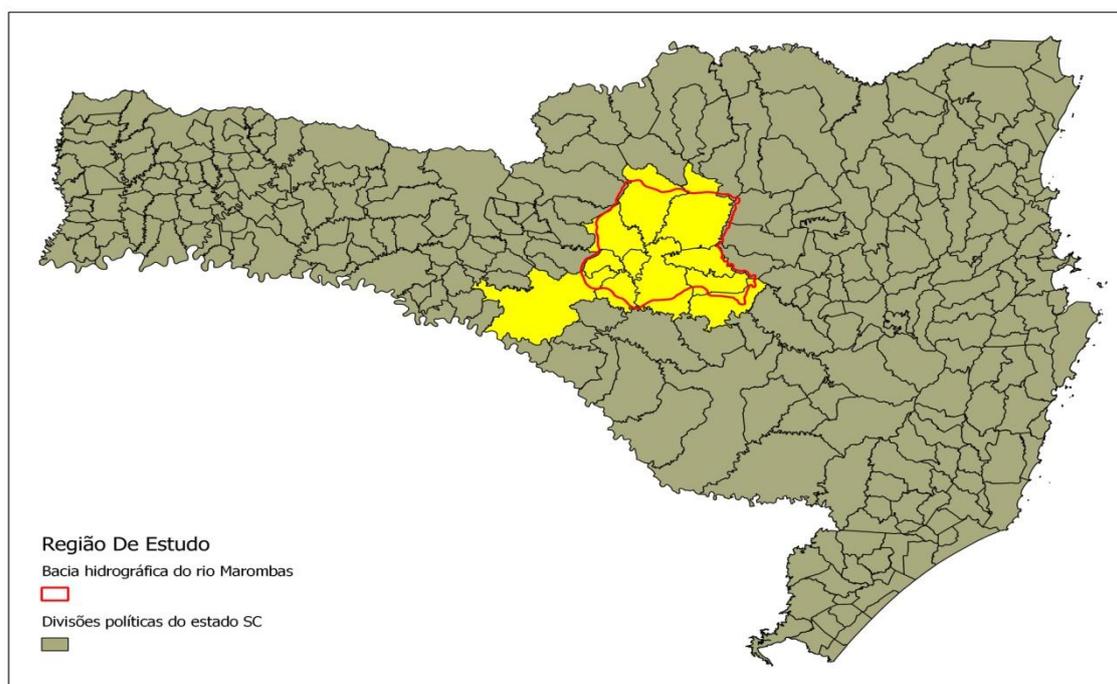
## **2. OBJETIVO**

Avaliar a qualidade da água subterrânea da região do rio Marombas, quanto à contaminação por formas pré-parasitárias de helmintos e protozoários.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Caracterização da área e critérios para seleção dos pontos amostrais.

A Bacia hidrográfica do rio Marombas situa-se na porção central do estado de Santa Catarina, Mesorregião Serrana, região Sul do Brasil (Figura 1).



**Figura 1:** Área de estudo: Bacia hidrográfica do rio Marombas, com as divisões políticas de cada município.

Inicialmente foi realizada a caracterização física da área no entorno dos pontos de coleta, avaliando sua localização geográfica (utilizando GPS), profundidade do poço, revestimento, impermeabilização, possíveis fontes de contaminação devido ao uso da terra.

Para a avaliação da qualidade das águas, foram selecionados 17 pontos amostrais (poços rasos do tipo cisterna ou vertente) localizados em propriedades rurais que apresentavam possível risco de contaminação por fontes difusas de poluição, que os proprietários apresentassem vulnerabilidade socioeconômica e que concordassem em viabilizar o monitoramento dos poços durante todo o período experimental.

Os pontos 1 a 5 correspondem a poços artesanais de Curitibaanos. Os pontos 6 a 17 estão divididos nos demais municípios estudados.

### **3.2. Coleta e acondicionamento das amostras**

Uma vez determinados os pontos de coleta, foram realizadas coletas mensais durante sete meses para monitorar a variabilidade temporal associada à eventual presença de parasitas nas águas subterrâneas.

As coletas das amostras de água foram realizadas diretamente no poço para que a mesma não entrasse em contato com a caixa d'água ou tubulações e pudessem sofrer alguma alteração em suas condições naturais.

As amostras foram coletadas seguindo metodologia descrita por Ayres e Mara (1996) (modificada), sendo necessária a pré-homogeneização dos poços por agitação vigorosa para suspensão de partículas, coleta e acondicionamento de 100 ml do material homogeneizado com auxílio de sacos plásticos estéreis. O material foi mantido sob refrigeração em isopor até o momento da análise.

### **3.3. Análise da água**

As análises foram realizadas no laboratório de Doenças Parasitárias de Animais, *campus* Curitibanos, Universidade Federal de Santa Catarina. A técnica utilizada para detecção de ovos de helmintos e cistos e oocistos de protozoários consiste na concentração das partículas em suspensão por meio de sedimentação com auxílio de centrífuga e posterior flutuação pré-parasitárias com a adição de solução de sulfato de zinco a 33% (Yanko, 1987; OMS, 1992; Ayres e Mara, 1996).

As amostras foram analisadas qualitativa e quantitativamente por meio da observação de estruturas em microscópio óptico.

Já a análise quantitativa foi realizada pela determinação numérica de parasitos em 100 mL de água e expressos em formas pré-parasitárias por litro (Ayres e Mara, 1996).

### **3.4. Análise dos dados**

A análise qualitativa foi realizada pela identificação dos ovos, cistos e oocistos encontrados, de acordo com o formato e o tamanho e com o auxílio de Atlas de Parasitologia e chaves de classificação segundo a orientação da OMS (1992).

Os dados quantitativos obtidos foram comparados ao padrão de potabilidade estabelecido pela Organização Mundial de Saúde.

#### 4. RESULTADOS

Ao longo dos sete meses de avaliação, foi observada contaminação em 11 dos 17 poços estudados, com valores acima do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (Tabela 1).

Os contaminantes encontrados foram oocistos de *Cryptosporidium* sp.; cistos de *Giardia* sp., *Entamoeba* sp. e *Balantidium coli* e ovos e larvas de nematoides (Tabela 2).

**Tabela 1:** Quantificação dos contaminantes encontrados em águas subterrâneas da Bacia hidrográfica do rio Marombas por mês de coleta em cada ponto avaliado.

Ponto de Coleta	out/13*	nov/13*	dez/13*	jan/14*	fev/14*	mar/14*	abr/14*
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	40	40
7	40	50	90	130	30	70	80
8	0	0	0	0	0	0	10
9	20	0	0	0	0	0	0
10	40	0	0	60	0	0	0
11	0	50	30	0	0	0	40
12	20	10	0	0	20	0	0
13	40	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	20	0	40	40	10	80	40
16	0	0	10	0	0	0	0
17	40	60	50	60	30	560	100

\* Dados mensurados em Unidade Contaminante (Cisto, oocisto, ovo ou larva) por litro de água.

#### 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A presença de protozoários nas águas avaliadas foi constatada em diversos meses. Em particular, os ciliados de vida livre existentes em alguns poços indica possibilidade da contaminação por agentes patogênicos, uma vez que nesses ambientes há condições adequadas para sua manutenção ou mesmo desenvolvimento. Esses agentes, com grandes dimensões quando comparados aos demais protozoários, poderiam funcionar como possíveis indicadores de qualidade da água destinada para consumo.

**Tabela 2:** Qualificação dos contaminantes encontrados em águas subterrâneas da Bacia hidrográfica do rio Marombas por mês de coleta em cada ponto avaliado.

Ponto de Coleta	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	mar/14	abr/14
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	A	-	-	-	A, G, E	C, D, F, I
7	A, C	A, C, D	A, B, C, F	A, C, F, H	F, G	A, C, F	D, F
8	-	-	-	-	-	-	A, D
9	A, C	-	-	-	-	A	-
10	A, C, E	-	-	A, C	-	-	-
11	-	A, C, F	A, D	-	-	A	A, C, D, I
12	A, B, D	A, D	-	-	A, C, F	-	-
13	A, D	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-
15	A, C	-	A, C, F	A, G	A, F	B, C, I	A, I
16	-	-	-	-	-	-	-
17	A, D	A, C	A, C	C	A, C	C, F	A

**A.** Ciliados de vida livre; **B.** Cistos de *Balantidium coli*; **C.** Oocistos de *Cryptosporidium* sp.; **D.** Cistos de *Entamoeba* sp.; **E.** Ovos de Ascaridídeos; **F.** Oocistos de Coccídeos; **G.** Cistos de *Giardia* sp.; **H.** Larvas de nematoides; **I.** Ovos de nematoides da Ordem Strongylida.

Os protozoários *Cryptosporidium* spp. são considerados importantes enteropatógenos causadores de diarreias severas em crianças, sobretudo a espécie *Cryptosporidium parvum*, podendo inclusive levar ao óbito (Smith et al., 1995). Sendo assim, embora incidentes isolados de criptosporidiose em humanos terem sido descritos devido ao contato com animais infectados, mais recentemente a veiculação hídrica de oocistos tem recebido atenção particular.

A criptosporidiose foi descrita em várias espécies domésticas e silvestres (Silva et al., 1999; Dall'olio e Franco, 2004) e já se observou alta correlação entre criptosporidiose humana e contato direto com animais jovens diarreicos (Nouri et al., 1993). A transmissão zoonótica foi relatada em crianças que visitaram fazendas, com animais de laboratório e de estimação (Smith et al., 1995). Segundo Crockett e Haas (1997), um bezerro ou uma ovelha infectados com *Cryptosporidium* pode excretar, por dia, maior número de oocistos que o excretado por mil humanos imunodeprimidos com criptosporidiose. *Cryptosporidium* sp. foi observado em seis dos 17 poços avaliados, sendo que

quatro deles estavam localizados em áreas de criação de bovinos. Além disso, este protozoário esteve presente em todos os meses avaliados.

As fezes dos animais podem contaminar as águas superficiais por meio dos escoamentos de tempestades, após a aplicação de adubo (esterco) sobre a terra, ou ainda, pelos esgotos originários das construções das fazendas. Kemp et al. (1995), verificaram a presença de oocistos de *Cryptosporidium* em esgotos de fazendas, em concentrações que variavam de 0,06 a 19,4 oocistos/L. A OMS recomenda que a água para consumo humano tenha um valor inferior a 1/79.000 formas parasitárias/L. No presente trabalho foram observados valores entre 0 e 560 oocistos de *Cryptosporidium*/L, determinando alta contaminação em alguns poços e inviabilidade para consumo da água *in natura*.

Os protozoários *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia* possuem um ciclo de vida simples, com uma forma cística de resistência e o trofozoíto vegetativo, que habita a mucosa intestinal, principalmente. As principais formas de contaminação, para ambos parasitos, incluem a ingestão de água e alimentos contaminados com cistos (Savioli et al., 2008). No presente trabalho foram encontrados cistos de *Giardia* sp. e *Entamoeba* sp. em 3 e 7 pontos de coleta respectivamente, indicando risco de contaminação quando houver consumo da água sem mínimo tratamento prévio.

A *G. lamblia* é uma das causas de infecções parasitárias mais comuns no mundo, contribuindo para 280 milhões de indivíduos sintomáticos, tendo sido recentemente incluída na lista de Doenças Negligenciadas da OMS (Savioli et al., 2008). Em três dos pontos avaliados foram observados cistos de *Giardia* sp. 30 vezes acima dos níveis recomendados pela OMS, tanto para a água de consumo quanto para irrigação.

A *E. histolytica* é o agente responsável pela amebíase intestinal e pode evoluir para amebíase invasiva extraintestinal, que se apresenta principalmente na forma de abscessos no fígado. Estima-se que cerca de 500 milhões de pessoas estejam infectadas com este protozoário. Contudo, somente 10% dos casos são sintomáticos, sendo que 80 a 98% dos sintomas são intestinais (Araújo et al., 2008). Cistos de *Entamoeba* foram observados nos meses de outubro a dezembro de 2013 e abril de 2014, atingindo valores superiores aos recomendados pela OMS em sete dos 17 pontos.

As infecções intestinais por helmintos constituem-se nas mais comuns em seres humanos em todo o mundo, sendo as infecções por nematóides as mais prevalentes e a maior causa de morbidade em crianças escolares em países em desenvolvimento (WORLD BANK, 1993).

No presente trabalho, foram encontrados ovos de Ascarídídeos em dois dos pontos de coleta. A contaminação por Ascaridídeos em humanos ocorre pela ingestão de água ou alimentos contaminados por ovos embrionados (Neves et al., 2005). Os vermes adultos se localizam no

intestino delgado, sendo cada fêmea capaz de contaminar o ambiente com cerca de 200 mil ovos por dia (Taylor, 2010). As crianças são a população mais atingida, sendo que esses agentes podem causar irritação brônquica, dificuldade respiratória e febre (na fase de larva) e dores abdominais, diarreia, vômito, reações anafiláticas e até mesmo a obstrução intestinal em maior carga parasitária (Neves et al., 2005). Não foi possível a identificação da espécie dos agentes contaminantes, o que possibilitaria a correlação com a fonte contaminante. No entanto, como precaução, em pontos contaminados por esses agentes, a água não deve ser consumida *in natura* (OMS, 1992).

A ordem Strongylida abrange diversos gêneros de helmintos patogênicos como os gêneros *Ancylostoma* e *Strongyloides* (Taylor, 2010). Esses nematoides são muito prevalentes na população com piores condições de saneamento, sendo que a infecção por tais agentes pode ocorrer tanto por penetração cutânea das larvas infectantes (L3) quanto pela ingestão de água ou alimentos contaminados com L3 (Neves et al., 2005). A migração larvária desses agentes pelos pulmões pode causar tosse, expectoração, ligeira febre e broncopneumonia. Além disso, pode ocorrer diarreia, dor abdominal, constipação, anorexia, náuseas, vômitos e dor epigástrica que pode simular quadro de úlcera péptica (Neves et al., 2005). Nos casos de hiperinfecção ocorrem quadros diarreicos graves com várias evacuações diárias, causando desnutrição, desidratação, síndrome de má absorção e acentuada perda de peso (Taylor, 2010). Ovos ou larvas de nematoides da ordem Strongylida foram observados em quatro pontos ao longo do estudo, sendo que no mês de abril de 2014 foi obtida maior ocorrência desses parasitos, sendo observados em três dos 17 poços avaliados. Nesses pontos, medidas de proteção devem ser tomadas para que não haja contaminação pelos dejetos humanos e de animais.

## **6. CONCLUSÃO**

A partir dos resultados obtidos conclui-se que existe o risco de infecção por agentes parasitários de veiculação hídrica nas comunidades estudadas. Sendo assim, devem-se tomar medidas de conservação e manejo nas fontes naturais para minimizar fatores de risco para a saúde dos consumidores de água oriunda de poços tubulares na bacia do rio Marombas.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H.; COSTA, A. M.; O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência Saúde Coletiva**. vol.17 n.6 Rio de Janeiro, 2012.

AYRES, R.M., MARA, D.D. **Análises de águas residuais para su uso em agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio**. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 1996.

CERQUEIRA, Wagner.; **Água**. Brasil Escola, 2013. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>> Acesso em: 16 de outubro de 2013.

CLEARY, R. W.; **Águas Subterrâneas**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Tampa, FL. Outubro de 2007.

CONAMA. 2005. Resolução Conama n. 307. Disponível em: <[www.mma.conama.com.br](http://www.mma.conama.com.br)>. Acesso em 21 de outubro de 2013.

CROCKETT, C.S.; HAAS, C.N. Understanding protozoa in your watershed. **Journal of American Water Works Association**, v.89, p.62-73, 1997.

DALL'OLIO, A.J.; FRANCO, R.M.B. Ocorrência de *Cryptosporidium* spp. Em pequenos mamíferos silvestres de três áreas serranas do Sudeste brasileiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.25-31, 2004.

FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Introdução à Química da Água: Ciência, Vida e Sobrevivência**. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

FIESC.; **Panorama da Mesorregião Serrana**. Disponível em: <<http://acr.org.br/apresentacao.pdf>>. Acesso: em 09 de novembro de 2013.

NEVES, D. P.; MELO, A. L., LINARDI, P. M., ALMEIDA R. W. **Parasitologia Humana**. 11º ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. 494 p.

NOURI, M.; MAHDAVI-RAD, S. Effect of nomadic shepherds and their sheep on the incidence of cryptosporidiosis in an adjacent town. **Journal of Infectious**, v.26, p.105-106, 1993.

MENDES, B. G.; et al. Estudo da qualidade das águas do rio Marombas (SC/Brasil), utilizando parâmetros físico-químicos e bioensaios. **Revista Ciências Ambientais**, v. 5, n. 2, p. 43-58, 2011.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Métodos básicos de laboratorio en parasitología medica**. OMS: Ginebra, 1992.

SAVIOLI, L., SMITH, H., THOMPSON, A. **Giardia and Cryptosporidium join the “Neglected Diseases Initiative”**. Trends Parasitology, v.22, p.203-208, 2006.

SILVA, M.B.O.; LIMA, J.D.; VIEIRA, L.S. et al. Experimental cryptosporidiosis by *Cryptosporidium parvum* in dairy goat kids. **Revista de Medicina Veterinária**, v.150, 827-830, 1999.

SMITH, H.V.; ROBERTSON, L.J.; ONGERTH, J.E. Cryptosporidiosis and giardiasis: the impact of waterborne transmission. **J. Water SRT – Aqua**, v.44, p.258-274, 1995.

TAYLOR, M.A; COOP, R.L; WALL, R.L. **Parasitologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

WORLD BANK. Appendix B. The global burden of disease, 1990. In: World Development Report 1993. New York: Oxford University Press, 1993.

YANKO, W.A. Occurrence of pathogens in distribution and marketing municipal sludge. EPA 600/1-87-014, 1987.

ZANATTA, L. C.; ANDRADE, C. A. V.; COITINHO, J. B. L. **Qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Guarani para abastecimento público no estado de Santa Catarina**. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal. ABAS, 2008. v. 1-18.