

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA**

SALETE LIMBERGER

**MICROALGAS PERIFÍTICAS COMO BIOINDICADORES
AMBIENTAIS NA FOZ DO RIO OCOY - TRIBUTÁRIO
DO LAGO DE ITAIPU - PR**

MEDIANEIRA – PR

2011

**MICROALGAS PERIFÍTICAS COMO BIOINDICADORES
AMBIENTAIS NA FOZ DO RIO OCOY - TRIBUTÁRIO
DO LAGO DE ITAIPU - PR**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do Grau de Tecnólogo, do Curso Superior de Tecnologia Ambiental com ênfase em Tratamento de Resíduos Industriais, promovido pela UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Professor Orientador: Fernando Periotto

MEDIANEIRA – PR

2011



TERMO DE APROVACAO

**Microalgas Perifíticas como Bioindicadores Ambientais na Foz do Rio Ocoy –
Tributário do Lago de Itaipu – Pr**

por

Salete Limberger

Este trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado as 10h00min h do dia 25 de novembro de 2011 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia Ambiental com ênfase em Tratamento de Resíduos Industriais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr Fernando Periotto
UTFPR- Câmpus Medianeira
(Orientador)

Prof. Msc. Alice Jacobus de Moraes
UTFPR- Câmpus Medianeira
(Convidada)

Prof. Msc. Carla Daniela Câmara
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Prof. Paulo Rodrigo Bittencourt
Responsável pelas Atividades de
Estagio e TCC

AGRADECIMENTOS

A minha família pela amizade, companheirismo e momentos de descontração, sem eles não teria realizado este trabalho.

Ao Professor Fernando Periotto pela orientação no desenvolvimento desta pesquisa, pela realização da coleta das amostras e momentos de aprendizado.

As Professoras Alice Jacobus de Moraes e Carla Daniela Câmara, por terem aceitado o convite de fazer parte da banca examinadora e pela atenção e contribuição que dedicaram a esta pesquisa.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ter permitido o uso dos laboratórios de Biologia.

A minha colega Thiara Reis Lopes, que muito me auxiliou na análise das amostras.

RESUMO

Limberger, Salete, **Microalgas Perifíticas como Bioindicadores na Foz do Rio Ocoy – Tributário do Lago de Itaipu - PR**, 2011. 35 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

A presença de interferência externa na foz do rio Ocoy, apresenta-se como um fator preocupante, pois a fauna e a flora aquática são diretamente afetadas por efluentes agrícolas e domésticos nele lançados. Tais efluentes ou lixiviados, em quantidades excessivas, podem ocasionar desequilíbrios ambientais, como por exemplo, o desaparecimento ou o domínio de determinadas espécies e a eutrofização. Assim, o biomonitoramento da foz do rio Ocoy, visa levantar resultados em relação às mudanças ambientais causadas por interferências antropogênicas. Desse modo, o presente trabalho objetiva avaliar a estrutura da comunidade de algas perifíticas aderidas e associadas às macrófitas aquáticas que se fazem presentes na foz do rio Ocoy e relacioná-las com algumas variáveis abióticas do mesmo ambiente, fornecendo subsídios para futuras pesquisas neste e em outros ecossistemas aquáticos. Como metodologia para a obtenção do material biológico, as microalgas perifíticas foram coletadas com embarcação e manualmente através das raízes de macrófitas aquáticas presentes no local. A identificação das famílias, gêneros e espécies encontradas foi efetuada em laboratório com o auxílio de um microscópio óptico *Olympus BX 41*, acoplado à câmera digital e *software* de captura e tratamento de imagens, onde a comunidade fitoplanctônica e perifítica, resultou de coletas realizadas neste estudo, de modo que, nos trabalhos de identificação, a mesma mostrou ser composta por 60 táxons pertencentes a 11 classes taxonômicas, sendo elas Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Xanthophyceae, Raphidophyceae, Chlamydomonadales, Eustigmatocyceae, Rhodophyceae, Chrysophyceae e Prasinophyceae.

Palavras-chave: Microalgas perifíticas. Reservatório Itaipu. Bioindicadores.

ABSTRACT

Limberger, Salete, **Perfit Microalgae as Bioindicators Ocoy the mouth of the River - Tributary of Lake Itaipu - PR**, 2011. 35 pages. Completion of course work. Federal Technological University of Parana. Medianeira, 2011.

The presence of external interference in the mouth of the river Ocoy, presents a concern, as aquatic flora and fauna are directly affected by agricultural and domestic effluents released him. Such effluent or leachate, in excessive amounts, can cause environmental imbalances, such as the disappearance or the dominance of certain species and eutrophication. Thus, biomonitoring Ocoy mouth of the river, is intended to raise results in relation to environmental changes caused by anthropogenic interference, which might help in future research in the region. Thus, this study aims to evaluate the community structure of periphyton attached algae and associated with aquatic macrophytes that are present in the mouth of the river Ocoy and relate them to some abiotic variables in this environment, offer suggestions for future research in this and other aquatic ecosystems. The methodology for obtaining the biological material, the periphytic microalgae will be collected manually with boat and through the roots of aquatic macrophytes present in this environment. The identification of families, genera and species found in the laboratory was carried out with the aid of an Olympus BX 41 optical microscope coupled to a digital camera and capture software and image processing. The phytoplankton and periphyton identified was the result of collections made in this study, so that the work of identification, it proved to be composed of 60 taxa belonging to 11 taxonomic classes, which were Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Xanthophyceae, Raphidophyceae, Chlamydoephyceae, Eustigmatocpyceae, Rhodophyceae, Chrysophyceae and Prasinophyceae.

Keywords: Periphytic microalgae. Itaipu Reservoir. Bioindicators.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – Imagens dos pontos de coleta no Rio Ocoy – São Miguel do Iguaçu – PR. Fonte: *Google Earth* (2011) e Fernando Periotto (março 2011).....27
- FIGURA 2** – Imagens dos pontos de coleta no Rio Ocoy – São Miguel do Iguaçu – PR. Fonte: *Google Earth* (2011) e Fernando Periotto (março 2011).....28
- FIGURA 3** – Imagens dos pontos de coleta no Rio Ocoy – São Miguel do Iguaçu – PR. Fonte: *Google Earth* (2011) e Fernando Periotto (março 2011).....28
- FIGURA 4** – Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.....30
- FIGURA 5** – Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.....31
- FIGURA 6** – Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.....32
- FIGURA 7** – Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.....33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1 BIOINDICADORES	12
3.2 FITOPLÂNCTON E PERIFÍTON	13
3.3 MICROALGAS	15
3.4 EUTROFIZAÇÃO	16
3.4.1 Mecanismos básicos de Eutrofização	19
3.4.2 Nutrientes	20
3.4.3 Distribuição da Biomassa e a relação com o tipo de substrato.....	20
3.4.4 Grupos de Algas comuns em Lagos.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Caracterização do Local	26
4.2 Pontos de Coleta e Análises das Amostras	27
5 RESULTADOS e DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas, como consequência negativa das atividades antrópicas. Através dos séculos, a complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem aumentou e produziu um enorme conjunto de degradação ambiental (TUNDISI, 2003).

O rio Ocoy, situado no Oeste do Estado do Paraná é um dos principais tributários do reservatório de Itaipu. O presente estudo foi realizado na foz deste importante manancial, de modo que através do estudo de microrganismos bioindicadores, as algas perifíticas, foram realizadas análises de interferência antropogênica, como a agropecuária e o lançamento de efluentes domésticos do município de São Miguel do Iguçu no Rio Ocoy que certamente atingem a biota deste ambiente aquático.

A presença de interferência externa na foz do Rio Ocoy, apresenta-se um fator preocupante, pois a fauna e a flora aquática são diretamente afetadas pelos efluentes agrícolas e domésticos aí lançados, estes carregam nutrientes como o nitrogênio, o fósforo além de diversas outras substâncias que em quantidades excessivas podem ocasionar desequilíbrios ambientais, como, por exemplo, o desaparecimento ou o domínio de determinadas espécies e a eutrofização.

Ainda que as medidas físicas e químicas de coluna d'água retratem o "status" de um ecossistema, o ideal é a associação desses métodos com métodos biológicos, permitindo uma caracterização mais completa, muitas vezes necessária para o manejo adequado dos recursos hídricos existentes (CALLISTO *et al.*, 2004; POMPEU *et al.*, 2004).

O monitoramento biológico baseia-se em mudanças na estrutura e composição de comunidades de organismos aquáticos. Entretanto, como o tempo necessário para se conhecer as respostas dos vários grupos de organismos presentes pode ser consideravelmente longo (anos a décadas), grupos específicos têm sido selecionados (protozoários, ciliados, algas, macroinvertebrados bentônicos e peixes) e utilizados em diferentes métodos de avaliação ambiental (ROSEMBERG e RESH, 1993).

Segundo Chagas (2008) os bioindicadores podem ser divididos em:

- Indicadores ecológicos (apontadores) - indicam o impacto da poluição mediante mudanças no tamanho de sua população ou da sua existência ou desaparecimento sob certas condições ambientais;
- Organismos testes - indicadores altamente padronizados e utilizados em testes de toxicidade (bioensaios) em laboratório toxicológico e ecotoxicológico;
- Biomonitores (organismos monitores) - demonstram qualitativa e quantitativamente o impacto da poluição ambiental sobre organismos vivos, usados em monitoramento da qualidade do ar e da água.
- Desse modo, o biomonitoramento da foz do Rio Ocoy, visa levantar resultados quanto às mudanças ambientais causadas por interferências antropogênicas, os quais podem auxiliar em futuras pesquisas na região, bem como através desses resultados, aplicar futuramente medidas de remediação ambiental no local de estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a estrutura da comunidade de algas perifíticas aderidas e associadas às macrófitas aquáticas que se fazem presentes na foz do rio Ocoy e relacioná-las com algumas variáveis abióticas desse ambiente, fornecendo subsídios para futuras pesquisas neste e em outros ecossistemas aquáticos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer a microflora aquática da foz em estudo;
- Obter resultados que auxiliarão futuras pesquisas desenvolvidas nessa região.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 BIOINDICADORES

A vantagem de se utilizar os bioindicadores é que eles permitem uma avaliação mais segura, mais confiável, da qualidade de um ambiente é uma somatória de vários fatores, assim, mesmo que o grau de deterioração em cada um dos fatores não seja tão elevado, os seres vivos, ao responderem de uma forma integrada a todos eles, nos informam sobre o todo.

Particularmente, no caso da avaliação da qualidade da água, embora análises químicas indiquem a existência em potencial de uma condição perturbadora ao ambiente, elas não indicam os danos causados ao ecossistema. Já os bioindicadores podem integrar espacialmente os efeitos dos poluentes e também indicar uma dimensão temporal dos mesmos, corroborando na identificação do estado do sistema (McCARTHY e SHUGART, 1990).

Enquanto a análise físico-química caracteriza a origem das perturbações (presença de elementos poluentes) e informa sobre a natureza dos poluentes, a análise biológica ou biocenótica permite identificar essas mesmas perturbações pelos seus efeitos sobre as comunidades animais e vegetais e avaliar o grau de perturbação, dando uma idéia da qualidade global das massas de água (RNDE 2000).

3.2 FITOPLÂNCTON E PERIFÍTON

O perifíton caracteriza-se por uma complexa comunidade de microorganismos encontrada aderida em substratos submersos e destaca-se como um importante regulador do fluxo de nutrientes nos ecossistemas aquáticos (WETZEL, 1990). Assim, a introdução de nutrientes nas águas pode ser eficientemente avaliada, utilizando-se medidas de estrutura dessa comunidade, como riqueza e abundância de espécies.

No perifíton, as algas ganham destaque, uma vez que desempenham papel fundamental como produtoras primárias e, conseqüentemente, assumem posição-chave na cadeia alimentar dos sistemas aquáticos continentais. A utilização da comunidade de algas perifíticas em monitoramento ambiental vem sendo crescente, pois, pelo seu modo de vida sésil e pela grande riqueza de espécies, apresentam diferentes preferências e tolerâncias ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2003).

A utilização de métodos biológicos (fitoplâncton, zooplâncton, fungos, bactérias) permite obter uma imagem mais integradora, global e diferenciadora do grau de poluição orgânica e do grau de mineralização da água. É, por isso, extremamente importante a avaliação biológica da qualidade da água uma vez que os organismos vivos em geral e as algas em particular, são capazes de revelar situações de poluição intermitente ou contínua e de integrar as mais diversas variações ambientais (ALMEIDA, 1998).

Desse modo é preciso potencializar os recursos científicos, tecnológicos e financeiros, coordenando os esforços nas áreas ligadas à utilização das algas e à pesquisa básica, para que as propriedades destes organismos possam ser plenamente aproveitadas, priorizando a qualidade da vida humana e respeitando os ecossistemas (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004).

Conforme Bicudo e Menezes (2006) o fitoplâncton é um dos tipos de plâncton, formado por organismos vegetais, em sua grande maioria, microscópicas, que flutuam na superfície de água salobras, doces ou lagos. Dentre os diversos grupos de algas presentes no fitoplâncton, às diatomáceas, os dinoflagelados são os grupos de algas mais abundantes.

Alguns gêneros de dinoflagelados (*Alexandrium*, *Pyrodinium* e *Gymnodinium*) são os responsáveis pelo fenômeno conhecidos como “maré vermelha”, que ocorre quando há um excesso de reprodução dessas algas, causando pela combinação de temperatura, luminosidade, salinidade ideais com excesso de nutrientes na água(geral, geralmente poluição). Quando o vento favorece que os organismos se aglomerem, surgem no mar e rios imensas manchas de cloração avermelhadas, onde ocorre a maré vermelha. As conseqüências desse fenômeno podem ser devastadoras para o ecossistema marinho. O excesso de algas pode causar a morte de peixes, por falta de oxigênio ou por intoxicação, de animais que deles se alimentam, e constituem um perigo para o homem, já que as toxinas produzidas pelas algas são mais letais que a estriquinina e cianureto.

Ainda como cita Bicudo e Menezes (2006), em condições normais, os fitoplânctons são encontrados até no máximo duzentos metros de profundidades, pois necessitam da luz para realizar a fotossíntese, ou seja, para absorverem o gás carbônico presente na água e liberarem oxigênio. Estudos comprovam que o fitoplâncton é responsável por 98% do oxigênio presente na atmosfera do planeta. São mais eficientes do que as florestas na produção de oxigênio, pois liberam mais oxigênio do que são capazes de consumir, o que não ocorre nas florestas, que produzem muito, mas consomem igualmente através de animais e plantas do próprio local.

A capacidade fotossintética dos fitoplânctons é a base da cadeia alimentar, uma vez que servem de alimento ao zooplâncton, que por sua vez servem de alimentos para os peixes, e assim por diante.

3.3 MICROALGAS

As Microalgas, ou seja, algas unicelulares são os principais organismos que compõem o fitoplâncton, em sua maioria são autótrofos e tem seus indivíduos presentes em três reinos. Plantae, Monera e Protista (BICUDO e MENEZES, 2006).

A natureza essencialmente negativa da caracterização das algas é decorrente da enorme variação de estrutura, formas de reprodução, históricos de vida, processos fisiológicos e de ambientes em que vivem os organismos reunidos sob tal denominação. De fato, encontram-se incluídos entre as algas desde organismos morfológicamente muito simples, os unicelulares, até as gigantescas formas habitantes dos mares frios, que já apresentam talos multicelulares com formação de tecidos.

Ainda como cita (BICUDO E MENEZES, 2006) Existem três tipos básicos de sistema de classificação em biologia, os artificiais, os naturais e os filogenéticos.

Os sistemas artificiais consideram os caracteres independentemente de sua origem e sem se preocupar com as possíveis afinidades e parentescos entre os indivíduos classificados. Busca-se unicamente a praticidade, ou seja, quanto mais pratico for o sistema melhor.

Os sistemas naturais levam em consideração toda a informação disponível sobre as espécies, incluindo caracteres morfológicos, fisiológicos genéticos e o que mais houver disponível sobre cada espécie.

Finalmente, os sistemas filogenéticos são os que mais se aproximam do ideal, uma vez que os táxons estão nele arrançados conforme seus diferentes graus de ancestralidade e descendência. Assim se dois ou mais táxons aparecem colocados próximos nesse tipo de sistema é porque, de fato, apresentam maior grau de parentesco se comparados a outros que estejam situados mais distantes uns dos outros (BICUDO e MENEZES, 2006).

3.4 EUTROFIZAÇÃO

O processo de eutrofização causa um enriquecimento artificial dos ecossistemas pelo aumento das concentrações de nutrientes na água, principalmente compostos nitrogenados e fosfatados, que resultam num aumento dos processos naturais da produção biológica em rios, lagos e reservatórios. As principais fontes desse enriquecimento têm sido identificadas como sendo as descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e das regiões agricultáveis (BRASIL, 2003).

Ainda referenciando o autor do parágrafo anterior, a eutrofização artificial produz mudanças na qualidade da água incluindo a redução de oxigênio dissolvido, da biodiversidade aquática, a perda das qualidades cênicas, a morte extensiva de peixes e o aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias. Essas florações podem provocar o aumento no custo do tratamento da água de abastecimento e conseqüências relacionadas à saúde pública.

Descreve ainda BRASIL (2006) a eutrofização pode ser um processo natural de envelhecimento dos lagos motivado pela acumulação de matérias de origem mineral ou de origem orgânica trazidas por cursos de água, que a ele afluem, e por águas drenantes da bacia hidrográfica. Estas massas de água evoluem para um estado *eutrófico*, caracterizado por uma capacidade de produção biológica importante. Os sucessivos depósitos vão assoreando e os lagos transformam-se em pântanos e evoluem para um ecossistema terrestre. Para que esse processo ocorra de forma natural são necessários centenas de milhões de anos.

Acontece que ação do homem, geralmente tem por conseqüência intensificar, de forma considerável, os fenômenos naturais e acelerar este processo por um enriquecimento anormal das águas em elementos nutritivos em que o fósforo e o nitrogênio são os mais importantes. As transformações ocorridas na bacia hidrográfica modificam a disponibilidade em nutrientes das águas que alimentam os lagos, os escoamentos e os fenômenos naturais impostos às espécies e, por conseqüências, perturbam o equilíbrio biológico do lago (MONTEIRO, 2004).

Ações humanas, que mais contribuem para acelerar o processo de eutrofização.

- Desmatamento;
- Criação de áreas agrícolas;
- Industrialização;
- Implantação de cidades;
- Utilização excessiva de adubos e pesticidas.
- Obras hidráulicas que impedem o aumento do tempo de residência das massas de água.

Em termos de qualidade da água, a eutrofização pode ser definida como o excessivo crescimento de espécies de vegetais (produção primária) no meio aquático para níveis em que se considere que afete a utilização normal e desejável de água. O crescimento das espécies vegetais depende de diversos fatores, mas uma das principais causas é o nível excessivo nutrientes. Estes problemas tem-se agravado de forma significativa motivado pelo aumento das descargas municipais e industriais, mas principalmente pela utilização excessiva de adubos e pesticidas (MONTEIRO, 2004).

Conforme aponta o mesmo autor, as mudanças devido ao enriquecimento das águas são, inicialmente, benéficas. O plâncton desenvolve-se e a população de peixes aumenta, mas, o excessivo crescimento de espécies vegetais rapidamente se transforma num problema sério de qualidade da água. As principais conseqüências que podem interferir com o uso pretendido da água são os seguintes:

- Grande variações diárias da concentrações de oxigênio dissolvido (OD) que podem resultar em níveis de OD muito baixos nos períodos noturnos como o conseqüente desaparecimento de certas espécies de peixe;
- O excesso de fitoplâncton tem como conseqüência o aumento da sedimentação desta matéria orgânica no fundo do lago com a conseqüência formação de sedimentos orgânicos que contribuem para a redução de OD para níveis muitos baixos no hipólímnio de lagos.
- Diminuição da transparência da água;

- Complicação nos processos de tratamento das águas para a distribuição de água potáveis: sabor e odor desagradáveis; produção de algas filamentosas que obrigam a redução dos períodos de lavagem dos filtros;
- Proliferação das plantas aquáticas que constituem um obstáculo à prática da navegação de lazer;
- Degradação da qualidade da paisagem;
- Incomodo para banho;
- Algumas vezes associado a processos de eutrofização esta proliferação de algas tóxicas que em zonas costeiras afetam bivalves que se forem consumidas dão origem a intoxicações graves que afetam sistema nervoso central.

Uma massa de água pode ser caracterizada pelo estado trófico, isto é o seu grau de eutrofização. De acordo com CHAPRA (1997) uma massa de água pode ser classificada como:

- Oligotrófica; com baixa produtividade primária;
- Mesotrófica; com produtividade primária média;
- Eutrófica; com elevada produtividade, acima da do estado natural;
- Hipertrófica; com produtividade muito elevadas e muito acima do estado natural.

O nível de eutrofização devido ao excesso de fitoplâncton pode ser avaliado de diversas formas sendo a mais habitual a concentração de *clorofila a* ($\mu\text{g/l}$) dada a facilidade em efetuar este tipo de medida.

Os níveis indesejáveis de fitoplâncton podem variar consideravelmente consoante a massa de água como exemplo apresentam-se alguns valores típicos propostos por THOMANN e MUELLER (1987).

3.4.1 Mecanismos básicos de eutrofização

O crescimento da produção primária em meios aquáticos é o resultado da utilização e conversão de nutrientes inorgânicos em orgânicos através dos mecanismos da fotossíntese.

A radiação solar constitui a principal fonte energética responsável da eutrofização. Assim, a eutrofização de uma dada massa de água pode depender da localização geográfica do plano de água, do grau de penetração da radiação solar a diferentes profundidades, da dimensão e do tipo de nutrientes afluentes e das características hidrodinâmicas do escoamento (tempos de residência e dispersão), tipo e composição do fitoplâncton (MONTEIRO, 2004).

Ainda citando o mesmo autor, o aumento da radiação solar fornece energia para as reações fotossintéticas. Com o aumento da temperatura o fitoplâncton tem melhores condições para o seu crescimento. Começa a incrementar alimentando-se dos nutrientes dissolvidos. Em resultado desse crescimento o nível de nutrientes baixa. Este mecanismo continua até que os nutrientes atingem um nível em que já não conseguem sustentar o crescimento do fitoplâncton. Nesta altura o crescimento do fitoplâncton cessa e observa-se um declínio, devido à ação predadora do zooplâncton. É ainda habitual assistir no fim do Verão a um novo surto de crescimento do fitoplâncton alimentado por uma renovação dos nutrientes. De seguida a biomassa reduz-se, com a diminuição da radiação solar e da temperatura permitindo um aumento da concentração dos nutrientes já que deixam de estar criadas as condições ideais para o fitoplâncton se reproduzir até à próxima Primavera.

As principais variáveis importantes para a análise da eutrofização são:

1. Radiação solar na superfície e em profundidade.
2. Geometria da massa de água; área superficial, profundidade, volume.
3. Caudal, velocidade e dispersão.
4. Temperatura da água

Os nutrientes estão presentes de diversas formas na massa de água, e nem todas estão de forma a serem facilmente assimiláveis pelo fitoplâncton.

O Fósforo total é composto por duas componentes principais: uma componente dissolvida e outra particulada. Por sua vez a forma dissolvida é composta por diversas componentes, uma das quais é o ortofósforo que é a única disponível para o crescimento do fitoplâncton.

O nitrogênio total é composto por quatro componentes principais: nitrogênio Orgânico, Amônia, Nitritos e Nitratos. Estas três últimas componentes constituem o nitrogênio Inorgânico que é utilizável pelo Fitoplâncton para o seu crescimento.

3.4.2 Nutrientes

Como descreve MONTEIRO (2004), para que sejam produzidas células vegetais é necessário haver nutrientes como o Fósforo e o Nitrogênio. Estes nutrientes têm origem nas descargas efetuadas por fontes pontuais e difusas de poluição. Se os nutrientes descarregados para a massa de água forem reduzidos, a quantidade de nutrientes disponíveis para serem utilizadas pelas plantas também se reduz e em geral a totalidade da biomassa também se reduz. Em termos práticos uma das questões que se coloca quando se pretende controlar a eutrofização é a seguinte:

Devem se limitar às descargas de um dos nutrientes (Fósforo ou Nitrogênio) ou será necessário limitar as descargas de ambos.

O nutriente que vai limitar o crescimento do Fitoplâncton é aquele que atinge um valor mínimo antes dos outros nutrientes.

3.4.3 Distribuição da Biomassa e a relação com o tipo de substrato

A percepção geral dentre os limnólogos durante muitos anos foi a de que o fitoplâncton e as macrófitas aquáticas constituíam os grandes produtores primários dos ecossistemas aquáticos continentais, ficando a comunidade perifítica negligenciada e considerada apenas uma curiosidade científica.

Essa idéia foi alterada com a intensificação das pesquisas, que estabelecem evidências de sua grande contribuição para a produtividade primária do ambiente, assim com seu papel como importante regulador do fluxo de nutrientes em águas interiores (WETZEL, 1990; RODRIGUES et al., 2003).

Elas ainda desempenham papel importante na base alimentar em muitos ecossistemas aquáticos e contribuem significativamente mais para a nutrição da epifauna aquática do que os tecidos das macrófitas aquáticas.

Em decorrência do curto ciclo de vida das espécies que compõem o perífiton e também de sua atuação dinâmica nos processos funcionais, esses organismos respondem prontamente às alterações ambientais, funcionando como sensores confiáveis da qualidade da água e de seu estado trófico (STEVENSON, 1996). Sua utilização para desenvolver e testar modelos ecológicos matemáticos é altamente recomendáveis, uma vez que, além das características descritas, essa comunidade apresenta alta biodiversidade.

As algas periféricas recebem influência de inúmeros fatores para seu desenvolvimento, incluindo macro e micronutrientes, luz, temperatura, predação, velocidade de corrente, partículas transportadas pela corrente e natureza do substrato (DALEY, 1982, RODRIGUES et al. 2003). Moschini-Carlos (1996) Fernandes & Esteves (2003) afirmam que esses organismos são muito sensíveis às modificações na qualidade e na hidrodinâmica da água de diferentes ecossistemas brasileiros. Assim, o acúmulo de biomassa perifítica resulta da integração de processo que envolve o ganho e a perda ao longo de uma escala temporal.

Os aspectos físicos do substrato podem ser determinados na composição da densidade e na biomassa dos organismos perifíticos. Dentre os vários substratos utilizados pela comunidade perifítica, as macrófitas aquáticas apresentam um dos maiores índice abundantes e riqueza de espécies, o que pode ser relacionado à sua complexidade morfológica e estrutural. (BTTS & COWELL, 1993; ENGLE & MELACK, 1993) Os bancos de macrófitas também representam, além de um local rico em alimentos, abrigo e proteção para inúmeros organismos aquáticos. Já o substrato do tipo epilítton pode ser considerado inerte e propicia uma fonte a mais de nutrientes para as algas perifíticas. Entretanto vários fatores interferem, como composição química da rocha, porosidade e tamanho dos cristais.

Cabe ainda destacar a capacidade potencial do complexo macrófitas-algas para reduzir a entrada de nutrientes inorgânicos na região pelágica dos ambientes

aquáticos. N e P, particularmente, tendem a ser intensamente conservados dentro do complexo macrófitas aquáticas/perifíton/sedimentos. A temperatura geralmente não constitui fator limitante para a biomassa e a produção primária do perifíton, porém estabelece limite de produção quando outras variáveis são ótimas (DENICOLA, 1996) A temperatura mais elevada em determinada bacia hidrográficas deve ser promovido o aumento da atividade metabólica da comunidade, levando a um processo mais acelerado de incrementos da biomassa.

A turbidez por sua vez, apresenta correlação negativa com a biomassa fotossintética do perifíton, deve estar relacionada á maior quantidade de material alóctone propiciada pela maior precipitação em determinadas bacias hidrográfica. Felisberto & Rodrigues (2003), verificaram grande influência da temperatura e concentração de material em suspensão sobre a comunidade de algas perifíticas em três lagos paranaenses, afirmam que a intensidade luminosa pode determinar em parte a produtividade, a composição taxonômica e a estrutura física das assembléias de perifítica.

Assim a sedimentação intensa que ocorre em determinadas regiões dos lagos, especialmente na região lântica, com acúmulo da matéria particulada sobre o perifíton, provoca diminuição das trocas de substancias com a água, além de promover o sombreamento e conseqüentemente à redução da riqueza, da densidade e da biomassa fitoperifítica.

Segundo Vercellino (2001), a comunidade perifítica é dirigida pela disponibilidade de nutrientes e pelo período climático, no qual as perturbações físicas desempenham importante papel controlador, principalmente em sistema eutrofizado, e ainda comenta que a composição da comunidade perifítica varia em relação a diversos fatores, como o estado trófico do ambiente e a natureza do substrato. De acordo com Hanssom (1992), a variação da biomassa perifítica pode ser influenciada por vários fatores, incluindo entre os mais importantes à composição do substrato.

Nos lagos onde a biomassa perifítica for mais elevada, as macrófitas aquáticas terão o substrato predominante do sistema. De acordo com Plana (1996c), a proximidade com o tecido fotossintético das macrófitas aquáticas como substrato oferece ás algas vantagem competitiva quando comparadas a algas epilíticas. Além disso, há uma forma de simbiose entre plantas aquáticas e epífitas, sendo algas beneficiadas pelos compostos orgânicos e pelos nutrientes excretados pelas

mesmas, que de certa forma são protegidas pelas epífitas. Assim, embora haja varias diferenças limnológicas entre as distintas bacias hidrográficas do Estado do Paraná, dados demonstram claras diferenças na biomassa perifíticas, levando em consideração o tipo de substrato predominante no sistema.

3.4.4 Grupos de Algas comuns em Lagos

Cyanophyta - São também conhecidas por *Mixophyta* *Schizophyta* *Cianobactérias* e comumente denominadas algas azuis. Possuem afinidade com as bactérias devido a sua organização procariótica sendo o tamanho a diferença principal. As algas azuis são parcialmente responsáveis pela produção primaria do plâncton, especialmente as pertencentes ao gênero *Nostocales*, podendo contribuir com ate 50% do N total fixado ação possível devido a células diferenciadas chamadas heterocistos. A pigmentação das cianobactérias são as ficobilinas como a ficocianina e a ficoeritrina, clorofila e carotenóides. As cianofitas compreendem algas unicelulares e pluricelulares, as células possuem paredes delgadas, mucilaginosas que podem formar filamentos. Sendo a forma filamentosa predominantemente bentônica. Uma das propriedades mais importantes das algas azuis e de enorme significado ecológico é a sua toxicidade, com destaque para as espécies *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flosaquae* e *Aphanizomenon flosaquae*. Os gêneros geralmente representados no plâncton são *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Gomphosphaeria*, *Chroococcus*, *Alphanocapsa* e *Synechococcus* (BICUDO & MENEZES, 2006).

Cryptophyta – Algas têm uma participação muito importante no plâncton por alcançar elevada densidade populacional e por constituírem um excelente alimento para o zooplâncton, podendo contribuir para o aumento populacional destes. A substância principal de reserva de energia é o amido, que se encontra associado a pirenóides. Possuem células biflageladas e moveis e que não formam colônias moveis. Possuem também um ou dois cromatóforos que contem clorofila a e clorofila c, carotenos, ficocianina e ficoeritrina, a variedade de pigmentos faz com que exibam diferentes colorações, parda, azul, verde-azulada, vermelha e verde oliva. Os gêneros mais freqüentes são *Cryptomonas*, *Rhodomonas*, *Chroomonas* e *Chilomonas* (BICUDO & MENEZES, 2006).

Pyrrhophyta - Estas algas dianofíceas ou também chamadas dinoflageladas, são mais freqüentes em águas marinhas do que continentais. No mar a espécie *Noctiluca* produz luminescência e a espécie *Gonyaulax* causa o conhecido fenômeno da maré vermelha. São algas unicelulares e biflageladas, sendo um dos flagelos responsável pelo movimento longitudinal e o outro pelo movimento rotacional. Sua parede celular é resistente e formada por placas celulósicas, cujo número e colocação é importante para sua classificação. Essas placas celulósicas podem apresentar extensões em forma de espinhos longos ou o corpo da célula aparece esticado em forma de chifres, como na espécie *Ceratium*. Os pigmentos são clorofila, clorofila c e carotenos, apresentando coloração parda ou amarela. Sua alimentação pode ser autotrófica, heterotrófica ou mixotrófica. Nas águas continentais os gêneros comuns são *Gymnodinium*, *Glenodinium*, *Peridinium*, *Ceratium* e *Gonyaulax* (BICUDO & MENEZES, 2006).

Cryosophyta - São também conhecidas como algas pardo-amareladas e sua coloração é decorrente do B-caroteno e de algumas xantofilas como diadoxantina e diadinoxantina, apesar de possuírem clorofila a e clorofila c. podem ser unicelulares e formar colônias ou filamentos. Não possuem amido. As classes de maior importância nas águas continentais são as crisofíceas, as bacilariofíceas ou diatomáceas e as xantofíceas (BICUDO & MENEZES, 2006).

Crisophyta – Classe de algas possui variedade de formas flageladas podendo estar solitárias ou agrupadas em colônias e raramente são filamentosas. O número de flagelos é variável e as formas planctônicas se agrupam nas ordens *Ochromonadales* e *Chromulinales*. As algas da ordem Ochromonadales compreendem as crisofíceas unicelulares ou que vivem em colônias, com dois ou três flagelos e que não possuem parede celular rígida destacando-se os gêneros *Dinobryon*, *Mallomonas* e *Uroglena*. A ordem *Chromulina*, *Keprhyrion*, *Chrysococcus* e *Stenocalix*. As crisofíceas são encontradas em águas com pouca quantidade de nutrientes, tais como algumas espécies de *Dinobryon* e *Uroglena*.

Bacillariophyta – Mais conhecida como diatomáceas, são algas unicelulares ou em forma de colônia, possuem como característica principal um recobrimento pectínico impregnado de silício. Geralmente encontram-se no fundo de lagos e seu florescimento está associado à presença de silício e à turbulência da água. Destacam-se os gêneros *Cyclotella*, *Stephnodiscus*, *Melosira*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia*, *Navícula*, *Fragilaria*, *Asterionella*, *Synedra* e *Tabellaria*.

Xantofíceas: são também denominadas heterocontas e caracterizadas por apresentar coloração verde-amarelada devido á presença de carotenóides em maior proporção que clorofila a e clorofila c. A ordem Mischooccales compreende as xantofíceas unicelulares ou que formam colônias, e que possuem parede rígida como observado nos gêneros *Gloeochoris*, *Ophilocyttium* e *Gloeobotrys*. As formas filamentosas se agrupam na ordem Tribonematales, representada no plâncton pelo gênero *Tribonema* (BICUDO & MENEZES, 2006).

Euglenophyta - Possuem organização celular complexa. Geralmente suas células são grandes e tem um, dois ou três flagelos. Possuem cloroplastos que contem clorofila a e b, B-carotenos e xantofilas, e a coloração é quase sempre verde, apesar de algumas formas heterotróficas serem incolores. Os gêneros mais freqüentes nas águas continentais são, *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*, e *Strombomonas*.

Chlorophyta - São chamadas algas verdes e consistem em um grupo diversificado de algas unicelulares, que formam colônias e filamentos. Os pigmentos são clorofila a e clorofila b, carotenos e xantofilas. As ordens de maior interesse são *Volvocales*, *Tetraspolares*, *Chlorococcales* e a família Desmidiaceae. Os gêneros mais comuns são *Chlamydomonas*, *Phacotus*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Volvox*, *Gloecocystis*, *Paulschulzia*, *Pseudosphaerocystis*, *Golenkia*, *Scenedesmus*, *ankistrodesmus*, *Monoraphidium*, *Chlorella*, *Batryococcus*, *Crucigenia*, *Coelastrum*, *Sphaerocystis*, *Kirchneriella*, *Dictyosphaerium*, *Staurastrum*, *Cosmarium*, *Closterium*. *Euastrum*, *Xanthidium* e *Micrasterias* (BICUDO & MENEZES, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O Rio Ocoy está situado no Oeste do Estado do Paraná e de acordo com o CONAMA nº 357/05 é um rio classe 2, pertencente à Bacia do Paraná III, possuindo uma extensão de 27.500 m e com 11 afluentes, os quais somam um total de 47.200 m.

O clima é subtropical úmido mesotérmico, verões quentes, com temperatura média de 25 °C, com tendência a concentração de chuvas, invernos amenos e temperatura média de 10 °C. Os solos são oriundos de derrames basálticos classificados como Latossolos Vermelhos.

As principais atividades econômicas presentes na Bacia são suinocultura, avicultura, gado leiteiro e piscicultura, além de frigoríficos e a agricultura. Os principais problemas ambientais presentes são a concentração de atividades agropecuárias com o uso intenso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, e esgotos domésticos provenientes dos municípios de Medianeira e São Miguel do Iguaçu. Muitos pontos ao longo do rio não atendem as normas da legislação para as faixas de mata ciliares, o que acarreta o transporte de poluentes para o leito do rio a erosão do solo e assoreamento.

A área de drenagem do rio Paraná até a barragem de Itaipu é de 820.000 km², cerca de 25% de toda a área da bacia do Prata, abrangendo os municípios da costa oeste, de Foz do Iguaçu a Guaira. O volume do reservatório é de 20 bilhões de m³, com profundidade média de 21,5 m. soma-se um total de 66 ilhas, com uma área de proteção de 63.000 hectares ao longo de toda divisa das terras de Itaipu, no lado brasileiro, com cerca de 1.400km de extensão. Foi plantada mata ciliar às margens do lago com mais de 1 milhão de mudas, formada por grupos de arvores de crescimento rápido (QUINÁIA *et. al.*,2010).

4.2 PONTOS DE COLETA E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

Neste trabalho foram realizadas 2 (duas) coletas. Uma no mês de outubro de 2010 e a outra no mês de fevereiro de 2011, sendo dois tipos de coleta.

Na primeira utilizou-se a rede de plâncton, numa profundidade de dois metros, com o objetivo, de coletar material da zona planctônica do Rio Ocoy. As amostras da comunidade de fitoplâncton obtidas com o auxílio dessa rede foram coletadas com a finalidade de se alcançar uma maior representatividade de espécies.

A segunda técnica utilizada foi a manual, onde coletou-se algas periféricas aderidas às raízes das macrófitas que habitam os pontos de coleta, estas foram conservadas *in natura*, em laboratório, com a finalidade de observar o material ainda vivo através de microscopia óptica.

Os pontos de coleta, P2 e P3, estão distribuídos ao longo de 6 km a montante da foz do rio Ocoy, no município de São Miguel do Iguaçu – PR conforme as figuras 01, 02 e 03.



Figura 1. Imagens dos pontos de coleta no Rio Ocoy – São Miguel do Iguaçu – PR.

Fonte: *Google Earth* (2011) e Fernando Periotto (março 2011).



Figura 2. Imagens dos pontos de coleta no Rio Ocoy – São Miguel do Iguaçu – PR.
Fonte: *Google Earth* (2011) e Fernando Periotto (março 2011).



Figura 3. Imagens dos pontos de coleta no Rio Ocoy – São Miguel do Iguaçu – PR.
Fonte: *Google Earth* (2011) e Fernando Periotto (março 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos através de duas coletas realizadas na foz do rio Ocoy. Para a análise dessa situação ambiental, objetivou-se elaborar o levantamento da microflora planctônica e perifítica, bem como apontar classes taxonômicas utilizando-as bioindicadores ambientais. A comunidade fitoplanctônica e perifítica identificada foi resultado de coletas realizadas neste estudo, de modo que, nos trabalhos de identificação, a mesma mostrou ser composta por 60 táxons pertencentes a 12 classes taxonômicas, sendo elas Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Xanthophyceae, Raphidophyceae, Chlamydomonadales, Eustigmatocyclophyceae, Rhodophyceae, Chrysophyceae e Prasinophyceae.

Contaminantes agrícolas lixiviados e efluentes domésticos, ricos em nutrientes nitrogenados e fosfatados vêm ocasionando forte interferência no ambiente em estudo, afetando diretamente a biótica aquática.

Segundo Karr & Schlosser (2008), os impactos que as ações antrópicas causam aos ambientes lóticos levam à perda de qualidade da água e dificultam a manutenção da integridade desses ecossistemas, além de interferir na sustentabilidade de suas comunidades.

A grande quantidade destes microorganismos (visualizados pela microscopia óptica) produtores da cadeia alimentar ocasiona efeitos em cascata nos níveis tróficos, dentre estes, o bloqueio de entrada da luz solar na coluna da água, a queda brusca no teor de oxigênio dissolvido, a liberação excessiva de toxinas, a mortalidade desequilibrada de organismos aeróbios e a proliferação de microorganismos decompositores, ou seja, toda a teia alimentar existente é afetada.

O Reino Protista foi o mais representativo dos táxons identificados. Já as classes foram as Bacillariophyceae, Cyanophyceae e a Chlorophyceae que representou um percentual significativo de gêneros da família Desmidiaceae. A partir dos dados, os resultados obtidos mostraram que a diversidade de algas perifíticas é maior que a de algas planctônicas.

O perifíton é uma fina camada de detritos associado principalmente a protistas, que formam uma importante fonte de produção primária nos ecossistemas aquáticos, principalmente nas zonas costeiras e nos lagos.

A utilização da comunidade de algas perifíticas e monitoramento ambiental vêm sendo crescentes, pois, pelo seu modo de vida sésil e pela grande riqueza de espécies, apresentam diferentes preferências e tolerâncias ambientais.

Nas figuras abaixo é possível observar imagens das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy, de modo que indivíduos de 22 táxons estão aí representados.



Micrasterias furcata



Closteriopsis sp.



Staurodesmus dickiei

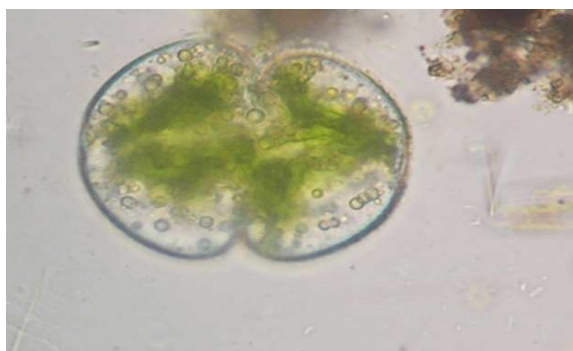


Staurastrum sp.

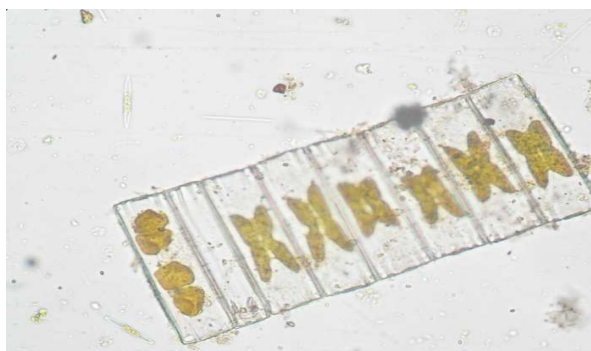
Figura 4. Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.



Micrasterias laticeps



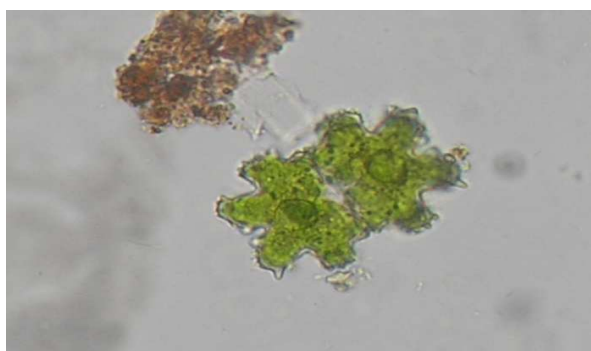
Cosmarium botrytis



Bellochea sp.



Closterium acerosum



Euastrum gemmatum



Lyngbya majuscula

Figura 5. Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.



Gyrosigma acuminatum



Closterium moniliferum



Rhipidodendron splendium



Klebsormidium



Euglena viridis



Rhopalodia sp.

Figura 6. Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.



Cosmarium biretum



Gomphonema apicatum



Pinnularia prosphaeria



Staurastrum sp.



Spirgyra sp.



Lyngbya sp.

Figura 7. Exemplos das microalgas continentais encontradas na foz do rio Ocoy.

6 CONCLUSÃO

Os dados obtidos no presente trabalho indicam uma forte influência do efeito poluente proveniente da bacia de contribuição deste rio, o qual é um importante tributário do reservatório de Itaipu.

Os efluentes líquidos, ao serem despejados com os seus poluentes característicos, causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e conseqüentemente a sua poluição (degradação).

Por fim, o presente estudo contribuiu para o conhecimento da riqueza da microflora deste ambiente lântico, de modo que estudos futuros podem utilizar dados aqui obtidos como base para diversas outras análises ambientais.

REFERÊNCIAS

ALGAEBASE. Disponível em <http://www.algaebase.org>, em 23/03/2011.

BERNARDO, L. **Algas e suas influencias na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. Rio de Janeiro, 1995.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. 2006. **Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição**. Ed. Rima. 2ª edição.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano**. 2003. 54 p.

CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R.; VIANNA, J. de A. **Qual a importância de uma coleção científica de organismos aquáticos em um projeto de biodiversidade?** In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998. Anais... v. 2, p. 432-439.

CHAGAS, G. C. das. **Avaliação do potencial bioindicador de *Trichodachylus fluviatilis* (Latreille, 1828) (Crustácea decapoda: Trichodactylidae) na bacia do rio Corumbataí (SP)**. Dissertação de Mestrado, 2008.

MONTEIRO, A. J. **Eutrofização**. Departamento de Engenharia civil e Arquitectura – Secção de Hidráulica e dos Recursos Hídricos e Ambientais Qualidade da Água e Controlo da Poluição. IST, Portugal, 2004.

NYGAARD, G. Hydrobiological **studies on some Danish ponds and lakes**. *Svenska Danske Videnskad. Selskab.*, 7: 1-293. 1949.

PLETSH, A.L.; QUINAIA, S.P.; BELLÓ, A. **Avaliação na contaminação de metais em sedimento superficial das praias artificiais do lago de Itaipu**. Química Nova. 2010.

POMPEU, P. P.; ALVES, M. C. B.; CALLISTO, M. **The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brazil**. American Fisheries Society, 2004.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C.; MOSCHINI CARLOS, V. **O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais.** In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Ed.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: Eduem, 2003. cap. 10, p. 221- 229.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p.

SOUZA, P.A.P. **A importância do uso de bioindicadores de qualidade: o caso específico das águas.** In. FELICIDADE, N., MARTINS, R.C., LEME, A.A. Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil. São Carlos: Rima, p. 55-65, 2003.

TEIXEIRA M. G. L. C., Costa, M. C. N., Carvalho, V. L. P., Pereira, M. S., Hage, E. **Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica, Bahia, Brazil.** Bulletin of PAHO 1993; 27(3):244-53.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** RIMA: São Carlos, 2003.

VIDOTTI, E. C. e ROLLEMBERG, M. DO C. E. **Da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica.** Quimica Nova, Vol. 27, 2004.

WETZEL, R. G. **Recomendation for future research on periphyton.** In: WETZEL, R. G. (Ed.). Periphyton of freshwater ecosystems. The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers, 1983. cap. 1, p. 339-346.