

**LEILANE BARBOSA RONQUI**

**ESTUDO DE REDE TRÓFICA MICROBIANA (PROTOZOOPLÂNCTON E BACTERIOPLÂNCTON) E ASPECTOS LIMNOQUÍMICOS EM LAGO ÁCIDO DE MINA DE URÂNIO (CAVA DA MINA OSAMU UTSUMI), NO RESERVATÓRIO DAS ANTAS E NO RESERVATÓRIO BORTOLAN, SOB INFLUÊNCIA DE EFLUENTES DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS, CALDAS, M.G.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia USP/Instituto Butantan/IPT, para obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia.

Área de concentração: Biotecnologia

Orientador: Dra. Heliana de Azevedo Franco do Nascimento

Versão corrigida. A versão original eletrônica encontra-se disponível tanto na Biblioteca do ICB quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

São Paulo  
2013

## RESUMO

RONQUI, L. B. **Estudo de rede trófica microbiana (Protozooplâncton e Bacterioplâncton) e aspectos limnoquímicos em lago ácido de mina de urânio (cava da mina Osamu Utsumi), no reservatório das Antas e no reservatório Bortolan, sob influência de efluentes da Unidade de Tratamento de Minérios, Caldas, M.G.** 2013. 257 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Foi realizada neste estudo a avaliação dos aspectos limnoquímicos, bem como o estudo da rede trófica microbiana (protozooplâncton e bacterioplâncton) pertencente ao lago ácido de mina de urânio (CM) e a avaliação dos possíveis efeitos dos efluentes ácidos tratados e liberados pela UTM/INB sobre a Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas no reservatório das Antas (ponto P41) e a jusante deste, no reservatório Bortolan. Além da realização das análises físicas e químicas e a quantificação do protozooplâncton e do bacterioplâncton, foi realizada a padronização e implantação de técnica independente de cultivo Hibridização Fluorescente "In Situ" - FISH utilizando-se sondas de oligonucleotídeos marcadas com o corante Cy3, para a detecção de bactérias dos domínios Archaea e Bacteria, tanto para o lago ácido de mina de urânio quanto para os reservatórios. De acordo com os resultados verificados neste estudo, o CM apresentou os maiores valores para as variáveis químicas avaliadas, os menores valores de pH, a menor diversidade e densidade de protozooplâncton, porém, elevada biomassa protozooplanctônica, evidenciando a presença de espécies tolerantes a tais condições ambientais extremas. Os reservatórios das Antas e Bortolan apresentaram diferenças em relação às variáveis abióticas e bióticas, o RA mostrou sofrer maior interferência dos efluentes ácidos tratados e liberados no ponto P41 e a jusante desse, no ponto P14, apresentando menor biomassa do protozooplâncton, menor densidade bacteriana, menor índice de estado trófico e fontes de poluição características de fontes inorgânicas, provavelmente devido a falhas no sistema de tratamento dos efluentes tratados e lançados neste reservatório. Por outro lado, o RB apresentou maior índice de estado trófico, maior densidade e biomassa tanto de protozooplâncton quanto de bacterioplâncton, maiores valores para as concentrações de clorofila *a*, nutrientes e fontes de poluição características de origem orgânica, provavelmente devido sua proximidade da malha urbana da cidade de Poços de Caldas. Utilizando-se a técnica FISH refinada, neste estudo, para os corpos de água avaliados, foi possível detectar a presença de micro-organismos do domínio Archaea nos três corpos de água avaliados, bem como a presença de Bacteria. Sendo assim, os resultados do presente estudo contribuem para o conhecimento a nível limnológico de lagos de cava de mina, os quais têm se tornado fonte de grande preocupação devido ao aumento das explorações mineiras, bem como detectar possíveis efeitos dos efluentes ácidos e radioativos lançados no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Lago de Cava de Mina Ácido. Mina de Urânio. Protozooplâncton. Bacterioplâncton. Reservatório Bortolan. Reservatório das Antas.

## ABSTRACT

RONQUI, L. B. **Study of microbial trophic network (Protozooplankton and Bacterioplankton) and limnochemical aspects in a uranium mine acid lake (mine Osamu Utsumi's open pit) in Antas and Bortolan reservoirs, under the influence of the effluents from the Ore Treatment Unit in Caldas, M.G.** 2013. 257 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

In this study, the evaluation of limnochemical aspects, as well as the study of the microbial trophic network (protozooplankton and bacterioplankton) belonging to the uranium mine acid lake (CM) and the assessment of possible effects of acidic effluents treated and released by the UTM/INB into the Ribeirão das Antas Sub-Basin of the Antas reservoir (P41) and into its downstream - the Bortolan reservoir - were conducted. In addition to the execution of a series of physical and chemical analyses and quantification of protozooplankton and bacterioplankton, the standardization and implementation of the independent technique of *Fluorescent In Situ Hybridization* -FISH - was conducted using oligonucleotides probes stained with Cy3 for bacteria detection of the domains Archaea and Bacteria, both for the uranium mine acid lake and for the reservoirs. According to the results observed in this study, CM presented the highest values for the chemical variables evaluated, the lowest pH values and the least diversity and density of protozooplanktons. However, it presented high protozooplanktonic biomass, demonstrating the presence of species tolerant to such extreme environmental conditions. The Antas and Bortolan reservoirs presented differences in relation to abiotic and biotic variables; the RA indicated greater interference from the acidic effluents treated and released into point P41, and on its downstream, point P14, presenting less protozooplankton biomass, lower bacterial density, lower trophic state index and sources of pollution characteristic of inorganic sources, probably due to flaws in the treatment system of the effluents released into this reservoir. On the other hand, RB presented higher trophic state index, higher density and biomass of both protozooplanktons and bacterioplanktons, greater values for chlorophyll a concentrations, nutrients and sources of pollution characteristic of organic origin - probably due to its proximity to the urban area of the city of Poços de Caldas. Through the use of the refined FISH technique in this study, for the water bodies assessed, it was possible to detect the presence of microorganisms of the Archaea and Bacteria domains in the three water bodies assessed. Thus, the results of the current study contribute to the knowledge, at a limnological level, of open pit lakes (which have become a source of great concern due to the increase of mining operations), as well as the detection of possible effects of acid and radiological effluents released into the environment.

**Keywords:** Mine pit acid lake. Uranium mine. Protozooplankton. Bacterioplankton. Bortolan reservoir. Antas reservoir.

## 1 INTRODUÇÃO - Justificativa

No Brasil, existem áreas apresentando elevada radioatividade natural devido a depósitos de urânio e tório em areias monazíticas e intrusões alcalinas. O Planalto de Poços de Caldas caracteriza-se como uma das maiores intrusões alcalinas do mundo (35 Km<sup>2</sup> de diâmetro), localizado na região sudeste do Estado de Minas Gerais, Brasil (AMARAL et al., 1992) sendo, também, uma das áreas de maior radioatividade natural do mundo (FERNANDES; BODE, 1999).

Devido a estas características, as atenções voltaram-se para o Planalto de Poços de Caldas logo após se perceber que a rocha denominada caldasito, explorada há quase meio século pelo governo brasileiro como minério de zircônio, continha teores de urânio associado ao molibdênio (OLIVEIRA, 2011). Atualmente, o Brasil ocupa a sexta posição dentre as reservas mundiais de jazidas de urânio prospectadas em todo o mundo (INB, 2013).

O urânio, inicialmente, no Brasil foi extraído das jazidas do Complexo Alcalino de Poços de Caldas, onde se instalou, em 1980, o Complexo Mínero-Industrial (CIPC) na cidade de Caldas, Minas Gerais - Brasil, hoje denominada Unidade de Tratamento de Minérios das Indústrias Nucleares do Brasil (UTM/INB), que operou até 1994. Neste período, de forma descontínua, foi produzido um total de 1.124 toneladas de concentrado de urânio (diuranato de amônio – DUA, contendo aproximadamente 85% de óxido de urânio U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), que constituíram a matéria prima para o ciclo do combustível nuclear (OLIVEIRA, 2011).

Este complexo, ou seja, a UTM/INB, é constituído de uma mina "a céu aberto" (lago de cava de mina ácido - Osamu Utsumi - CM) e suas áreas de rejeitos de mineração (bota-foras), instalações para tratamento físico do minério, usina de tratamento químico para extração de urânio por processos hidrometalúrgicos, bacia de rejeitos da mina, instalações para fins administrativos e uma fábrica de ácido sulfúrico (FERRARI, 2010; GARCIA Jr., 1989).

Um dos mais graves problemas ambientais causados pela indústria de mineração é a drenagem ácida de mina (DAM) e a conseqüente acidificação dos recursos hídricos próximos à região. A DAM é caracterizada como uma água ácida, contendo metais liberados, a partir de minerais sulfetados pela oxidação dos sulfetos metálicos presentes, que é catalisada por micro-organismos acidofílicos oxidantes de ferro e enxofre (OLSON et al., 2003). A presença de várias espécies bacterianas, incluindo procariotos quimiolitotróficos, como *Acidithiobacillus* spp. e *Leptospirillum* spp., têm sido relatados em ambientes de mineração.

A condição fundamental para que ocorra a lixiviação bacteriana e geração da DAM, é a presença de sulfetos metálicos, tais como a pirita ( $\text{FeS}_2$ ) associados ao minério bruto, como ocorre nas pilhas de estéreis gerados pela mina de urânio Osamu Utsumi, Caldas (Minas Gerais, Brasil) (CAMPOS et al., 2011).

A drenagem ácida de mina gerada nas pilhas de estéreis de minério, desta instalação nuclear, é bombeada até o ponto CM, onde, posteriormente, recebe tratamento químico com óxido e hidróxido de cálcio, visando à elevação do valor de pH (= 9,9) e sedimentação dos elementos químicos e radionuclídeos presentes. Após tratamento e decantação, o efluente é liberado por gravidade no meio ambiente num reservatório localizado próximo à bacia de decantação (Reservatório das Antas - RA, localizado na Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas) (RODGHER et al., 2013).

Na região da cabeceira do reservatório das Antas (RA), inicia-se a Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas, que constitui a maior e principal rede hidrográfica do Planalto de Poços de Caldas - Minas Gerais. O reservatório das Antas foi construído com a finalidade de abastecimento de água para a UTM/INB, bem como para receber os efluentes tratados dessa instalação nuclear, procedentes de drenagens ácidas de pilhas de rejeitos da mina de urânio.

A jusante do reservatório das Antas localiza-se o reservatório Bortolan (RB), próximo à cidade de Poços de Caldas (MG), fazendo parte da sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas, como o RA. Em relação ao RB, não há relato de estudos contemplando as características de funcionamento, ecologia e diversidade das comunidades protozooplanctônicas e bacterioplanctônicas, os estudos realizados até o presente momento os de Ferrari (2010) e Rodgher et al. (2013).

Assim, os três corpos de água supracitados (Cava da Mina, reservatório das Antas e reservatório Bortolan) constituem um sistema hídrico impar a ser estudado no Brasil e no mundo, uma vez que, engloba o efluente *in natura* (CM), tal efluente após o tratamento e liberação no meio ambiente (RA) e a jusante do ponto de lançamento do efluente, o reservatório seguinte, ou seja, o reservatório Bortolan (RB).

A realização de um estudo limnológico nestes corpos de água poderá contribuir de maneira decisiva para a fundamentação e a expansão do estudo ecológico nestes sistemas e em sistemas aquáticos com características semelhantes. Atualmente, o gerenciamento de sistemas aquáticos continentais não pode prescindir da base limnológica de conhecimento,

para promover o gerenciamento efetivo e de longo prazo dos sistemas aquáticos brasileiros (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008) visto que os estudos limnológicos baseiam-se em processos sazonais e estabelecem novas perspectivas para a compreensão das interações entre os ciclos climatológicos, hidrológicos, de produtividade primária planctônica e dos ciclos biogeoquímicos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Assim, o conjunto de organismos que vivem nos diferentes sistemas aquáticos continentais: lagos, rios, represas, tanques artificiais, pequenas poças naturais de água, áreas alagadas e estuários, se traduzem num complexo de grande importância botânica, zoológica, ecológica e econômica (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008) nos processos de gerenciamento de recursos hídricos.

Nestas comunidades, deve-se considerar: a biomassa (quantidade de matéria viva existente em um dado momento por unidade de área ou volume), a diversidade de espécies, a coexistência de várias espécies, a distribuição horizontal e vertical, flutuações e ciclos, visto que as inter-relações de dependência entre os diversos componentes das comunidades são fundamentais e seu estudo dinâmico permite caracterizar as principais funções dos componentes e a estrutura do sistema (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Dentre tais comunidades aquáticas, os principais grupos de organismos que as compõem são os vírus (sendo seu papel nos ecossistemas aquáticos ainda pouco conhecido); as bactérias e os fungos (ambos possuem papel muito importante que é o da reciclagem de matéria orgânica e inorgânica, sendo intermediários em um grande número de transformações químicas na natureza) as algas, que podem constituir parte do fitoplâncton ou encontram-se anexas ao substrato, habitam uma variada gama de ecossistemas aquáticos continentais e marinhos e, finalmente, os protozoários, que são encontrados em todos os sistemas aquáticos continentais, possuem muitas espécies, são cosmopolitas devido à facilidade de dispersão das formas de resistência, alimentam-se de detritos, bactérias e algas, locomovendo-se por meio de flagelos ou cílios, contêm representantes de todos os grupos de protozoários de vida livre: ciliados, flagelados e sarcodinos (LAYBOURN-PARRY, 1992). Tundisi; Matsumura-Tundisi (2008) relatam que, em dados recentes sobre lagos brasileiros, foi confirmada a grande importância dos protozoários na reciclagem da matéria orgânica, a partir do processo envolvendo as bactérias heterotróficas seguidos da ingestão por partículas em suspensão da coluna de água e decomposição.

Além dos organismos vivos, que constituem a rede trófica microbiana de um sistema aquático, a cadeia alimentar microbiana depende de outros ciclos em ambientes aquáticos,

os ciclos biogeoquímicos, onde ocorre a distribuição e concentração dos elementos e substâncias dependentes da "fixação" e da concentração ativa de carbono, hidrogênio, nitrogênio, fósforo e enxofre (macronutrientes) e dos micronutrientes, como manganês, ferro, cobre e zinco. Macronutrientes e micronutrientes encontram-se ou concentrados na matéria orgânica viva ou na matéria particulada e em decomposição ou ainda, dissolvida na água. A taxa de reciclagem dos nutrientes em ecossistemas aquáticos depende diretamente das inter-relações entre as misturas vertical e horizontal da coluna de água e da atividade e biomassa dos organismos aquáticos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Tais organismos atuam nos ciclos biogeoquímicos sendo importantes na excreção de nitrogênio, de fósforo e de compostos orgânicos. Após a morte decompõem-se e contribuem com o aporte de nitrogênio e fósforo no meio aquático e para o transporte ativo de nutrientes nos eixos vertical e horizontal do sistema e as plantas aquáticas fixam elementos biologicamente (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Além dos ambientes aquáticos convencionais, ambientes extremos (ex: salinos, de elevadas temperaturas, de baixas temperaturas, apresentando extremos de pH, elevados valores de radiação, elevada pressão como às regiões de fendas oceânicas) são também importantes e deverão trazer novas perspectivas para o entendimento das redes tróficas microbianas nestes. Em tais ambientes, organismos denominados extremófilos, são capazes de prosperar sob condições extremas tornando-se assunto de interesse de estudos acadêmicos e biotecnológicos, devido ao interesse em suas características ecológicas e fisiológicas. O entendimento da ecologia microbiana em ambientes extremos, como é o caso do ponto CM, pode fornecer novos conhecimentos dentro dos limites da vida, possíveis origens evolutivas e avanços biotecnológicos (LÓPEZ-ARCHILLA; AMILS, 2001) como a biorremediação de ambientes impactados por minério de urânio.

Segundo Glockner, Fuchs e Amann, (1999), nos últimos anos, métodos moleculares baseados em análises comparativas de sequências do gene 16S do RNAr têm rendido novas perspectivas para o conhecimento da diversidade das comunidades do bacterioplâncton marinho e de água doce. Desde então, numerosas novas sequências de RNAr 16S foram descobertas, indicando que a grande maioria das espécies bacterioplanctônicas ainda não havia sido representada nas coleções de cepas marinhas e de água doce. Tais informações mostraram que o "bacterioplâncton" continha, juntamente com o grande Domínio Bacteria, membros do Domínio Archaea em sua composição taxonômica. A técnica de hibridização

quantitativa e/ou qualitativa obtida pela técnica independente de cultivo Hibridização Fluorescente "in situ" (FISH) com sondas de oligonucleotídeos marcadas com corantes fluorescentes na região do RNAr 16S representava, segundo Amann, Ludwig e Schleifer (1995) uma alternativa adequada para esta tarefa.

Sendo assim, baseando-se na literatura, utilizou-se a técnica FISH neste estudo, sendo realizados os primeiros testes utilizando-se de técnica de biologia molecular visando ao primeiro estudo de detecção, a nível filogenético, dos Domínios Bacteria e Archaeas no ponto CM e reservatórios das Antas e Bortolan.

Os resultados gerados neste estudo poderão contribuir para as necessidades de informação para ações de gerenciamento sustentável dos usos dos recursos hídricos, fornecendo dados para o enquadramento destes corpos de água de acordo com a Resolução 357/05 do Conama, bem como com informações visando ações de remediação de áreas degradadas da UTM/INB.

Sendo assim, torna-se imperativo para os órgãos licenciadores e fiscalizadores de instalações nucleares gerarem conhecimento acerca da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas, a fim de subsidiar a tomada de decisões relativas ao tratamento e gerenciamento de rejeitos e efluentes radioativos. Nesse contexto, o presente estudo foi realizado a fim de contribuir para o conhecimento dos ecossistemas aquáticos citados, uma vez que faltam informações acerca da caracterização qualitativa e quantitativa de importantes componentes da rede trófica microbiana (protozoários planctônicos e bacterioplâncton), bem como a caracterização de fatores abióticos nestes ambientes. A partir de estudo sazonal e espacial, o presente estudo foi realizado a fim de avaliar a possível influência dos efluentes líquidos da UTM/NB sobre a rede trófica microbiana juntamente com os aspectos limnológicos de reservatórios da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas, ou seja, reservatório das Antas e Bortolan.



## 7 CONCLUSÕES

- ❖ Foram verificadas diferenças em relação qualidade química da coluna d'água e as comunidades protozooplanctônicas e bacterioplanctônicas na comparação entre as amostras procedentes do ponto CM (UTM/INB), reservatório das Antas e reservatório Bortolan;
- ❖ O reservatório das Antas foi considerado um ambiente com qualidade da água intermediária entre a UTM/INB e o reservatório Bortolan. Neste corpo de água, as condições químicas nos meses de out/08 e jul/09 estiveram relacionadas ao impacto da mineradora, que, provavelmente, liberou o efluente tratado em condições inadequadas;
- ❖ Em relação à composição do protozooplâncton, no CM, foi registrada a predominância de protozoários heterotróficos, menor diversidade e maiores valores de densidade e biomassa de protozoários. Nos reservatórios das Antas e Bortolan foi verificada predominância de protozoários ciliados heterotróficos e autotróficos, maior diversidade quando comparados ao ponto CM;
- ❖ Em relação aos valores de densidade e biomassa da comunidade protozooplanctônica, o reservatório Bortolan apresentou os maiores valores, quando comparados ao RA e ao ponto CM, provavelmente, devido à melhor qualidade química da água e às maiores concentrações de nutrientes registrados neste corpo de água;
- ❖ Neste estudo, a ocorrência de heliozoários e sarcodinos no ponto CM indicou a resistência destes protozoários às condições ambientais extremas desse ambiente;
- ❖ O potencial efeito tóxico do urânio sobre a biota aquática foi verificado principalmente no ponto CM na UTM/INB, que apresentou condições ácidas, durante todo período de estudo, permitindo a maior solubilidade desse elemento na água, o que pode estar relacionado com os menores valores de diversidade ecológica dos organismos protozooplanctônicos registrados.
- ❖ De uma maneira geral, verificou-se que o reservatório das Antas recebe maior influência da mineradora UTM/INB, sendo impactada por compostos de origem inorgânica. Já o reservatório Bortolan por estar sob influência da malha urbana da cidade de Poços de Caldas, sofre maior impacto de compostos de origem orgânica;

- ❖ De acordo com os resultados obtidos para as variáveis químicas (dureza, sulfato, fluoreto, manganês, urânio e tório), analisadas neste estudo, no perfil vertical para o RA foi verificado que, a partir do ponto Meio e Fundo, foram detectados valores para as variáveis químicas mais elevadas e acima dos limites previstos pela resolução Conama 357/05. Além disso, foi verificado, também, para o RB, valores de urânio acima do limite permitido, a partir do ponto Meio e Fundo; tais resultados reafirmam a importância da realização de um estudo no perfil vertical de lagos, a fim de detectar possíveis alterações que muitas vezes não são detectadas nos pontos de superfície.
- ❖ Os valores de índice de diversidade da comunidade protozooplanctônica registrada no ponto CM reforçou as características, descritas na literatura de que lagos de mina ácido possuem baixa diversidade de organismos planctônicos, onde somente poucas espécies conseguem viver, uma vez que foram registrados no ponto CM gêneros de protozoários totalmente distintos dos registrados nos reservatórios das Antas e Bortolan;
- ❖ Foi concluído que a técnica independente de cultivo FISH é aplicável a ambientes oligotróficos, com valores de pH da água ácidos e com elevadas concentrações de elementos químicos dissolvidos, porém, para maximizar sua eficiência, é necessário adaptar inúmeros passos metodológicos e a contínua otimização dos protocolos se faz de suma importância.
- ❖ Em relação aos resultados obtidos, após a adequação da metodologia molecular independente de cultivo Hibridização Fluorescente "In Situ", no lago ácido de mina CM e nos reservatórios das Antas e Bortolan, foi confirmada a presença de micro-organismos pertencentes ao Domínio Archaea para os três corpos de água avaliados.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

ABE, D. S. **Desnitrificação e caracterização filogenética de bactérias de vida livre aderidas às partículas no hipolímnio do Lago Kizaki, Japão.** 1998. 106 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, S.P. 1998.

ABE, D. S.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O.; TUNDISI, J. G. Denitrification and bacterial community structure in the cascade of six reservoirs on a tropical river in Brazil. **Hydrobiologia**, v. 504, p. 67–76, 2003.

ABE, D. S.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CHAN, W. P. **Caracterização das comunidades de bacterioplâncton pela técnica de hibridização fluorescente In Situ (FISH) em corpos de água da UGRHi Tietê/Jacaré. Estado de São Paulo.** In: SIMPÓSIO DO PROGRAMA BIOTA FAPESP, 3., São Paulo, S.P. 2004, p. 79. 151 p.

AKOTO, O.; BRUCE, N. T.; DARKO, G. Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir. **African Journal of Environmental science and Technology**, v. 2, n. 1, p. 353-359, 2008.

ALBERTI, H. L. C. **Caracterização fisiográfica e avaliação hidrológica na bacia do Ribeirão das Antas, Planalto de Poços de Caldas, MG.** 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, São Paulo, 2008.

ALVAREZ, A. G.; FIGUEROA, D. M.; ATONDO, A. I. V.; GARCÍA, J. L. V.; HERNÁNDEZ, J. R.; TAPIA, J. A. Estimation of potential pollution from mine tailings in the San Pedro River (1993-2005), Mexico-US border. **Environmental Geology**, v. 57, p. 1469-1479, 2009.

ALFREIDER, A.; PERNTHALER, J.; AMANN, R.; SATTLER, B.; GLOCKNER, O. F.; WILLE, A.; PSENNER, R. Community Analysis of the Bacterial Assemblages in the Winter cover and Pelagic Layers of a High Mountain Lake by in Situ Hybridization. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, n. 6, p. 2138-2144, 1996.

ALMEIDA, S. L. V.; MELÃO, G. G. M.; MOURA, N. A. Plankton diversity and limnological characterization in two shallow tropical urban reservoirs of Pernambuco State, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 2, p. 537-550, 2012.

AMARAL, S. C. E.; ROCHEDO, R. R. E.; PARETZKE, G. H.; FRANCA, P. E. The Radiological impact of agricultural activities in an area of high natural radioactivity. **Nuclear Technology Publishing**, v. 45, n. 1-4, p. 289-292, 1992.

AMANN, R. I.; KRUMHOLZ, L.; STAHL, D. A. Fluorescent-oligonucleotide probing of whole cells for determinative, phylogenetic and environmental studies in microbiology. **J. Bacteriol.**, v. 172. p. 762-770, 1990a.

---

<sup>4</sup> \* De acordo com:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NRB 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

AMANN, I. R.; BINDER, J. B.; OLSON, J. R.; CHISHOLM, W. S.; DEVEREUX, R.; STAHL, A. D. Combination of 16S rRNA-Targeted Oligonucleotide Probes with Flow Cytometry for Mixed Microbial Populations. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 56, n. 6, p. 1919-1925, 1990b.

AMANN, R. I. Fluorescently labelled rRNA-targeted oligonucleotide probes in the study of microbial ecology. **Mol. Ecol.**, v. 4. p. 543-554, 1995a.

AMANN, R. R.; LUDWIG, W.; SCHLEIFER, K. H. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells with-out cultivation. **Microbiol. Rev.**, v. 59, p. 143-169, 1995b.

AMANN, R.; SNAIDR, J.; WAGNER, M.; LUDWIG, W.; SCHLEIFER, K. In Situ Visualization of High Genetic Diversity in a Natural Microbial Community. **Journal of Bacteriology**, v. 178, n. 12, p. 3496–3500, 1996.

AMANN, R.; FUCHS, B. M.; BEHRENS, S. The identification of microorganisms by fluorescence *in situ* hybridization. **Environmental biotechnology**, v. 12, p. 231-236, 2001.

AMANN, R.; FUCHS, M. BERNHARD. Single-cell identification in microbial communities by improved fluorescence in situ hybridization techniques. **Reviews**, v. 6, n. 339, p. 339-348, 2008.

ANDERSON, R. T.; LOVLEY, D. R. Microbial redox interactions with uranium: an environmental perspective. In: KEITH-ROACH, M. J.; LIVENS, F. R. (Ed.). **Interactions of microorganismas with radionuclides**. Oxford: Elsevier Science Ltd., 2002. p. 205-223.

ANDRADE, I.; BRITO, F.; FERNANDES, J.; FERREIRA, M. T. Qualidade ecológica na água da Ribeira de Oeiras (Alenjo) antes da instalação das Minas Neves-Corvo. **Revista Florestal**, v. 8, n. 2, p. 19-32, 1995.

ANTUNES, C. S.; CASTRO, B. B.; PEREIRA, R.; GONÇALVES, F. Contribution for tier 1 of the ecological risk assessment of Cunha Baixa uranium mine (Centrl Portugal): II. Soil ecotoxicological screening. **Science of the Total Environment**, v. 390, p. 387-395, 2008.

ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. **Analytical methods (spectroscopy; chromatography; computerized systems)**. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1980. Part 42. 646 p.

APHA: American Public Health Association; American Water Work Association; Water Control Federation (APHA/AWWA/WCPF) **Standard methods for health examination of water and wastewater**, 18 ed, New York: American Society, 1992. 1045 p.

APHA: American Public Health Association; American Water Work Association; Water Control Federation (APHA/AWWA/WCPF) **Standard methods for health examination of water and wastewater**, 19 ed, New York: American Society, 1995. 1041 p.

ARAÚJO, J. C. **Biofilmes anaeróbios: desenvolvimento e caracterização filogenética usando a hibridação *in situ* com sondas fluorescentes**. 2001. 189 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

ARNDT, H.; DIETRICH, D.; AUER, B.; CLEVEN, E. J.; GRAË FENHAN, T.; WEITERE, M. Functional diversity of heterotrophic flagellates in aquatic ecosystems. In: LEADBEATER, B. S. C.; GREEN, J. **The flagellates**. London: Taylor & Francis, 2000. p. 240-268.

AUER, B.; ELZER, U.; ANDT, H. Comparison of pelagic food webs in lakes along a tropic gradient and with seasonal aspects: influence of resource and predation. **Journal of Plankton research**, v. 6, n. 6, p. 697-709, 2004.

AXLER, R. C.; LARSEN, C.; TIKKANEM, M.; MCDONALD, S. Y. As Water quality issues associated with aquaculture: A case study in mine pit lakes. **Water Environ. Res.**, v. 68. p. 995-1011, 1996.

AXLER, R.; YOKOM, S.; TIKKANEN, C.; MCDONALD, M.; RUNKE, H. M.; WILCOX, D.; CADY, B. Restoration of a mine pit lake from aquacultural nutrient enrichment. **Rest Ecol.**, v. 6, p. 1–19, 1998.

AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J. G.; GRAY, J. S.; MEYER-REIL, L. A.; THINGSTAD, F. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 10, p. 257–263, 1983.

BICCUDO, C. E. M.; BICCUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. Rima, São Carlos, SP, 351 p., 2004.

BABOROWSKI, M.; BOZAU, E. Impact of Former mining activities on the uranium distribution in the River Saale (Germany). **Applied Geochemistry**, v. 21, p. 1073-1082, 2006.

BAKER, B. J.; BANFIELD, J. F. Microbial communities in acid mine drainage. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 44, p. 139-152, 2003.

BALDI, F. D.; MARCHETTO, D.; BATTISTEL, S.; DANIELE, C.; FALERI, C.; DE CASTRO, R. LANZETTA. Iron-binding characterization and polysaccharide production by *Klebsiella oxytoca* strain isolated from mine acid drainage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 107, p. 1241–1250, 2009.

BARRETO, C. M. P.; FUJIMORI, K. Natural analogue studies: geology and mineralogy of morro do ferro, Brasil. **Chemical Geology**, v. 55, p. 297-312, 1986.

BARROS A. D.; GUIMARÃES, C. C. J.; PEREIRA, A. A. J.; BORGES, C. A. L.; SILVA, A. R.; PEREIRA, S. A. A. Characterzation of the bauxite mining of the Poços de Caldas alkaline massif and its socioenvironmental impacts. **Mineração Mining**, v. 65, n. 1, p. 127-133, 2012.

BEAVER, J. R.; CRISMAN, T. L. The role of ciliated protozoa in pelagic freshwater ecosystems. **Microbiology and Ecology**, v. 17, p. 111-136, 1989.

BIDDANDA, B.; OGDahl, M.; COTNER, J. Dominance of bacterial metabolism in oligotrophic relative to eutrophic waters. **Limnol. Oceanogr.**, v. 46, n. 3, p. 730–739, 2001.

BIYU, S. A comparative study on planktonic ciliates in two shallow mesotrophic lakes (China): species composition, distribution and quantitative importance. **Hydrobiologia**, v. 427, p. 143-153, 2000.

BATHE, S.; HAUSNE, M. Design and evaluation of 16S rRNA sequence based oligonucleotide probes for the detection and quantification of *Comamonas testosteroni* in mixed microbial communities. **BMC Microbiology**, v. 6, n. 54, p. 1-8, 2006.

BENEDETTO, J. S.; ALMEIDA, S. K.; GOMES, H. A.; VAZOLLER, R. F.; LADEIRA, A. C. Q. Monitoring of sulfate-reducing bacteria in acid water from uranium mines. **Minerals Engineering**, v. 18, p. 1341-1343, 2005.

BLODAU, C. A review of acidity generation and consumption in acidic coal mine lakes and their watersheds. **Science of the Total Environment**, v. 369, p. 307–332, 2006.

BLOUIN, A. C. Patterns of plankton species, pH and associated water chemistry in Nova Scotia lakes. **Wat. Air Soil Pollut**, v. 46, p. 343–358, 1989.

BOEHRER, B. Limnology of pit lakes. Chapter 3. In: GELLER, W.; SCHULTZE, M.; KLEINMANN, B.; WOLKERSDORFER, C. (Ed.). **Acidic Pit Lakes - The Legacy of Coal and Metal Surface Mines**. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013, p. 23-224. 525 p.

BALVERT, S. F.; DUGGAN, I. C.; HOGG, I. D. Zooplankton seasonal dynamics in a recently filled mine pit lake: the effect of non-indigenous *Daphnia* establishment. **Aquat Ecol.**, v. 43, p. 403–413, 2009.

BARTOLELLI, K.; COCCHIONI, M.; UOMO DELL, A.; SCURI, S. Hydrobiological study of a reservoir in the central Apennines (Italy). **Ann.Limnol.-Int. J. Lim.**, v. 41, n. 2, p. 127-139, 2005.

BELL, E. M.; WEITHOFF, G. Benthic recruitment of zooplankton in an acidic lake', **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 285, p. 205-219, 2003.

BERDJEB, L.; GHIGLIONE, J. F.; JACQUET, S. Bottom-Up versus Top-Down Control of Hypo- and Epilimnion Free-Living Bacterial Community Structures in Two Neighboring Freshwater Lakes. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 77, n. 11, p. 3591–3599, 2011.

BEULKER, C.; LESSMANN, D.; NIXDORF, B. 'Aspects of phytoplankton succession and spatial distribution in an acidic mining lake (Plessa 117, Germany). **Acta Oecologica**, v. 24, Supplement 1, p. S25-S31, 2003.

BOEHRER, B.; SCHULTZE, M. On the relevance of meromixis in mine pit lakes. In: BARNHISEL, R. I. (Ed.). PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL CONGRESS ON ACID ROCK DRAINAGE (ICARD), Mar 2006, St. Louis, USA. **Anais...** Lexington: American Society of Mining and Reclamation, 2006. p. 200-213.

BONOTTO, D. M. The behavior of dissolved uranium in groundwaters of the Moro do Ferro Thorium Deposit, Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 107, p. 155-168, 1989.

BOUVIER, T. C.; Del GIORGIO, P. A. Factors influencing the detection of bacterial cells using fluorescence in situ hybridization (FISH): A quantitative review of published reports. **Microbiology Ecology**, v. 44, p. 3-15, 2003.

BRANDA, S. S.; VIK, A.; FRIEDMAN, L.; KOLTER, R. Biofilms: the matrix revisited. **TRENDS in Microbiology**, v. 13, n. 1, p. 20-26, 2005.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ofício nº 050/SLC, de 27 de junho de 1997. **Limites derivados para os pontos de lançamento de efluentes líquidos do Complexo Industrial de Poços de Caldas da Unidade de Tratamento de Minérios das Indústrias Nucleares do Brasil (UTM-INB)**. Rio de Janeiro, R.J., 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005. **Resolução do CONAMA para a classificação de águas de acordo com sua composição e os teores máximos de substâncias potencialmente prejudiciais**. São Paulo. Legislação: Publicado no DOU de 03 de julho de 1986, p. 5-6, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos, Panorama e Estado dos Recursos Hídricos do Brasil**. Brasília, D.F., v. 1, p. 288. 2006.

BRASIL. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, 05 de Maio de 2008. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências** (Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 13/05/2008).

BRASIL. Projeto ARCAL RLA01/10, 01 de abril de 2009. **Qualidade das águas do Ribeirão das Antas**. Poços de Caldas, M.G., 2009. v. 1, 27 p.

BRODIE, E. L.; DESANTIS, T. Z.; JOYNER, D. C.; BAEK, S. M.; LARSEN, J. T.; ANDERSEN, G. L.; HAZEN, T. C.; RICHARDSON, P. M.; HERMAN, D. J.; TOKUNAGA, T. K.; WAN, J. M.; FIRESTONE, M. K. Application of a High-Density Oligonucleotide Microarray Approach To Study Bacterial Population Dynamics during Uranium Reduction and Reoxidation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 9, p. 6288–6298, 2006.

CADJO, S.; MILETIC, A.; DJURKOVIC, A.; Zooplankton of the Potpec reservoir and the saprobiological analysis of water quality. **Science Direct**, v. 213, p. 24-28, 2007.

CHABAN, B.; JARRELL, K. F.; SANDY, Y. M. N. Archaeal habitats--from the extreme to the ordinary. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 52, p. 2-73, 2006.

CAMPOS, M. B. **Ocorrência e Flutuação de Acidithiobacillus spp. Em Efluentes de Mina de Urânio, Caldas - MG.** 2006. 40 f. Monografia (Ciências Biológicas) - Centro Universitário Fundação de Ensino Octávio Bastos, São João da Boa Vista, São Paulo, 2006.

CAMPOS, M. B.; AZEVEDO, H. de.; NASCIMENTO, M. R. L.; ROQUE, C. V.; RODGER, S. Environmental assessment of water from a uranium mine (Caldas, Minas Gerais State, Brazil) in a decommissioning operation. **Environmental Earth Science**, v. 62. p. 857–863, 2011.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**, v. 22, p. 361 - 380, 1977.

CIPRIANI, M. **Mitigação dos impactos sociais e ambientais decorrentes do fechamento definitivo de minas de urânio.** 2002. 332 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas. 2002.

COMTE, J.; JACQUET, S.; VIBOUD, S.; FONTVIEILLE, D.; MILLERY, A. Microbial community structure and dynamics in the largest natural French lake (Lake Bourget). **Microb. Ecol.**, v. 52, p. 72–89, 2006.

COTRELL, M. T.; KIRCHMAN, D. L. Contribution of major bacterial groups to bacterial biomass production (thymidine and leucine incorporation) in the Delaware estuary. **Limnology and Oceanography**, v. 48, n. 1, p. 168-187, 2003.

DAIMS, H.; NIELSEN, L. J.; NIELSEN, H. P.; SCHLEIFER, KARL-HEINZ.; WAGNER, M. In Situ Characterization of Nitrospira-Like-Oxidizing Bacteria Active in Wastewater Treatment Plants. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, n. 11, p. 5273-5284, 2001.

DECLERCK, S.; VANDEKERKHOVE, J.; JOHANSSON, L. Multi-group biodiversity in shallow lakes along gradients of phosphorus and water plant cover. **Ecology**, v. 86, p. 1905–1915, 2005.

DENEKE, R. Review of rotifers and crustaceans in highly acidic environments of pH values  $\leq 3$ . **Hydrobiologia**, v. 433, p. 167–172, 2000.

DERHAM, T. Communities and water quality in acidic mine lakes. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Ambiental. The University of Western Australia. Austrália. 2004.

DESSOUKI, E. C. T.; HUDSON, J. J.; NEAL, R. B.; BOGARD, J. M. The effects of phosphorus additions on sedimentation of contaminants in a uranium mine pit-lake. **Water Research**, v. 39, p. 3055-3061, 2005.

DIAS, N. N.; NICOLAU, A.; CARVALHO, G. S.; MOTA, M.; LIMA, N. Os protozoários como ferramenta da monitorização biotecnológica da poluição: Ensaio *In Vitro*. In: CONFERÊNCIA



NACIONAL SOBRE A QUALIDADE DO AMBIENTE, 6., 1999, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Universidade Nova, 1999. v. 2. p. 789-798.

DRUMMOND, G. M. Contribuição à geologia do maciço alcalino de Poços. In: ELLERT, R. **Plano de manejo da reserva particular do patrimônio natural do Retiro Branco**. Minas Gerais: Fundação Biodiversitas, 2009. 177 p.

EARY, E. L. Predicting the effects of evapoconcentration on water quality in mine pit lakes. **Journal of Geochemical Exploration**, n. 64, p. 223-236, 1998.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Baltimore: Editora United Book Press, 1995. p. 4-98. 1095 p.

EDMONDSON, W. T. **Freshwater biology**. 2nd ed. New York: Editora: Wiley, 1959. 1248 p.

ELBAZ-POULICHET, F.; MORLE, N. H.; CRUZADO, A.; VELASQUEZ, Z. A.; ACHTERBERG, E. P.; BRAUNGARDT, C. B. Trace metal and nutrient distribution in an extremely low pH (2.5) river-estuarine system, the Rio of Huelva (South-West Spain). **Science Total Environmental**, v. 227, p. 73-83, 1999.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011. 790 p.

ERIKSSON, M. O.; HENRIKSON, G. L.; NILSSON, B. I.; NYMAN, G.; OSCARSON, H. G.; STENSON, A. E. Predator-prey relations: important for biotic changes in acidified lakes. **Ambio**, v. 9, p. 248-249, 1980.

ESCHEVARRÍA, F.; CARRILLO, P.; JIMENEZ, F.; SANCHEZ-CASTILLO, P.; CRUZ-PIZARRO, L.; RODRIGUEZ, J. The size-abundance distribution and taxonomic composition of plankton in an oligotrophic, high mountain lake (La Caldera, Sierra Nevada, Spain). **Journal of Plankton Research**, v. 12, n. 2, p. 415-422, 1990.

FAGUNDES, J. R. T.; LEITE, A. L.; MELLO, C. E. F.; GOMES, R. C. Balanço hídrico do bota-fora BF4 da Mina de Urânio Osamu Utsumi, como Subsídio para Projetos de Remediação de Drenagem Ácida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 19-28, 2008.

FAZI, S.; AMALFITANO, S.; PIZZETTI, I.; PERNTHALER, J. Efficiency of fluorescence in situ Hybridization for bacterial cell identification in temporary river sediments with contrasting water content. **Systematic and Applied Microbiology**, doi:10.1016/j., 2007.

FERNANDES, N. A. E.; BODE, P. Sampling and homogenization studies of uranium mining waste rocks using normal and large-sample INAA. **Journal of Radionalytical and Nuclear Chemistry**, v. 244, n. 3, p. 589-594, 1999.

FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Efeito de diferentes níveis de enriquecimento por fósforo sobre a estrutura da comunidade perifítica em represa oligotrófica tropical (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 3, p. 571-585, 2009.

FERRIS, F. G.; SCHULTZE, S.; WITTEN, T. C.; FYFE, W. S.; BEVERIDGE, T. J. Metal interactions with microbial biofilms in acidic and neutral pH environments. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 5, p. 1249-1257, 1989.

FINLAY, B. J.; ESTEBAN, G. F. Freshwater protozoa: biodiversity and ecological function. **Biodiversity and Conservation**, n. 7, p. 1163-1186, 1998.

FORTIN, D.; FERRIS, F. G. Precipitation of iron, silica, and sulfate on bacterial cell surfaces. **Geomicrobiology Journal**, v. 15, n. 4, p. 309-324, 1998.

FERRARI, A. C. **Comunidade de bactérias e de nanoflagelados ao longo de um gradiente trófico em ambientes subtropicais rasos**. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002.

FERRARI, C. R. **Avaliação de efeitos ambientais de efluentes radioativos de mineração de urânio sobre as características físicas, químicas e diversidade da Comunidade Zooplancônica na Unidade de Tratamento de Minérios, Represa das Antas e Represa Bortolan, Poços de Caldas (M. G.)**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

FRANKS, H. A.; HARMSSEN, M. J. H.; RAANGS, C. G.; JANSEN, J.; WELLING, W. G.; SCHUT, F. Variations of Bacterial Populations in Human Feces Measured by Fluorescent in Situ Hybridization with Group-Specific 16s rRNA-Targeted Oligonucleotide Probes. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 64, n. 9, p. 3336-3345, 1998.

FRIESE, K.; HUPFER, M.; SCHULTZE, M. Acidic mining lakes: acid mine drainage, limnology, and reclamation. In: GELLER, W.; KLAPPER, H.; SOLOMONS, W. (Ed.). **Chemical characteristics of water and sediment in acid mining lakes of the lusatian lignite district**. Berlin: Springer Verlag, 1998. p. 25-46.

FRÖMMICHEN, R.; KELLNER, S.; FRIESE, K. Sediment conditioning with organic and/or inorganic carbon sources as a first step in alkalinity generation of acid mine pit lake water (pH 2-3). **Environ. Sci. Technol.**, v. 37, p. 1414-1421, 2003.

FRÖMMICHEN, R.; WENDT-POTTHOFF, K.; FRIESE, K.; FISCHER, R. Microcosm studies for neutralization of hypolimnetic acid mine pit water (pH 2.6). **Environ. Sci. Technol.**, v. 38, p. 1877-1887, 2004.

FOISSNER, W. J.; BERGER, H.; KOHMANN, F. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida – Informationsberichte des Bayer. **Landesamtes für Wasserwirtschaft**, v. 5, p. 1-502, 1992.

FOISSNER, W. J.; BERGER, H. A user friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. **Freshwater Biology**, v. 35, p. 375-482, 1996.

FOISSNER, W.; BERGER, H.; SCHAUMBURG, J. **Identification and ecology of limnetic plankton ciliates**. Bavarian: Editora Munichen, 1999. 793 p.

FUKUMA, H. T.; DE NADAI FERNANDES, E. A.; NASCIMENTO, M. P.; QUINELATO, A. L. Separation and spectrophotometric determination of thorium contained in uranium concentrates. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 248, n. 3, p. 549-553, 2001.

FYSON, A.; NIXDORF, B.; KALIN, M. The acidic lignite pit lakes of Germany—Microcosm experiments on acidity removal through controlled eutrophication. **Ecological Engineering**, v. 28, p. 288–295, 2006.

GAMMONS, C. H.; WOOD, S. A.; JONAS, J. P.; MADISON, J. P. Geochemistry of the rare-earth elements and uranium in the acidic Berkeley Pit lake, Butte, Montana. **Chemical Geology**, v. 198, p. 269-288, 2003.

GARCIA, Jr. O. **Estudos da biolixiviação de minérios de urânio por *Thiobacillus ferrooxidans***. 1989. 261 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1989.

GARCÍA, P. R.; NANDINI, S.; SARMA, S. S. S.; VALDERRAMA, E. R.; CUESTA, I.; HURTADO, M. D. Seasonal variations of zooplankton abundance in the freshwater reservoir Valle de Bravo (Mexico). **Hydrobiologia**, v. 467, p. 99-108, 2002.

GEIBLER, A. **Prokaryotic microorganisms in uranium mining waste piles and their interactions with uranium and other heavy metals**. 2007. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Von der Fakultät für Chemie und Physik der Technischen Universität Bergakademie Freiberg genehmigte, Germany. 2007.

GELLER, W.; KOSCHORRECK, M.; POTTHOFF, W. K.; BOZAU, E.; HERZSPRUNG, O. B.; SCHULTZE, M. A pilot-scale field experiment for the microbial neutralization of a holomictic acidic pit lake. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 100, p. 153-159, 2009.

GELLER, W. (Ed.). **Acidic pit lakes, environmental science and engineering**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.

GERHARDT, P.; MURRAY, R. G. E.; COSTILLOW, R. N.; NESTER, E. W.; WOOD, W. A.; KRIEG, N. R.; PHILLIPS, G. B. **Manual of Methods for General Bacteriology**. Washington D.C.: American Society for Microbiology, 1981. p. 29. 250 p.

GILBERT, D.; AMBLARD, C.; BOURDIER, G.; FRANCEZ, A. J. The Microbial Loop at the Surface of a Peatland: Structure, Function, and Impact of Nutrient Input. **Microbial Ecology**, v. 35, p. 83–93, 1998.

GLOCKNER, O. F.; AMANN, R.; ALFREIDER, A.; PERNTHALER, J.; PSENNER, R.; TREBESIU, K.; SCHLEIFER, K. An In Hybridization Protocol for Detection and Identification of Planktonic Bacteria. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 19, p. 403-406, 1996.

GLOCKNER, O. F.; FUCHS, M. B.; AMANN, R. Bacterioplankton Compositions of Lakes and Oceans: a First Comparison Based on Fluorescence In Situ Hybridization. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 8, p. 3721-3726, 1999.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for chemical analysis of freshwater**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications., 1978. (IBP Handbook, n. 8). 213 p.

GONZÁLEZ-TORIL, E.; LLOBET-BROSSA, E.; CASAMAYOR E. O.; AMANN, R.; AMILS, R. Microbial ecology of an extreme acidic environment, the Tinto River. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 8, p. 4853-4865, 2003.

GREANEY, K. M. **An assessment of heavy metal contamination in the marine sediments of Las Perlas Archipelago, Gulf of Panama**. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Science in Marine Resource Development and Protection. School of Life Sciences Heriot-Watt University, Edinburgh. 2005.

GUIMARÃES, J. C. C. Reabilitação de minas de bauxita em florestas nativas: “método tradicional” versus “método ecológico”. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 244, p. 30-33, 2008.

GUI-ZHEN, H.; YONG-LONG, L.; HUA, M.; XIAO-LONG, W. Multi-indicator assessment of water environment in government environmental auditing. **Journal of Environmental Science**, v. 19, p. 494-501, 2007.

HAHN, D.; AMANN, R. I.; LUDWIG, W.; AKKERMANS, A. D. L.; SCHLEIFER, K. H. Detection of micro-organisms in soil after in situ hybridization with rRNA-targeted, fluorescently labeled oligonucleotides. **J. Gen. Microbiol.**, v. 138, p. 879-887, 1992.

HAHN, D.; AMANN, R. I.; ZEYER, J. Whole-cell hybridization of Frankia strains with fluorescence- or digoxigenin-labeled, 16S rRNA-targeted oligonucleotide probes. **Applied Environmental Microbiology**, v. 59, p. 1709-1716, 1993.

HAHN, M. W.; LÜNSDORF, H.; WU, Q.; SCHAUER, M.; HÖFLE, M. G. BOENIGK, J.; STADLER, P. Isolation of Novel Ultramicrobacteria Classified as Actinobacteria from Five Freshwater Habitats in Europe and Asia. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 3, p. 1442–1451, 2003.

HAKAM, K. O.; CHOUKRI, A.; MOUTIA, Z.; CHOUAK, A.; CHERKAOUI, R.; REYSS, L. J.; LFERDE, M. Uranium and radium in groundwater and surface water samples in Morocco. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 61, p. 653-654, 2001.

HELDAL, M.; BRATBAK, G. Production and decay of viruses in aquatic environments. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 72, p. 205–212, 1991.

HOBBIE, J. E.; DALEY, R. J.; JASPER, S. Use of Nuclepore Filters for Counting Bacteria by Fluorescence Microscopy. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 33, n. 5, p. 1225-1228, 1977.

HOLMES, D. E.; FINNERAN, K. T.; O'NEIL, R. A.; LOVLEY, D. R. Enrichment of members of the family *Geobacteraceae* associated with stimulation of dissimilatory metal reduction in uranium-contaminated aquifer sediments. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, p. 2300-2306, 2002.

HORVÁTH, H.; MÁTYÁS, K.; SÜLE, G.; PRÉSING, M. Contribution of nitrogen fixation to the external nitrogen load of a water quality control reservoir (Kis-Balaton Water Protection System, Hungary). **Hydrobiologia**, v. 72, n. 1, p. 1-12, 2012.

HOSHINO, T.; YILMAZ, L. S.; NOGUERA, D. R.; DAIMS, H.; WAGNER, M. Quantification of Target Molecules Needed To Detect Microorganisms by Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) and Catalyzed Reporter Deposition-FISH. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 16, p. 5068-5077, 2008.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL (INB). **Relatório Indústrias Nucleares do Brasil (INB) - Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas - CIPC para solicitador Licença de Operação junto ao IBAMA**. Poços de Caldas: Diretoria de Recursos Minerais DRM da INB, 1999. 110 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Informações e análises da economia mineral brasileira**. 4. ed. 2008. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites>>. Acesso em: 01 jun. 2010.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DE MINAS. (IGAM). **Gestão de recursos hídricos - comitês de bacias**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL (INB). **Reservas de urânio mundiais**. Disponível em: <[www.inb.gov.br](http://www.inb.gov.br)>. Acesso em: 20 jan. 2013.

JONES, J. G. A guide to methods for estimation microbial numbers and biomass in freshwater. **Scientific Public Freshwater. Biol. Ass.**, n. 39, 1979.

JÜRGENS, K.; PERNTHALER, J.; SCHALLA, S.; AMANN, R. Morphological and Compositional Changes in a Planktonic Bacterial Community in Response to Enhanced Protozoan Grazing. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 3, p. 1241-1250, 1999.

JYOTHIBABU, R.; MADHU, N. V.; MAHESWARAN, P. A., JAYALAKSHMY, K. V.; NAIR, K. K. C.; ACHUTHANKUTTY, C. T. Seasonal variation of microzooplankton (20–200  $\mu\text{m}$ ) and its possible implications on the vertical carbon flux in the western Bay of Bengal. **Continental Shelf Research**, v. 28, p. 737-755, 2008.

JEPPESEN, E.; LAURIDSEN, L. T.; MITCHELL, F. S., CHRISTOFFERSEN, K.; BURNS, W. C., Trophic Structure in 25 Shallow New Zealand lakes: changes along nutrient and fish gradients. **Journal of Plankton Research**, v. 22, n. 5, p. 951-968, 2000.

JERROLD, H. Z. **Biostatistical Analysis**. 5th ed. New York: Library of Congress Cataloging in Publication. Pearson Prentice Hall, 2010. 960 p.

KALIN, M.; YONG, C.; MARTIN S.; OLAVESON, M. M. Development of the phytoplankton community in a pit-lake in relation to water quality changes. **Water Research**, v. 35, n. 13, p. 3215–3225, 2001.

KAMJUNKE, N.; GAEDKE, U.; TITTEL, J.; WEITHOFF, G.; BELL, E. M. Strong vertical differences in the plankton composition of an extremely acidic lake. **Arch Hydrobiol.**, v. 161, n. 3, p. 289-306, 2004.

KAMJUNKE, N.; KÖHLER, B.; WANNICKE, N.; TITTEL, J. Algae as competitors of heterotrophic bacteria for glucose. **J. Phycol.**, v. 44, p. 616–623, 2008.

KAMPE, H.; DZIALLAS, C. L.; GROSSART, P.; KAMJUNKE, N. Similar Bacterial Community Composition in Acidic Mining Lakes With Different pH and Lake Chemistry. **Microbiology Of Aquatic Systems.**, v. 60, p. 618-627, 2010.

KAPUSTKA, A. L.; CLEMENTS, H. W.; ZICCARDI, L.; PAQUIN, M. S.; WALL, D. **Issue paper on the ecological effects of metals. U.S.** Environmental Protection Agency. Risk Assessment Forum 1200 Pennsylvania Avenue, NW, Washington, D.C.: Springer Verlag, 2004. 74 p.

KASHEFI, K.; LOVLEY, D. R. Reduction of Fe(III), Mn(IV), and toxic metals at 100°C by *Pyrobaculum islandicum*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, p. 1050-1056, 2000.

KIHLMAN, S.; KAUPPILA, T. Tracking the Aquatic Impacts of a Historical metal Mine Using Lacustrine Protists and Diatom Algae. **Mine Water Environ.**, v. 29, p. 116-134, 2010.

KIRCHMAN, L. D.; DITTEL, I. A.; MALMSTROM, R. R.; COTTRELL, T. M. Biogeography of bacterial groups in Delawarew Estuary. **Limnol. Oceanogr.**, v. 50, n. 5, p. 1697-1706, 2005.

KLAPPER, H.; SCHULTZE, M. Geogenically acidified mining lakes living conditions and possibility of restoration. **Internationale Revue gesamten Hydrobiologie**, v. 80, p. 639–653, 1995.

KLEEBERG, A.; GRÜNEBERG, B. Phosphorus mobility in sediments of acid mining lakes, Lusatia, Germany. **Ecological Engineering**, v. 24, p. 89–100, 2005.

KLEEBERG, A.; SCHUBERT, H.; KOSCHORRECK, M.; NIXDORF, B. Abundance and primary production of filamentous green algae *Zygonium ericetorum* in an extremely acid (pH 2.9) mining lake and its impact on alkalinity generation. **Freshwater Biology**, v. 51, p. 925-937, 2006.

KOCK, D.; SCHIPPERS, A. Quantitative microbial community analysis of three different sulfidic mine tailing dumps generating acid mine drainage. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 16, p. 5211-5219, 2008.

KONHAUSER, K. O.; SCHULTZE-LAM, S.; FERRIS, F. G.; FYFE, W. S.; LONGSTAFFE, F. J.; BEVERIDGE, T. J. Mineral precipitation by epilithic biofilms in the Speed River, Ontario, Canada. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, n 2, p. 549-553, 1994.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). **Methods of sea water analysis**. Berlin: Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-181. 342 p.

KOTELNIKOVA, S.; MACARIO, A. J. L.; PEDERSEN, K. *Methanobacterium subterraneum* sp. a new alkaliphilic, eurythermic and halotolerant methanogen isolated from deep granitic groundwater. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 48, p. 357-367, 1998.

KUMAR, N. R.; MCCULLOUGH, D. C. L.; LUND, A. M.; NEWPORT, M. Sourcing Organic Materials for Pit Lake Bioremediation in Remote Mining Regions. **Mine Water Environ.**, v. 30, p. 296-301, 2011.

KRAWCZYK-BÄRSCH, E.; LÜNSDORF, H.; ARNOLD, T.; BRENDLER, V.; EISBEIN, E.; JENK, U.; ZIMMERMANN, U. The influence of biofilms on the migration of uranium in acid mine drainage (AMD) waters. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 3059-3065, 2011.

LADEIRA, Q. CA.; GONÇALVES, R. C. Influence of anionic on uranium separation from acid mine water using strong base resins. **Journal of Hazardous Material**, v. 148, p. 499-504, 2007.

LAGE-FILHO, A. L. **Características ecológicas e limnológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas, no período de menores precipitações (Poços de Caldas – MG)**. 1996. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

LAYBOURN-PARRY, J. **Protozoan planckton ecology**. London: Chapman & Hall, 1992. 231 p.

LEE, J. J.; HUTNER, S. H.; BOVEE, E. C. **An illustrated guide to the Protozoa**. Kansas: Society of Protozoologists, 1985. 629 p.

LEE, J. J.; SOLDÓ, A. T. Protocols in Protozoology. In: FOISSNER, W. **Evaluating water quality using protozoa and saprobity indexes**. 1. ed. v. 2. Cap. 1 Salzburg: Editora Society of Protozoology, p. 1–19. 1992.

LEE, S.; BASU, S.; TYLER, C. W.; WEI, I. W. Ciliate populations as bio-indicators at Deer Island Treatment Plant. **Advances in Environmental Research**, v. 8, p. 371-378, 2004.

LEDIN, M.; PEDERSEN, K. The environmental impact of mine Wastes-Roles of microorganisms and their significance in treatment of mine wastes. **Earth-Science Reviews**, v. 41, p. 67-108, 1996.

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. Numerical ecology developments in environmental modelling, 3. **Elsevier Sci. Publ. Company**, 419 p, 1983.

LENTINI, V. V.; GUGLIANDOLO, C. C.; MAUGERI, T. L. T. L. Vertical distribution of Archaea and Bacteria in a meromictic lake as determined by fluorescent in situ hybridization. **Current Microbiology**, v. 64, n. 1, p. 66-74, 2012.

LEONARDI, F. A.; LADEIRA, F. S. B.; SANTOS, M. Perfis bauxíticos do planalto de Poços de Caldas SP/MG: análise geoquímica e posição na paisagem. **Revista de Geografia**, n. 1, Set. 2010. (Publicação do VIII SINAGEO - Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial).

LESSMANN, D.; NIXDORF, B. Acidification control of phytoplankton diversity, spatial distribution and trophic in mining lakes. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 21, p. 2208-2211, 2000.

LESSMANN, D.; UHLMANN, W.; GÜNEWALD, U.; NIXDORF, B. In: Proceedings of the Sixth ICARD. **Sustainability of the flooding of lignite mining lakes as a remediation technique against acidification in the Lusatian mining district, Germany**. Cairns, Australia, Qld, 14–17 July. p. 521–527, 2003. 261 p.

LINDSTRÖM, E. S.; AGTERVELD, M. P. K. V.; ZWART, G. Distribution of Typical Freshwater Bacterial Groups Is Associated with pH, Temperature, and Lake Water Retention Time. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 2, p. 8201–8206, 2005.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonica de los sistemas de desembocaduras de rios e esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.

LÓPEZ-ARCHILLA, A. I.; AMILS, R.; MARÍN, I.; AMILS, R. Microbial community composition and ecology of an acidic aquatic environment: the Tinto river, Spain. **Microbial. Ecol.**, v. 41, n. 1, p. 20-35, 2001.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. **Limnology and Oceanography**, v. 12, p. 343-346, 1967.

LOVEJOY, C.; VINCENT, W. F.; FRENETTE, J. J.; DODSON, J. J. Microbial gradients in a turbid estuary: Application of a new method for protozoan community analysis. **Limnology and Oceanography**, v. 38, n. 6, p. 1295-1303, 1993.

LUGO, A.; MARTINEZ, S.; RIVERA, F.; SANCHEZ, R. Protozoan indicator communities in waste stabilization pond systems. **Biological Approach to Sewage Treatment Process: Current Status and Perspectives**, p. 115-118, 1991.

LUÍS, A. T.; TEIXEIRA, P.; ALMEIDA, S. F. P.; MATOS, J. X.; SILVA, E. F. Environmental impact of mining activities in the Lousal area (Portugal): Chemical and diatom characterization of metal-contaminated stream sediments and surface water of Corona stream. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 4312-4325, 2011.



LYEW, D.; SHEPPARD, J. Technical Note Use of Conductivity to Monitor the Treatment of Acid Mine Drainage by Sulphate-Reducing Bacteria. **Water Research**, v. 35, n. 8, p. 2081-2086, 2001.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. Water analysis. In: WILSON, T. **Some revised methods for limnologists**. **Freshwater Biological Association**. Scientific Association. Kendall: Titus Wilson & Son Ltd. 1978. 117 p.

MACKINTOSH, M. E. Nitrogen Fixation by Thiobacillus ferrooxidans. **Journal of General Microbiology**, v. 105, p. 215-218, 1978.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; STAHL, D. A.; CLARK, D. P. **Brock biology of microorganisms**. 13th ed. San Francisco, USA: Benjamin Cummings, 2011. 1043 p.

MAGEED, A. A.; MOHAMMADEIN, A.; DESOUKY, M. Importance of Protozoa as Food to Zooplankton and some Fish Species in Lake Qaroun, Egypt. **Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.**, v. 6, n. 2, p. 59-74, 2002.

MOHAPATRA, B. R.; GOULD, W. D.; DINARDO, O.; KOREN, D. W. Tracking the prokaryotic diversity in acid mine drainage-contaminated environments: A review of molecular methods. **Materials Engineering**, v. 24, p. 709-718, 2011.

MADONI, P. Ciliated protozoa and water quality in the Parma River (Northern Italy): long-term changes in the community structure. **Hydrobiologia**, v. 264, p. 129-135, 1993.

MADONI, P. Ciliated protozoan communities and saprobic evaluation of water quality in the hilly zone of some tributaries of the Po River (northern Italy). **Hydrobiologia**, v. 541, p. 55-69, 2005.

MADONI, P.; ROMEO, M. G. Acute toxicity of heavy metals towards freshwater ciliated protists. **Environmental and Pollution**, v. 141, p. 1-7, 2006.

MANZ, W.; AMANN, R.; LUDWIG, W.; WAGNER, M.; SCHLEIFER, K. H. Phylogenetic oligonucleotide probe for the major subclasses of Proteobacteria: Problems and solutions. **Systematic Applied Microbiology**, v. 15, p. 593-600, 1992.

MARGALEF, R. Counting. In: VOLLENWEIDER, R. A. **A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments and molecular approaches**. New York: Oxford, 1969. p. 9-46. 203 p.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 1010 p.

MARKER, A. F. H.; NUSCH, E. A.; RAI, H.; RIEMANN, B. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusions and recommendations. **Archive Hydrobiological Beih Ergebn Limnologie**, v. 14, p. 91-106, 1980.

MAHAMOUD, K. K.; LEDUC, L. G.; FERRONI, G. D. Detection of *Acidithiobacillus ferrooxidans* in acid mine drainage environments using fluorescent in situ hybridization (FISH). **Journal of Microbiological Methods**, v. 61, p. 33-45, 2004.

MARQUES, C. N. **Análise morfológica de cianobactérias isoladas de efluentes de uma mina de urânio destativada com ênfase em *Aphanothece* e sua capacidade de bio sorção do <sup>226</sup>Ra**. 2006. 118f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. **Hydrobiologia**, v. 504, p. 215-222, 2003.

MATSUMUTA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. Plankton in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 542, p. 367-378, 2005.

MIECZAN, T. Relationships among ciliated protozoa and water chemistry in small peat-bog reservoirs (Łęczna-Włodawa Lakeland, Eastern Poland). **International Journal of Oceanography and Hydrobiology**, v. 36, n. 2, p. 77-86, 2007.

MIKRJUKOV, K. A.; PATTERSON, D. J. Taxonomy and Phylogeny of Heliozoa. III. Actinophryids. **Acta Protozoologica**, v. 40, p. 3-25, 2001.

MINCHIN, E. A. **Protozoa Microbiology & Guide to Microscopic Identification**. Seaside, OR: Watchmaker Publishing, 2003. 257 p. 536 p.

MORAIS, F. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 1, p. 196-208, 2008.

MONIZ, A. C. **Estudo mineralógico de argilas do maciço alcalino de Poços de Caldas**. 1964. 304 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, S.P., 1964.

MONTENEGRO, M. A.; Araújo, J. C.; Vazoller, R. F. Microbial community evaluation of anaerobic granular sludge from a hybrid reactor treating pentachlorophenol by using fluorescence in situ hybridization. **Water Science and Technology**, v. 48, n. 6, p. 65-73, 2003.

MORRIS, D. P.; LEWIS, JR. M. Nutrient limitation of bacterioplankton growth in Lake Dillon, Colorado. **Limnol. Oceanogr.**, v. 37, n. 6, p. 1179-1192, 1992.

MOSER, M.; WEISSE, T. H. The most acidified Austrian lake in comparison to a neutralized mining lake. **Limnologia**, v. 41, p. 303-315, 2011.

MOSTAJIR, B.; DOLAN, R. J.; RASSOULZADEGAN, F. Seasonal variations of pico-and nano-detrital particles (DAPI YELLOW Particles, DYP) in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). **Aquatic Microbial Ecology**, v. 9, p. 267-277, 1995.

NASCIMENTO, M. R. L.; FUKUMA, H. T.; HORTELLANI, M. A. **Projeto Itataia** – Controle de processo na produção de ácidos fosfórico e urânio. Poços de Caldas: INB, 1988. 143 p. (Manual de Métodos e Análises Químicas).

NASCIMENTO, M. R. L. **Proposição de valores de Referência para Concentração de Metais e Metalóides em Sedimentos Limnóticos e Fluviais na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, SP.** 2003. 111 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

NEVIN, K. P.; FINNERAN, K. T.; LOVLEY, D. R. Microorganisms associated with uranium bioremediation in a high-salinity subsurface sediment. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, p. 3672-3675, 2003.

NICOMRAT, D.; DICK, W. A.; TUOVINEN, O. H. Microbial community structure in iron precipitates from a constructed wetland treating acid coal mine drainage. **International Biohydrometallurgy Simposium**. September, 16-19, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. Poster 18. 2001.

NICOMRAT, D.; DICK, W. A.; TUOVINEN, O. H. Microbial Populations Identified by Fluorescence In Situ Hybridization in a Constructed Wetland Treating Acid Coal Mine Drainage. **Journal of Environmental Quality**, v. 35, p. 1329-1337, 2006.

NISHIO, R. S. **Avaliação da comunidade microbiana procarionte através de técnicas moleculares- FISH, PCR/DGGE e sequenciamento em sistemas artificiais de redução de descargas: ênfase ao estudo de lagoa de estabilização facultativa.** 2010. 156 f. Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo. São Paulo, S.P. 2010.

NIXDORF, B. K.; WOLLMANN, K.; DENEKE, R. Ecological potentials for planktonic development and food web interactions in extremely acidic mining lakes in Lusatia (Eastern Germany). In GELLER, W.; KLAPPER, H.; SALOMONS, W. (Eds.). **Acidic mining lakes**. Germany: Springer Verlag. 1998, p. 147-168. 263 p.

NIXDORF, F. B.; MISCHKE, U.; LEBMANN, D. Chrysophytes and chlamydomonads: pioneer colonists extremely acidic mining lakes (pH < 3) in Lusatia (Germany). **Hydrobiologia**, v. 369-370, p. 315-327, 1998.

NIXDORF, B.; KRUMBECK H.; JANDER J.; BEULKER C. Comparison of bacterial and phytoplankton productivity in extremely acidic mining lakes and eutrophic hard water lakes. **Acta Oecologica**, v. 24, p. 281-288, 2003.

NIXDORF, B.; UHLMANN, W.; LESSMANN, D. Potential for remediation of acidic mining lake evaluated by hydrogeochemical modeling: Case study Grunewalder Lauch (Plessa 117, Lusatia/Germany). **Limnologia**, v. 40, p. 167-174, 2010.

NORDSTROM, D. K.; SMELLE, J. A. T.; WOLF, M. **Chemical and isotopic composition of groundwaters and their seasonal variability at the Osamu Utsumi mine and Morro do**

**Ferro analogue study sites, Poços de Caldas, Brazil.** Sweden: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management CO, 1990. 111 p.

NORTH, N. N.; DOLLHOPF, S. L.; PETRIE, L.; ISTOK, J. D.; BALKWILL, D. L.; KOSTKA, J. E. Change in bacterial community structure during in situ biostimulation of subsurface sediment cocontaminated with uranium and nitrate. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, p. 4911-4920, 2004.

NYMAN, J. L.; MARSH, T. L.; GINDER-VOGEL, M. A.; GENTILE, M.; FENDORF, S.; CRIDDLE, C. Heterogeneous response to biostimulation for U(VI) reduction in replicated sediment microcosms. **Biodegradation**, v. 17, p. 303-316, 2006.

ODUM, E. **Princípios de ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OCHSENREITER, T.; SELEZI, D.; QUASER, A.; BONCH-OSMOLOVSKAYA, L.; SCHLEPER, C. Diversity and abundance of Crenarchaeota in terrestrial habitats studied by 16S RNA surveys and real time PCR. **Environ. Microbiol.**, v. 5, p. 787-797, 2003.

OLIVEIRA, M. A. **Prospecção, pesquisa e produção de urânio no Brasil:** planejamento, busca e resultados. 2011. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) - Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro, R.J. 2011.

OLSON, G. J.; BRIERLEY, J. A.; BRIERLEY, C. L. Bioleaching review part B: progress in bioleaching: applications of microbial processes by the minerals industries. **Appl Microbiol Biotechnol.**, v. 63, p. 249-257, 2003.

OYEDELE, A. J.; SHIMBOYO, S.; SITOKA, S.; GAOSEB, F. Assessment of radioactivity in the soil of Rossing Uranium Mine and its satellite town Wester Namibia, southern Africa. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A.**, v. 619, p. 467-469, 2010.

PACE, M. L.; ORCUTT JR. J. D. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in a freshwater zooplankton community. **Limnological and Oceanography**, v. 26, p. 822-830, 1981.

PACKROFF, G. Protozooplankton in acidic mining lakes with special respect to ciliates. **Hydrobiologia**, v. 433, p. 157-166, 2000.

PAGE, F. C. **An Illustrated key to Freshwater and Soil Amoebae.** San Francisco: Freshwater Biological Association, 1976. n. 34, p. 155 p.

PANTLE, R.; BUCK, H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. **Gasu. WassFach (Wasser/Abwasser)**, v. 96, p. 604-620, 1955.

PEDROZO, F.; KELLY, L.; DIAZ, M.; TEMPORETTI, P.; BAFFICO, G.; KRINGEL, R.; FRIESE, K.; MAGES, M.; GELLER, W.; WOELFL, S. First results on the water chemistry, algae and trophic status of an Andean acidic lake system of volcanic origin in Patagonia (Lake Caviahue). **Hydrobiologia**, v. 452, p. 129-137, 2001.

PENNAK, R. W. **Freshwater Invertebrates**. New York: Editora: Ronald, 1953. 769 p.

PERNTHALER, J.; GLOÖCKNER, F. O.; UNTERHOLZNER, S.; ALFREIDER, A.; PSENNER, R. ANS AMANN, R. Seasonal community and population dynamics of pelagic Bacteria and Archaea in a high mountain lake. **Applied Environmental Microbiology**, v. 64, p. 4299-4306, 1998.

PETRUCIO, M. M.; BARBOSA, R. A. F.; FURTADO, S. L. A. Bacterioplankton and phytoplankton production in seven lakes in the Middle Rio Doce basin, south-east Brasil. **Limnologica**, n. 36, p. 192-203, 2006.

PINHEIRO, A. J. G. **Caracterização do compartimento bacteriano do estuário do Rio Minho com base em dados da sua culturabilidade e de epifluorescência**. 1998. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho, Porto, Portugal. 1998.

POPOVSKAYA, G. I.; FIRSOVA, D.; BESSUDOVA, A. Y.; SAKIRKO, M. V.; SUTURIN, A. N.; LIKHOSHWAY, Y. V. Phytoplankton of the Irkutsk Reservoir as an indicator of water quality. **International Journal of Oceanography and Hydrobiology**. v. 24, n. 2, p. 29-38, 2012.

PORTER, K. G.; FEIG, Y. S. The use of dapi for identifying and counting microflora. **Limnology and Oceanography**, v. 25, p. 943-948, 1980.

POSTON, T. M.; HANF JR.; R. W.; SIMMONS, M. A. Toxicity of uranium to *Daphnia magna*. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 22, p. 289-298, 1984.

PUTT, M.; STOECKER, D. K. An experimentally determined carbon: volume ratio for marine "oligotrichous" ciliates from estuarine and coastal waters. **Limnology and Oceanography**, v. 34, n. 6, p. 1097-1103, 1989.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3. ed. São Paulo, S.P.: Editora Escrituras, 2006. 748 p.

REGALI-SELEGHIM, M. H. **Flutuações nas comunidades planctônicas e bentônicas de um ecossistema artificial raso (Represa do Monjolinho – São Carlos – SP), com ênfase nas populações de protozoários e bactérias**. 1992. 162 f. (Dissertação) Mestrado – Faculdade de Biologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1992.

REGALI-SELEGHIM, M. H.; GODINHO, M. J. L.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Checklist dos "protozoários" de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropical**, v. 11, n. 1, p. 140-172, 2011.

RELATÓRIO PROJETO ARCAL RLA01/10. **Qualidade das Águas do Ribeirão das Antas**. 2009. 27 p.

REYNOLDS, C. S.; TUNDISI, J. G.; HÍNO, K. Observations on a Metalimnetic *Lyngya* Population in a Stably Stratified Tropical Lake (Lagoa Carioca Eastern Brazil). **Arch. Hydrobiol.**, v. 97, p. 1-14, 1997.

RODGER, S.; AZEVEDO, H.; FERRARI, R. C.; ROQUE, V. CL.; LEILANE, B. R.; CAMPOS, B. M.; NASCIMENTO, L. R. M.; Evaluation of surface water quality in aquatic bodies under the influence of uranium mining (MG, Brasil). **Environ. Monit. Assess.**, v. 185, n. 3, p. 2395-2406, 2013.

RÖNICKE, H.; SCHULTZE, M.; NEUMANN, V.; NITSCHKE, C.; TITTEL, J. Changes of the plankton community composition during chemical neutralisation of the Bockwitz pit lake. **Limnologia**, v. 40, p. 191-198, 2010.

RONQUI, L. B. **Caracterização sazonal de bactérias, protozoários e de fitoflagelados planctônicos na Represa das Antas em Poços de Caldas – Minas Gerais**. 2004. 70 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Faculdade de Ciências Biológicas. Centro Universitário Fundação de Ensino Octávio Bastos, São João da Boa Vista, S.P. 2004.

RONQUI, L. B. **Caracterização Limnológica e Avaliação de Efeitos Ambientais causados por efluentes de mina de urânio sobre populações microbianas planctônicas da Represa das Antas, Caldas (MG)**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo, São Paulo, S.P. 2008.

RONQUI, L. B.; AZEVEDO, H.; NASCIMENTO, M. R. L.; MACACINI, J. F.; ROQUE, C. V.; SELEGHIM, M. H. R. Radioecological evaluation (spatial and temporal variation) of the planktonic microorganisms in the Antas Reservoir, Caldas, Minas Gerais, Brazil. **Atoms for Peace: an International Journal**, v. 3, n. 1, p. 33-49, 2010.

ROSAS, I.; VELASCO, A.; BELMOT, R.; BÁEZ, A.; & MARTINEZ, A. The Algal Community as an Indicator of the Trophic Status of Lake Patzcuaro, Mexico. **Environmental Pollution**, v. 80, p. 255-264, 1993.

RÜMMLER, J.; BEKELE, E., TOZE, S. J. **Preliminary Hydrogeological Characterisation for Proposed Covered Infiltration Galleries at CSIRO Laboratory, Floreat, Western Australia**. Client Report for Water Corporation, Western Australia. Water for a Healthy Country National Research Flagship report. CSIRO, Canberra, Austrália. 2005. 47 p.

SCHIPPERS, A.; HALLMAN, R.; WENTZIEN, S.; SAND, W. Microbial Diversity in Uranium Mine Waste Heaps. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 8, p. 2930-2935, 1995.

SCHLEPER, C.; JURGENS, G.; JONUSCHEIT, M. Genomic Studies of Uncultivated Archaea. **Nature Reviews Microbiology**, v. 3, p. 479-488, 2005.

SCHMIDTKE, A.; BELL, E. M.; WEITHOFF, G. Potential grazing impact of the mixotrophic flagellate *Ochromonas* sp. (Chrysophyceae) on bacteria in an extremely acidic lake. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 11, p. 991-1001, 2006.

SCHRENK, M. O.; EDWARDS, K. J.; GOODMAN, R. M.; HAMERS, R. J.; BANFIELD, J. F. Distribution of *Thiobacillus ferrooxidans* and *Leptospirillum ferrooxidans*: Implications for generation of acid mine drainage. **Science**, v. 279, p. 1519-1522, 1998.

SCHWEIZER, A. From littoral to pelagial: comparing the distribution of phytoplankton and ciliated protozoa along a transect. **Journal of Plankton Research**, v. 19, n. 7, p. 829-848, 1997.

SEKAR, R.; PERNTHALER, A.; PERNTHALER, J.; WARNECKE, F.; POSCH, T.; AMANN, R. An Improved Protocol for Quantification of Freshwater Actinobacteria by Fluorescence in Situ Hybridization. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 5, p. 2928-2935, 2003.

SHEPPARD, S. C.; SHEPPARD, M. I.; GALLERAND, M. O.; SANIPELLI, B. Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 79, p. 55-83, 2005.

SHERR, E. B.; SHERR, B. F. Role of microbes in pelagic food webs: A revised concept. **Limnology and Oceanography**, v. 33, n. 5, p. 1225-1227, 1988.

SHERR, E. B.; SHERR, B. F. Preservation and storage of samples for enumeration of heterotrophic protists. In: KEMP, P. F.; SHERR, E. B.; SHERR, B. F.; COLE, J. J. (Eds.). **Handbook of methods in aquatic microbial ecology**. Florida, USA: Lewis Publishers, 1993. p. 215-223. 387 p.

SHERR, E.B.; SHERR, B.F. Bacterivory and herbivory: key roles of phagotrophic protists in pelagic food webs. **Microbiol Ecology**, v. 28, p. 223-235, 1994.

SHERR, B. F.; SHERR, E. B. Marine microbes: an overview. In: KIRCKMAN, D. **Microbial ecology of the oceans**. 1. ed. New York, USA: Editora Wiley-Liss. 2000, p. 13-46. 187 p.

SHERR, E. B.; SHERR, B. F. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. **Journal Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 81, p. 293-308, 2002.

SÍMEK, K.; KOJECKÁ, P.; NEDOMA, J.; HARTMAN, P.; VRBA, J.; DOLAN, J. R. **Changes in bacterial community composition caused by protistan bacterivory: Laboratory and field evidence**. In: Proceedings of the Sixth European Marine Microbiology Symposium. p. 17-21, Abstract. Sitges, Spain. 1998. 41 p.

SOROKIN, Y. I.; KADOTA, H. **Techniques for the assessment of microbial production and decomposition in fresh waters**. Oxford: Editora Blackwell, 1972. 112 p.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bulletin of Fisheries Research Board Canada**, v. 125, p. 1-18, 1960.

SUN, J.; LIU, D. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 25, n. 11, p. 1331-1346, 2003.

SOUZA, P. V. **Drenagens ácidas do estéril piritoso da mina de urânio de Poços de Caldas: interpretação e implicações ambientais**. 1995. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Escola de Engenharia. Universidade de São Paulo, São Paulo, S.P. 1995.

STAHL, D. A.; AMANN, R. I. Nucleic acid techniques in bacterial systematics. In: STACKEBRANDT, E.; GOODFELLOW, F. **Development and application of nucleic acid probes**. New York, USA: (Ed.). John Wiley & Sons. 1991. p. 205-248.

STAR. STRATEGIC RESEARCH AGENDA. **A draft document produced by a Working Group within the STAR Network of Excellence. European Commision**. Disponível em: <[www.star-radioecology.org](http://www.star-radioecology.org)>. Acessado em: 01 jun. 2012.

STEIN, L. Y.; JONES, G.; ALEXANDER, B.; ELMUND, K.; WRIGHT-JONES, C.; NEALSON, K. H.; Intriguing microbial diversity associated with metal-rich particles from a freshwater reservoir. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 42, p. 431-440, 2002.

SUZUKI, Y.; KELLY, S. D.; KEMMER, K. M.; BANFIELD, J. F. Microbial Populations Stimulated for Hexavalent Uranium Reduction in Uranium Mine Sediment. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 3, p. 1337-1346, 2003.

SUZUKI, Y.; KELLY, S. D.; KEMMER, K. M.; BANFIELD, J. F. Direct Microbial Reduction and Subsequent Preservation of Uranium in Natural Near-Surface Sediment. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 4, p. 1790-1797, 2005.

SZPAKOWSKA, B.; KARLIK, B.; KRZESINSKI, W.; GOLINSKI, PIOTR.; SZCZESNA, M.; MLECZEK, M. Oceanological and Hydrobiological Studies. **International Journal of Oceanography and Hydrobiology**, v. 39, n. 2, p. 113-120, 2010.

TAKAI, K.; MOSER, D. P.; DEFLAUN, M.; ONSTOTT, T. C. & FREDRICKSON, J. K. Archaeal diversity in waters from deep South African gold mines. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 67, p. 5750-5760. 2001.

TAKAMURA, N.; SHEN, Y.; XIE, P. Species richness of Protozoa in Japanese lakes. **Limnology**, v. 1, p. 91-106, 2000.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G.; KUTNER, M. B. Plankton studies in a mangrove II. The standing stock and some ecological factors. **Bolmish Institute Oceanography**, v. 24, p. 23-41, 1965.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis, **Ecology**, v. 67, n. 5, p. 1167-1179, 1986.

TITTEL, J.; BISSINGER, V.; GAEDKE, U.; AND KAMJUNKE, N. Inorganic Carbon Limitation and Mixotrophic Growth in Chlamydomonas from an Acidic Mining Lake. **Protist**, v. 156, p. 63-75, 2005.

TOLEDO JR.; A. P.; TALARICO, N.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 12., 1983, CETESB, Camboriu - Santa Catarina. **Anais...** Camburiú: Editora CETESB, 1983. p. 1-34.



TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632. p.

UHLMANN, D. A Grundrissfür Ingenieureund natural sciences chaftler. **Gustav Fischer Verlag Hydrobiology**, v. 73, p. 703-708, 1988.

UHLMANN, D.; HORN, W. Hydrobiology of inland waters. UTB **Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart**, v. 32, p. 23-47, 2001.

UHLMANN, W.; NIXDORF, B. Ökotechnologische Steuerungder water quality in acidic mining lakes, Part 2: Primary production and respiration. **Water, Soil**, v. 54, n. 1-2, p. 22–26, 2002.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marc. Chem.**, v. 10, p. 109-122, 1981.

VALENZUELA, L.; CHI, A.; BEARD, S.; ORELL, A.; GUILIANI, N.; SHABANOWITZ, J.; HUNT, D. F.; JEREZ, C. A. Genomics, metagenomics and proteomics in biomining microorganisms. **Biotechnology Advances**, v. 24, n. 2. p. 197-211, 2006.

XU, M.; CAO, H.; XIE, P.; DENG, D.; FENG, W.; XU, J. The temporal and spatial distribution, composition and abundance of Protozoa in Chaohu Lake, China: Relationship with eutrophication. **European Journal of Protistology**, v. 41, p. 183-192, 2005.

ZARDA, B.; HAHN, D.; CHATZINOTAS, A.; SCHONHUBER, W.; NEEF, A. AMANN, I. R.; ZEYER, J.; Analisys of bacterial community structure in bulk soil by in situ hybridization. **Arch Microbiol.**, v. 168, p. 185-192, 1997.

WEISSE, T.; STADLER, P. Effect of pH on growth, cell volume, and production of freshwater ciliates, and implications for their distribution. **Limnology and Oceanography**, v. 51, n. 4, p. 1708-1715, 2006.

WEITHOFF, G. Vertical niche separation of two consumers (Rotatoria) in an extreme habitat. **Oecologia**, v. 139, p. 594–603, 2004.

WEITHOFF, G.; MOSER, M.; KAMJUNKE, N.; GAEDKE, U.; EISSE, T. H. Lake morphometry and wind exposure may shape the plankton community structure in acidic mining lakes. **Limnologica**, v.40, p. 161-166, 2010.

WENDT-POTTHOFF, K.; FRÖMMICHEN R, H. P.; KOSCHORRECK, M. Microbial Fe(III) reduction in acidic mining lake sediments after addition of an organic substrate and lime. **Water Air Soil Pollut Focus**, v. 2, n. 3, p. 81–96, 2002.

WEST, M. J.; MCKINLEY, G. I.; AND VIALT, A.; Microbiological analysis at the Poços de Caldas natural analogue study sites. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 45, p. 439-449, 1992.

WIENER, N. **Cybernetics**. New York: Wiley, 1948. 267 p.

WILHARTITZ, I.; MACH, L. R.; TEIRA, E.; REINTHALER, T.; HERNDL, J. G.; FARNLEITNER, H. A.; Prokaryotic community analysis with CARD-FISH in comparison with FISH in ultra-oligotrophic ground-and drinking water. **Journal of Applied Microbiology**, n. 103, p. 871-881, 2007.

WOELFL, S.; TITTEL, J.; ZIPPEL, B.; KRINGEL, R. Occurrence of an algal mass development in an acidic (pH 2.5), iron and aluminium-rich coal mining pond. **Acta Hydrochim. Hydrobiol.**, v. 28, p. 305–309, 2000.

WOLLMANN, K.; DENEKE, R.; NIXDORF, B.; PACKROFF, G. Dynamics of planktonic food webs in three mining lakes across a pH gradient (pH 2-4). **Hydrobiologia**, v. 433, p. 3-14, 2000.

WHO: WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The chemical toxicity of uranium**. Disponível em: <[http://www.who.int/ionizing\\_radiation/pub\\_meet/en/Depluranium4.pdf](http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/en/Depluranium4.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2008.

YOKOM, S.; AXLER, R.; MC DONALD, M.; WICOX, D. Recovery of a mine pit lake from aquacultural phosphorus enrichment; model predictions and mechanisms. **Ecological Engineering**, v. 8, p. 195-218, 1997.