

MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DA  
ÁGUA DO RIO CASCAVEL DURANTE O PERÍODO DE 2003 A 2006A.C. Moura<sup>1</sup>, R.A.B. Assumpção<sup>1</sup>, J. Bischoff<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Assis Gurgacz, Núcleo de Ciências Biológicas, Av. das Torres, 500, CEP 85806-095, Cascavel, PR, Brasil. E-mail: acmoura@fag.edu.br

## RESUMO

Na região oeste do Paraná, torna-se necessária a realização de análise microbiológica da qualidade da água, uma vez que é comum a utilização de fontes de águas sem tratamento pela população. Os dados estatísticos referentes à qualidade das águas no principal manancial do município são carentes ou inexistentes, tornando-se necessário seu estudo e acompanhamento. Esta pesquisa teve como objetivo de monitorar a qualidade microbiológica e físico-química da água do principal manancial que abastece a cidade de Cascavel, PR. Foram realizadas coletas mensais, sendo realizados os testes de pH, cor e turbidez para os fatores físico-químicos e coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTo) para o microbiológico. Os resultados para coliformes termotolerantes e totais foram comparados com os valores de referência, segundo a Portaria do Ministério da Saúde, nº 18, de 25 de março de 2004. Das amostras analisadas, todas apresentaram contaminação por CT e CTo, sendo que 86% das amostras encontram-se com contagem de CT e 16% CTo superiores a  $2,4 \times 10^2$  NMP/100 mL. Houve relações significativas dos fatores físico-químicos de cor e pH quando comparados aos CT e CTo. Os resultados obtidos indicam um alto valor de contaminação no principal manancial da Cidade de Cascavel, além de todas as amostras apresentarem-se impróprias para o consumo *in natura*, segundo a Portaria 518 do Ministério da Saúde, colocando em risco a saúde do consumidor, tanto em regiões mais carentes, onde o consumo de água pode se dar sem nenhum tipo de tratamento, como em locais de conhecido consumo pela população de Cascavel. O risco apresentado à população pela contaminação do manancial por possíveis patógenos se deve a falhas na fiscalização municipal, bem como no baixo nível de conhecimento e educação ambiental da população que mora às margens do Rio Cascavel, muitas vezes utilizando-o como depósito de lixo doméstico.

PALAVRAS-CHAVE: Coliformes, Rio Cascavel, monitoramento.

## ABSTRACT

PHYSICAL CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE WATER OF THE CASCAVEL RIVER DURING THE PERIOD FROM 2003 TO 2006. In the western region of the state of Paraná, Brazil, it is necessary to control the water quality because the human population there commonly uses water sources without treatment. Statistical data referring to the water quality in the main headwaters in the county is scarce or inexistent, making its study and monitoring essential. The aim of this study was therefore to monitor the microbiological and physical-chemical quality of the water which supplies the city of Cascavel, PR, Brazil. Monthly collections were carried out, with performance of tests for pH, color and turbidness for the physical-chemical factors and total coliforms (CT) and thermotolerants (CTo) for the microbiologic ones. The results for the total and thermotolerant coliforms were compared to the referential values according to the Health Ministry Decree, nº 518, of March, 25, 2004. All the samples analyzed presented contamination by CT and CTo above  $2.4 \times 10^2$  NMP/10 mL. There were meaningful relations of the physical-chemical factors of color and pH when compared to CT and CTo. The results indicate a high contamination value in the main headwaters in Cascavel, and all the samples presented were revealed to be improper for consumption *in natura*, according to the Sanitary Vigilance resolution, putting in risk the consumer health, both in the more destitute regions where the water consumption can be without any treatment as well as in places of known consumption by the population of Cascavel. The data suggest a lack of awareness of the population in regard to the hygiene conditions, garbage control and domestic drainage, as well as the need for intensification in the continual supervision by environmental agencies.

KEY WORDS: Total coliforms, thermotolerant coliforms, water quality

<sup>2</sup>Companhia de Saneamento do Paraná, Cascavel, PR, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A qualidade necessária à água distribuída para consumo e a potabilidade, ou seja, deve estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004).

Segundo ALBUQUERQUE (2001), a água utilizada pela humanidade provém de mananciais, lagos, rios e lençóis subterrâneos, correspondendo a uma pequena parte da água disponível para utilização da população. O contato do homem com essas fontes é direto e constante. Por consequência disso, esses lugares são os mais poluídos com esgotos, resíduos industriais e agrotóxicos.

O rápido crescimento da população urbana e da industrialização está submetendo a graves pressões os recursos hídricos. Para TUCCI *et al.* (2002), as cidades brasileiras não apresentam condições de sustentabilidade de água devido ao excesso de poluição doméstica, industrial, a ocorrência de enchentes urbanas, que contaminam os mananciais e, também devido à forte demanda de água.

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta-se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome. Dentre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter*, dentre outros.

Em decorrência do fato de que os microrganismos patogênicos usualmente aparecem de forma intermitente e em baixo número na água, podem-se pesquisar outros grupos que coexistem com os patogênicos nas fezes, chamados de microrganismos indicadores (AMARAL, 2003).

Os Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTo) são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água (BETTEGA *et al.*, 2006). O decréscimo de coliformes na água é diretamente proporcional ao das bactérias patogênicas intestinais (BIER, 1985).

O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais encontram-se as bactérias do trato gastrintestinal de humanos e outros animais endotérmicos e também diversos gêneros de bactérias não entéricas, como *Serratia* e *Aeromonas*. Além dos coliformes totais, esse grupo de bactérias apresenta espécies atualmente chamadas de coliformes termotolerantes ou coliformes a 45° C, um grupo capaz de fermentar a lactose com produção de gás, entre 24 e 48 horas a temperaturas entre 44,5° C a 45,5° C. Atualmente, sabe-se que o grupo dos termotolerantes inclui pelo menos três gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, que indicam contaminação de origem fecal. No entanto, espécies do gênero *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais (CARDOSO *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 1997).

No oeste do Estado do Paraná, a bacia hidrográfica do Rio Cascavel abrange uma área de drenagem de 117,5 km<sup>2</sup>, sendo responsável por 80% do abastecimento de água potável da cidade de Cascavel. O Rio Cascavel tem suas nascentes praticamente dentro do perímetro urbano da cidade. Nesse sentido, a manutenção da qualidade do ambiente é fundamental para a qualidade final da água consumida pela população. Para isto, os trabalhos preservacionistas realizados na bacia hidrográfica devem ser contínuos e efetivos (ZANELLA, 1999).

É relevante o conhecimento das reais condições dos mananciais superficiais que abastecem a cidade de Cascavel, a fim de contribuir significativamente para a promoção efetiva de planejamentos que visem melhorar a qualidade microbiológica dos referidos mananciais, caso seja necessário.

Tendo em vista a relevância do estudo, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o monitoramento da qualidade microbiológica e físico-química da água do principal manancial que abastece a cidade de Cascavel, PR; avaliar uma possível correlação entre os fatores físico-químicos e microbiológicos, bem como analisar o risco do consumo de água *in natura* pela população cascavelense.

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises microbiológicas da água foram realizadas segundo as técnicas recomendadas pela American Public Health Association (APHA, 2005). Foram realizadas também análises físico-químicas, tais como determinação de pH (através de unidade de pH), cor (utilizado o equipamento uH - Un.cor) e turbidez (através de Unidade Nefelométrica de Turbidez- UH).

Foram testadas 48 amostras de água, retiradas de pontos distintos do Rio Cascavel, durante o período dos anos de 2003 a 2006. As coletas foram realizadas nos mesmos pontos, respeitando os mesmos períodos e meses do ano durante todos os 4 anos das análises. Os pontos de coleta foram escolhidos a montante das estações de tratamento, de acordo com os locais de coleta de água pela população, seja para consumo próprio ou agricultura, situando-se em diferentes bairros do município.

As amostras foram coletadas, em torno de 250 mL cada, acondicionadas em frascos de vidro estéreis e enviadas para o laboratório de microbiologia da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), onde foram armazenadas em temperaturas entre 0-4° C por um período máximo de 6 horas.

Para a análise microbiológica das amostras, empregou-se a técnica da Membrana Filtrante, onde a amostra foi filtrada através de uma membrana com porosidade de 0,45 µm e 47 mm de diâmetro, sendo transferida então para uma placa de Petri contendo o

meio de cultura seletivo e diferencial (M-Endo Broth e M-Fc Broth), para visualização de colônias típicas (coloração vermelha escura e brilho verde metálico superficial) (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2006).

Após incubação, fez-se a leitura das colônias típicas de coliformes termotolerantes. Para a contagem de colônias, utilizou-se placas com crescimento entre 20 e 80 colônias de coliformes e não mais que 200 colônias de todos os tipos.

Após a obtenção dos resultados, eles foram confrontados com os parâmetros determinados pela resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, uma vez que a população ribeirinha utiliza a água do rio Cascavel para consumo *in natura* (BRASIL, 2005).

Os resultados foram submetidos à análise estatística pela correlação linear de Pearson e construção de diagrama de dispersão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados microbiológicos das 48 amostras analisadas ao longo dos quatro anos no rio Cascavel, em águas sem tratamento, porém utilizadas pela população urbana e, principalmente, rural, como fonte de água para consumo, encontram-se apresentados na Tabela 1. Os resultados demonstram, como esperado, uma alta taxa de contaminação por (CT) e (CTo) em águas sem tratamento, sendo que 86% das amostras para CT e 16% para CTo, encontraram-se com contagens superiores a  $2,4 \times 10^2$  NMP/100 mL.

Quando comparados os valores observados, nas análises realizadas ao longo dos anos, com os valores sugeridos pela resolução do CONAMA para balneabilidade, o rio Cascavel encontra-se impróprio para utilização em praticamente todas as amostras. Resultado semelhante foi observado ao comparar os dados obtidos com a Portaria 518 do Ministério da Saúde em relação a potabilidade, onde todas as amostras encontram-se impróprias para consumo humano.

Para analisar a variação na ocorrência de coliformes ao longo dos anos, os dados foram confrontados entre si e com os perfis de análises físico-químicas. Os valores médios não foram associados com um mês em particular para a análise estatística, porém apresentaram grande variação nos padrões de distribuição.

Os dados de coliformes apresentados demonstram um aumento na contagem, tanto de CT quanto de CTo, na estação de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) quando comparada ao inverno (junho, julho e agosto). Estes dados já eram esperados, pois, durante o verão, ocorre um índice pluviométrico maior, onde podem ser carreados os microrganismos presentes no entorno dos mananciais, ocorrendo uma possível contaminação de forma mais intensa. NOGUEIRA *et al.* (2003) observaram resultados semelhantes ao analisarem água da zona urbana e rural da cidade de Maringá, PR, observando aumento na taxa de coliformes durante o período de verão, acompanhado pelo aumento no índice pluviométrico. Estes dados sugerem associação entre o aumento de contaminação à incidência de chuva, bem como variação na temperatura da água. Dados semelhantes são observados por outros pesquisadores como CUNHA *et al.* (2003).

Tabela 1 - Perfil de Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTo) presentes no rio Cascavel, nos anos de 2003 a 2006 em relação ao Número Mais Provável (NMP).

Meses	Anos							
	2003		2004		2005		2006	
	CT	CTo	CT	CTo	CT	CTo	CT	CTo
Janeiro	4700	3800	2800	0200	4,700	1,000	3,200	0,200
Fevereiro	4800	4000	14400	1600	3,400	1,400	3,200	0,200
Março	6200	1900	20000	9400	4,000	1,200	16,800	1,600
Abril	1400	300	15300	1400	4,300	1,000	5,600	1,200
Mai	1500	400	3300	0700	28,800	10,400	5,400	0,400
Junho	2600	1300	8600	0200	100,000	51,000	3,200	0,800
Julho	2900	600	7400	0800	15,000	1,200	17,400	0,200
Agosto	1200	600	2200	0200	2,000	0,200	11,600	0,200
Setembro	1500	100	6400	0400	3,600	0,400	8,200	1,600
Outubro	4300	400	6000	2400	13,600	3,000	15,000	4,200
Novembro	30800	14000	9600	2000	8,600	1,000	18,400	2,000
Dezembro	6200	1600	3700	0600	3,200	1,000	5,600	0,200

Em relação aos perfis de pH, observou-se um discreto aumento ao longo dos anos, com valores de 6,6 em 2003 e médias de 7,3 em 2006. Os resultados encontrados para cor e turbidez, observados ao longo dos meses e anos em águas do Rio Cascavel, demonstraram valores elevados no período de verão, podendo chegar a 238,41 em relação a cor e 106,57 para turbidez, onde o índice pluviométrico é maior, levantando os sedimentos presentes no fundo. As análises dos dados foram realizadas confrontando os resultados entre si e com os perfis microbiológicos.

A análise estatística entre os fatores físico-químicos, tais como pH e Cor, demonstraram uma correlação negativa de -0,29 com índice de significância de 5%, onde o aumento de pH representa um decréscimo na cor da água. Estes dados demonstram um processo de acidificação do meio devido a um maior crescimento microbiano relacionado a seu processo metabólico de fermentação, ocasionando a baixa de pH e alterando a cor. Fato corroborado pela análise negativa do pareamento dos dados entre pH e coliformes, ou seja, quando ocorre aumento de coliformes observa-se diminuição do pH, com valores de -0,36 no nível de significância de 5%.

A correlação entre cor e turbidez é positiva, revelando uma alteração organoléptica da água com ação do aumento de matéria orgânica. Estes resultados encontram-se de acordo com a literatura, sendo demonstrado em diversos trabalhos o mesmo tipo de

correção entre as duas variáveis (BAI *et al.*, 2006; CAMPISI *et al.*, 2005).

Com o aumento dos CT, também observou-se o aumento de CTo. Fato esperado, uma vez que a origem fecal dos coliformes pode ser a mesma, ou seja, origem de resíduos de esgoto ou mesmo de produtos urbanos. Em relação ao percentual menor de bactérias do grupo CTo, quando comparado ao CT, pode estar relacionado ao fato de microbiota acompanhante inibir o crescimento de bactérias do gênero *Escherichia*. Esta correlação também foi sugerida por SILVA *et al.* (2006), onde relatam em seu trabalho um baixo índice de detecção de *E. coli*, provavelmente, pela inibição por bactérias antagonistas, além da influencia do pH sobre seu crescimento.

A análise dos fatores cor e CT apresenta significância estatística positiva, com aumento de um fator seguido pelos outros (Fig. 1). Este fato se deve, provavelmente, ao aumento de matéria orgânica, fonte de coliformes na água, bem como nutrientes para os microrganismos, causando seu aumento metabólico e de biomassa, ocasionando alteração de cor e pH do meio. Observou-se diferença significativa entre os valores de cor e CTo quando correlacionados, assim como ocorreu entre cor e CT. Apesar de ocorrer uma relação positiva entre os valores de turbidez e CT e turbidez e CTo, estes valores não foram estatisticamente significativos quando comparados entre si.

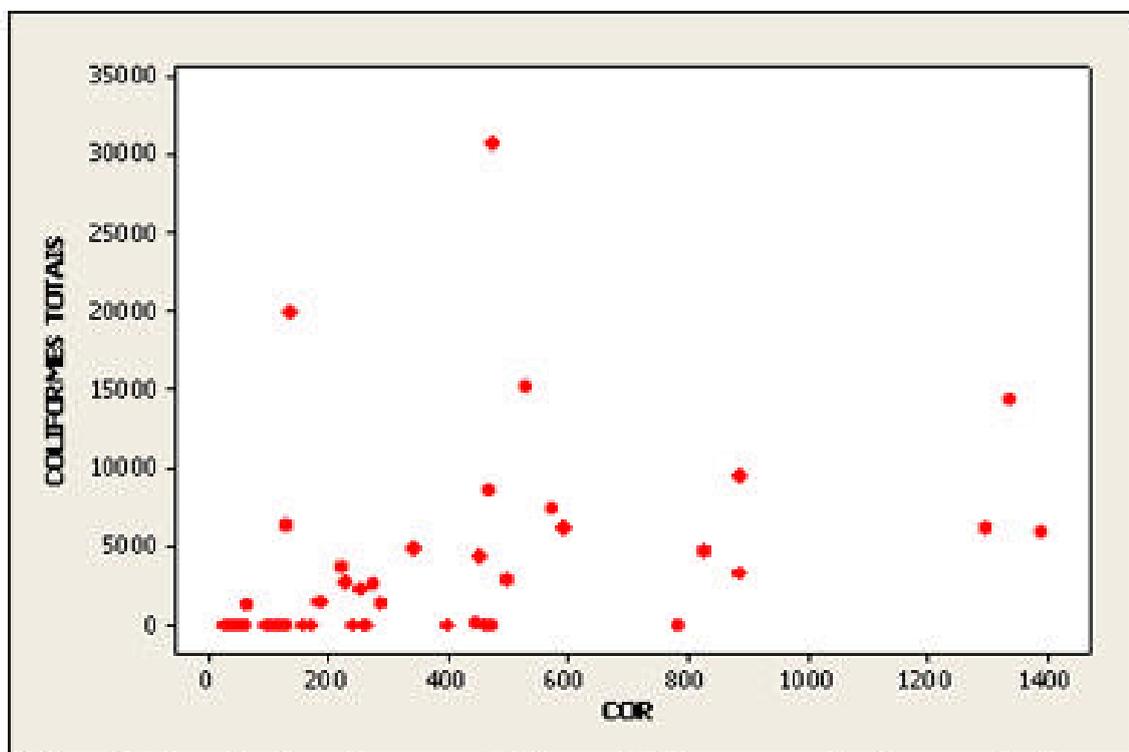


Fig. 1 - Correlação entre cor e coliformes totais, representando correlação positiva entre as variáveis.

## CONCLUSÕES

O presente estudo investigou a qualidade da água em diferentes pontos e períodos do Rio Cascavel, importante rio localizado no Estado do Paraná. Muitas pessoas utilizam suas águas diretamente para suas necessidades diárias e consumo próprio sem qualquer tipo de tratamento, estando expostas a diversos tipos de doenças.

Os resultados deste estudo mostraram que a água do Rio Cascavel *in natura* é imprópria para balneabilidade e para o consumo, não devendo ser usada pela população sem prévio tratamento.

Os pontos de coleta, principalmente aqueles localizados na zona urbana, apresentam grande quantidade de lixo e resíduos urbanos, onde a chuva pode ser capaz de carregá-los para o leito do rio, contaminando-o. Sendo necessária uma maior conscientização da população que vive na margem do rio.

Os dados também demonstraram a importância e urgência de se implantar um eficiente sistema de saneamento básico para toda a população de Cascavel, a fim de que todos tenham acesso à água tratada para consumo, diminuindo assim o risco de enfermidades veiculadas por este recurso.

Mais estudos, incluindo os de ordem sócio-econômicas, devem ser realizados para monitorar a qualidade microbiológica do rio Cascavel, bem como a forma de utilização destas águas pela a população local.

A origem da contaminação dessas águas também deve ser investigada, para que sejam tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S.A. *Cartilha ecológica: educação ambiental*. Curitiba: Educarte, 2001.
- AMARAL, L.A. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, v.37. n.4. p.510-514, 2003.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water & wastewater*. 21th.ed. New York: APHA, 2005.
- BAI, X. ZHANG, X.; SUN, Q.; WANG, X.; ZHU, B. Effect of water source pollution on the water quality of Shanghai water supply system. *Journal Environmental Science and Health Part A Tox/Hazardeus Substance & Environnetal Engineering*, v.41, n.7, p.1271-1280, 2006.
- BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciencia e Agrotecnologia*, v.30, n.5, p. 950-954, 2006.
- BIER, O. *Bactérias intestinais. Microbiologia e imunologia*. 24.ed. São Paulo: Melhoramentos. cap.32, p.609-664, 1985.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/downloads/resolucao357.pdf>>. Acesso em: 17 jan 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação em vigilância sanitária. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água. Disponível em: <[http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/portaria518\\_25\\_03\\_04.pdf](http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/portaria518_25_03_04.pdf)>. Acesso em: 17 jan 2007.
- CAMPISI, T. ABBONDANZI, F.; CASADO-MARTINEZ, C.; DEL VALLS, T.A.; GERRA, R.; IACONDINI, A. Effect of sediment turbidity and color on light output measurement for Microtox Basic Solid-Phase Test. *Chemosphere*, v.60, n.1, p.9-15, 2005.
- CARDOSO A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C.; CASTRO, A.G.M.; KANASHIRO, A.M.I. Pesquisa de *Salmonella* spp., coliformes totais, coliformes fecais e mesófilos em carcaças e produtos derivados de frango. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.67, n.1, p.25-30, 2000.
- CUNHA, A.C.; COUTO, A.(Org.). *Diagnóstico rápido participativo da Bacia do Igarapé da Fortaleza-AP*. Macapá: SETEC/GEA, 2003. 55p.
- NOGUEIRA, G.; NAKAMURA, C.V.; TOGNIM, M.C.B.; ABREU FILHO, B.A.; DIAS FILHO, B.P. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil. *Revista de Saúde Pública*, v.37, p.2, p.232-236, 2003.
- LE CHAVALLIER M.W.; WLCH, N.J.; SMITH, D.B. *Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. Applied and Environmental Microbiology*, v.62, p.2201-2221, 1996.
- SILVA, M.P.; CAVALLI, D.R.; OLIVEIRA, T.C.R.M. Avaliação do padrão coliformes a 45° C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, v.26, n.2, p.352-359, 2006.
- SILVA, N.JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. São Paulo: Varela, 1997. p.8-11, 32-38.
- TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. DE M. Cenários da Gestão da Água no Brasil: uma contribuição para a visão mundial da Água. 2002. Disponível em: <<http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>>. Acesso em: 12 out 2006.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. *Roteiro de aula prática*. Disponível em: <<http://www.ceset.unicamp.br/~cassianac/ST207/ROTEIROMEMBRANA.d>>. Acesso em: 17 out. 2006.

ZANELLA, D.H. *Estudo da atual situação da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel, quanto à qualidade e fontes*

*poluidoras*. 1999. Monografia (Especialização) - UNIOESTE, Cascavel, 1999.

Recebido em 20/10/07  
Aceito em 29/1/09