

Monitoramento Ambiental Ecovillas do Lago – Maio/2010

Este documento apresenta os resultados do Monitoramento Ambiental do empreendimento Ecovillas do Lago em Sertanópolis/Paraná, correspondente ao mês de Maio/2010, fazendo parte da implantação do PBA, aprovado no licenciamento ambiental do Instituto Ambiental do Paraná/IAP.

No presente relatório será reportado as ações dos seguintes programas:

1. Monitoramento das Águas Superficiais, apresentando o resultado do cálculo do IET – Índice do Estado Trófico de Águas – comparativo gráfico Ano 2008 a 2010 e
2. (2) Monitoramento meteorológico.

Evolução do empreendimento

Nos relatórios têm sido apresentadas algumas curiosidades de espécies que podem ser facilmente encontradas no empreendimento. Em destaque o pássaro Noivinha-branca (Figura 1.1).

[singlepic=391] **FIGURA 1.1.** Noivinha-branca (*Xolmis velatus*) espécie de ave registrada pela primeira vez no monitoramento da avifauna, durante a quinta etapa do monitoramento no Ecovillas do Lago. Foto: Camila C. de O. Ramos.

Continuam em andamento as obras das Vilas de serviços – Vila Náutica e Vila Esportiva – mantém-se a implantação do piso intertravado/paver e as obras do projeto de águas pluviais para controle dos processos erosivos.

A Figura 1.2 ilustra alguns “moradores” presentes no Ecovillas desde o início da implantação do Ecovillas com a formação do Lago Principal.

[singlepic=392] **FIGURA 1.2.** Moradores antigos do Ecovillas...

Na Figura 1.3 pode ser visto o andamento das obras de infraestrutura e galerias pluviais e na Figura 1.4 é possível verificar a evolução da construção da Vila Náutica – late Clube.

[singlepic=393] **FIGURA 1.3.** Evolução das obras de infraestrutura – galerias pluviais. (a) e (b) Próximo ao Lago de Pesca e (c) Próximo ao Afluente Sudeste e Lago Sul.

[singlepic=394] **FIGURA 1.4.** Evolução da construção da Vila Náutica – late Clube.

A Figura 1.5 apresenta paisagens alteradas pela construção da Marina e a conservação da obra e do gramado.

[singlepic=395] **FIGURA 1.5.** Conservação e manutenção do entorno da Marina.

A Figura 1.6 ilustra o reflorestamento das margens do lago para formação da APP e as belas imagens do Lago principal formado no empreendimento.

[singlepic=396] **FIGURA 1.6.** Imagens do Ecovillas: (a) margens do lago com reflorestamento de APP e (b) e (c) imagens do lago.

Resultados dos Programas Ambientais em Andamento

Qualidade e Monitoramento da Água

O monitoramento dos recursos hídricos abrange os seguintes estudos:

1. Águas superficiais;
2. Águas subterrâneas.

Monitoramento das Águas Superficiais

O monitoramento da qualidade das águas superficiais é realizado através de análises bimestrais de alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, utilizados como indicadores, visando verificar o comportamento da implantação do lago do empreendimento, a qualidade das suas águas e possíveis impactos ambientais na microbacia hidrográfica a montante e a jusante do ribeirão Couro de Boi e seus afluentes (Sul, Sudeste, SPA e Marina) – e também no Lago Norte, Central, Sul e Lago de Pesca/Vila do Pescador. (Anexo – Mapa de localização dos pontos de Coleta/Ilustrado).

A última campanha de amostragens dos pontos de coleta em estudo foi realizada em 14/04/2010. A amostragem foi realizada em frascos apropriados, seguindo as orientações de preservação das amostras e encaminhada para o Laboratório responsável Analytical Solutions S/A de São Paulo/SP (Anexos – Resultados das Análises).

Algumas das medições físico-químicas da água de cada estação de amostragem realizada no lago e nos demais pontos de coleta foram realizadas in situ: profundidade do disco de Secchi e temperatura.

Fundamentos Teóricos e Procedimentos Analíticos

Medição da Transparência da Água através de Disco de Secchi

A medição da penetração vertical da luz solar na coluna d'água (a sua Claridade ou Transparência) com o disco de Secchi, é uma das mais antigas e básicas ferramentas usadas pelos limnologistas em todo o mundo.

A energia luminosa proveniente do sol modifica substancialmente a estrutura térmica de um corpo d'água e interfere nos padrões de circulação e de estratificação da massa de água. Esta energia também é transformada biologicamente pelo processo fotossintético, principalmente a radiação compreendida entre 390 e 710 nm, fundamental para o metabolismo dos ecossistemas aquáticos (Pompeo, 1999).

Um dispositivo muito simples é utilizado para medir a transparência da coluna d'água e avaliar o grau de trofia, o disco de Secchi.

Este consiste em um disco de 20 cm de diâmetro, com dois quadrantes pintados de preto e branco e suspenso por um cabo ou fita graduada. A leitura final é média das medidas das profundidades de desaparecimento e reaparecimento do disco na coluna d'água (Figura 2.1).

Em corpos com águas claras a profundidade do disco de Secchi é mais fiel à realidade, visto que nestas condições ocorre pouca dispersão da radiação, conseqüentemente, a radiação refletida a partir da superfície do disco é em grande parte captada pelo observador. Por outro lado, em corpos aquosos com elevadas concentrações de compostos dissolvidos e particulados ocorre maior dispersão da radiação, prejudicando a observação.

[singlepic=397] **FIGURA 2.1.** Ilustração da utilização do Disco de Secchi para medida da transparência da água. Imagem modificada – <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/secc.htm>

Os melhores resultados obtidos pela imersão do disco de Secchi ocorrem quando a medida é realizada entre 10 e 14 horas, correspondendo ao período de incidência de luz mais vertical no sistema aquático. Medidas realizadas em diferentes horas do dia podem representar resultados não significativos, devido a diferenças na iluminação e ondulações na superfície da água, tornando os dados obtidos não comparáveis. Outro fator importante a ser considerado em estudos comparativos, na escala temporal ou espacial, é que as medidas devem ser realizadas pelo mesmo observador.

Metodologia

A seguir será detalhado o procedimento para a leitura do disco de Secchi:

1. As leituras foram realizadas entre as 10 e 16 horas, sempre, num mesmo ponto do lago ou reservatório;
2. Ancore o barco, incline-se no lado da sombra e desça lentamente o disco na água, até o ponto em que ele some do seu campo de visão;
3. Anote a profundidade em que ele desapareceu, fazendo a leitura no cabo ou fita graduada que o sustenta (Profundidade 1);
4. Desça o disco mais alguns centímetros na água; suba em seguida o disco, lentamente, até que reapareça;
5. Faça a leitura desta nova profundidade (Profundidade 2); a verdadeira, será a média das duas;
6. Anote o potencial de uso do lago (banho, pesca, etc.) e a aparência física da água.

Evite fazer leituras após enxurradas, com dias nublados e água muito agitada e anote, sempre, qualquer irregularidade.

Contudo, apesar de haver alguns fatores limitantes, o disco de Secchi é amplamente utilizado, devido sua facilidade de transporte e de obtenção dos dados. Isto proporciona

comparações de dados de diversos trabalhos já realizados em ambientes lênticos, como é o caso de reservatórios/lagos.

Para o monitoramento do Lago Principal do empreendimento Ecovillas do Lago o disco de Secchi foi utilizado para determinar o nível de transparência das águas através da profundidade de Secchi. As medidas de profundidade de Secchi foram realizadas entre 10:00h e 12:00h de acordo com a metodologia citada.

A seguir serão apresentados os resultados da transparência calculada através da profundidade de Secchi relacionados a outros parâmetros, tais como: clorofila a e fósforo total. Através destes resultados será possível obter dados de eutrofização do lago do empreendimento Ecovillas do Lago.

Temperatura

De acordo com Strickland e Parsons (1972) e Tundisi et al. (1995), as propriedades físicas, químicas e biológicas de um corpo d'água são sujeitas à influência da temperatura. O transporte de substâncias em rios, sejam elas dissolvidas ou particuladas, também é afetado por este parâmetro físico.

Metodologia

As temperaturas das águas de cada estação de amostragem foram medidas in situ com termômetro de mercúrio graduado em décimo de grau Celsius (Tabelas 2.3 a 2.5).

EUTROFIZAÇÃO

Dentro da Limnologia, o estudo e classificação de corpos d'água com relação ao seu grau de eutrofização, a qual pode ser definida como o processo de enriquecimento por nutrientes de um corpo d'água, seja por processo natural ou induzido pelo homem, teve início com Naumann (1919,1929) e Thienemann (1925, 1931) (apud Schäfer, 1985). Esta abordagem de classificação tipológica consistia em conferir a diferentes lagos uma categoria de estado trófico como a resposta biológica de lagos à introdução de nutrientes.

Os nutrientes são indispensáveis para o crescimento de organismos, mas seu lançamento em excesso nos corpos d'água, principalmente sais de nitrogênio e fósforo, é geralmente responsável pelo crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, fenômeno denominado eutrofização. A eutrofização segundo Braga et al. (2005) apud Silva (2009), pode causar a diminuição da qualidade de água através de alterações no sabor, odor, turbidez e cor, podendo ainda provocar a mortandade de espécies devido à redução das concentrações de oxigênio dissolvido e dificultar determinados usos, principalmente com relação à balneabilidade e aproveitamento energético. A chegada dos nutrientes aos corpos d'água se dá principalmente por meio da erosão de solos, fertilização artificial dos campos agrícolas, lançamentos de despejos e decomposição natural da matéria orgânica biodegradável existente nos solos e na água (Andrews et al., 2005).

Dentre os diversos impactos causados pela aceleração do processo de eutrofização, uma das conseqüências mais preocupantes é o aumento da probabilidade de ocorrência de florações de algas, principalmente de cianobactérias potencialmente tóxicas, as quais podem prejudicar a qualidade das águas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Muitos estudos têm sido feitos com a intenção de caracterizar reservatórios de forma a determinar as modificações na qualidade de água causadas pela pressão antrópica em suas margens. A utilização de índices é muito importante por resumirem em apenas um resultado o estado em que se encontra o ambiente. No caso do Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), modificado por Toledo et. Al (1983) e Lamparelli (2004) há a possibilidade de se avaliar o grau de trofia do reservatório/lago a partir de características como transparência da água (disco de Secchi), concentração de clorofila-a e fósforo total. Isto significa transformar um conceito multidimensional, que envolve introdução, transporte e concentração de nutrientes, produtividade da biota e morfometria do ambiente em um único valor, facilitando a interpretação dos resultados.

Diferentemente do conceito original, no qual a eutrofização é progressiva e inexorável, este é um índice dinâmico, sendo que os lagos podem mudar de classificação ao longo do tempo, tanto para classes de maior trofia, como para classes de menor trofia.

A existência de séries históricas de dados e sua interpretação permitem uma melhor compreensão da evolução temporal da qualidade ambiental e sua correlação com outros fenômenos, climáticos ou econômicos, indicando prioridades para elaboração de ações de controle, fiscalização, investimentos ou de legislações específicas, que levem a proteção e/ou à melhoria da qualidade ambiental.

Os resultados do monitoramento devem ser expressos de forma clara para a população/moradores do loteamento de chácaras de lazer, apresentando classificações dos ambientes segundo sua qualidade. Para que se possa proceder a essa classificação é necessário comparar os resultados obtidos com padrões de qualidade existentes, quer em legislação ou em publicações científicas.

AMOSTRAGENS

Durante o monitoramento foram coletadas amostras de água bimestrais em três diferentes pontos ao longo do Lago Principal denominados de:

1. Lago Sul (LgS);
2. Lago Centro (LgC) e;
3. Lago Norte (LgN);

Estes pontos de coleta encontram-se ilustrados na Figura 2.2.

As amostras foram coletadas à profundidade de 0 a 1,0 metro da superfície da água em frascos apropriados, seguindo as orientações de preservação das amostras e encaminhada para o Laboratório responsável Analytical Solutions S/A de São Paulo/SP.

As medidas de profundidade de Secchi foram realizadas entre 10:00h e 12:00h de acordo com a metodologia utilizada.

As amostragens realizadas durante o monitoramento visam observar às variações que ocorrem, ao longo do ano, na qualidade das águas doces, em função, não só das atividades humanas, mas também das variações climáticas (CETESB, 2000).

METODOLOGIA DE CLASSIFICAÇÃO DOS GRAUS DE TROFIA

Para este monitoramento foi realizado um comparativo entre as metodologias adotadas por Toledo et. al (1983) e Lamparelli (2004) ambas modificadas de Carlson (1977) objetivando a definição da melhor metodologia a ser adotada.

Índice do Estado Trófico (Carlson/1977) modificado por Toledo et al. (1983)

Através de análise estatística por regressão, o índice clássico introduzido por Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983) foi alterado em suas expressões originais para adequá-las aos ambientes subtropicais.

O Índice do Estado Trófico é composto pelos seguintes índices modificados por Toledo et al. (1984):

1. Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET (P);
2. Índice do Estado Trófico para a clorofila a – IET (CL);
3. Índice do Estado Trófico para a transparência – IET (S);

Sendo suas respectivas equações:

- $IET (S) = 10 \{6 - [0,64 + \ln S / \ln 2]\}$
- $IET (P) = 10 \{6 - [\ln (80,32 / P) / \ln 2]\}$
- $IET (CL) = 10 \{6 - [(2,04 - 0,695 \ln CL) / \ln 2]\}$

Onde:

S = transparência, medida por meio e disco de Secchi, expressa em m (metros).

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, expressa em mg/L.

CL = concentração de clorofila a medida à superfície da água, expressa em µg/L.

ln = logaritmo natural

Para a classificação deste índice, foram adotados os estados de trofia descritos abaixo e apresentados na Tabela 2.1 (Toledo 1990):

- Ultraoligotrófico;
- Oligotrófico;

- Mesotrófico;
- Eutrófico e;
- Hipereutrófico

O Índice do Estado Trófico (IET) foi calculado segundo Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983) para reservatórios tropicais e adaptados por Lamparelli (2004) para aplicação específica em ambientes lênticos.

Sendo suas respectivas equações:

- $IET (Pt) = 10 (6 - (1,77 - 0,42 \ln Pt) / \ln 2)$
- $IET (CL) = 10 (6 - (0,92 - 0,34 \ln CL) / \ln 2)$
- $IET = (IET (Pt) + IET (CL)) / 2$

Onde:

Pt = concentração de fósforo total medida à superfície da água, expressa em mg/L.

CL = concentração de clorofila a medida à superfície da água, expressa em µg/L.

ln = logaritmo natural

IET representa a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a.

Para a classificação deste índice, foram adotados os estados de trofia descritos abaixo e apresentados na Tabela 2.2 (Lamparelli 2004):

- Ultraoligotrófico
- Oligotrófico;
- Mesotrófico;
- Eutrófico;
- Supereutrófico e;
- Hipereutrófico

A CETESB não considera, normalmente, na estimativa de Estado Trófico, o cálculo do índice de transparência, pois esta é afetada pela elevada turbidez decorrente de material em suspensão, comum em reservatórios do Estado de São Paulo.

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para a clorofila a, o índice será calculado com o parâmetro disponível e considerado equivalente ao IET, devendo apenas, constar uma observação junto ao resultado, informando que apenas um dos parâmetros foi utilizado.

Para a avaliação do grau de limitação da produtividade do fitoplâncton, são comparadas as classificações obtidas entre o IET (CL) e o IET (P).

Quando os dois índices classificam o ambiente na mesma classe trófica, o grau de limitação é considerado "normal".

Quando a classificação através do índice de fósforo classifica o ambiente em classe superior à obtida através das concentrações de clorofila a, indicando que há algum fator limitante que reduz a produtividade das algas o grau de limitação é considerado “alto”.

No caso inverso, quando as concentrações de clorofila a resultam em uma classificação superior à obtida pelo IET(P), o grau de limitação é considerado “baixo”, existindo condições favoráveis para a produtividade primária, considerando os nutrientes disponíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se discutir os ambientes lênticos, isto é, reservatórios, deve se ter em mente que não se tratam de lagos naturais, mas de ecossistemas artificiais, resultantes de modificações de rios. Suas características são determinadas tanto pela concepção do projeto de engenharia como das regras operacionais vigentes. Em geral, por apresentarem baixo tempo de residência da água, estes ambientes podem ser considerados como intermediários entre rios e lagos (Esteves, 1988).

[singlepic=398] **TABELA 2.2.** Limites para diferentes níveis de estado trófico segundo o sistema de classificação proposto Lamparelli (2004). Fonte: CETESB, 2010.

Apesar de pontuar que os mesmos processos fundamentais físicos, químicos e biológicos são válidos em reservatórios e lagos naturais, o trabalho de Lind et al. (1993) discute as diferenças entre lagos e reservatórios na aplicação do Índice de Estado Trófico. Segundo os autores, um dos fatores que prejudica a aplicação desses índices é a heterogeneidade espacial que ocorre em reservatórios. Diversos autores, dentre eles Wetzel (2001), distinguem três zonas em um reservatório:

- Região com forte influência do(s) rio(s) formador(es) – região lótica;
- Região de transição – intermediária;
- Região próxima à barragem – considerada lacustre.

Além da disponibilidade de nutrientes, um outro aspecto que influencia a produtividade planctônica é a penetração de luz e a presença de material em suspensão na água. A adoção da transparência como indicadora de estado trófico está associada a estudos que correlacionam o aumento da densidade fitoplanctônica com a diminuição da penetração da luz, por um processo de sombreamento.

Os resultados analíticos para os parâmetros fósforo total, clorofila a e os valores de transparência através de disco de Secchi para os diferentes pontos de coleta encontram-se apresentados na [Tabela 2.3.](#) a [Tabela 2.5](#) (Anexo, PDF).

O cálculo do índice de transparência geralmente não é considerado, pois esta é afetada pela elevada turbidez decorrente de material em suspensão. No entanto, considerando que nesta primeira campanha não será utilizado o IET (P) devido aos resultados analíticos não terem sido detectados (N.D.). A expressão do índice utilizada foi a seguinte:

- $IET = [IET(S) + IET(CL)]/2$

Sendo o local de estudo classificado como água doce de Classe 2, os valores de fósforo total se mostraram para praticamente todos os pontos valores não detectados (N.D), abaixo do limite de 0,05 mg/L estabelecido pelo CONAMA na Resolução nº 357/2005. Somente para as amostragens realizadas em 07/04/2008 onde no ponto denominado Lago Sul (LgS) foi detectado 0,07 mg/L e no Lago Norte (LgN) 0,10 mg/L e nas amostragens de 14/04/2010 os pontos Lago Sul (LgS) 0,05 mg/L, Lago Centro (LgC) 0,05 mg/L e Lago Norte (LgN) 0,06 mg/L os valores apresentaram-se iguais ou acima do limite estabelecido pelo CONAMA na Resolução nº 357/2005 .

Já as concentrações de clorofila se encontram abaixo do limite de 30 µg/L estabelecido pelo CONAMA nº 357/2005 para todas as amostragens realizadas.

Analisando sazonalmente, percebe-se através da Figura 2.3, que as amostragens iniciais sofreram alterações decorrentes da formação do lago, movimentação de terras para o represamento com tendência a diminuição e estabilização do grau de trofia com o término de enchimento do lago variando somente conforme a sazonalidade das estações do ano: primavera, verão, outono e inverno.

Segundo Lamparelli (2004), num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila a coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo. Já nos corpos hídricos em que o processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou a baixa transparência, o índice relativo à clorofila a irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Desta forma é possível afirmar que o Lago Principal do Ecovillas do Lago apresenta fatores limitantes do processo. Isto ocorre quando as concentrações de clorofila a IET (CL) resultam em uma classificação superior à obtida pelo IET(P). Neste caso, o grau de limitação é considerado “baixo”, existindo condições favoráveis para a produtividade primária, considerando os nutrientes disponíveis.

Deve ser considerado que o sistema não se encontra em processo de eutrofização plenamente estabelecido, pois os resultados das categorias tróficas do IET (P) e IET (CL) não coincidem.

O índice de estado trófico funciona como um registro das atividades humanas nas várias bacias hidrográficas, além de oferecer subsídios para a formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos, por meio de estratégias que visem à sustentabilidade dos recursos hídricos e que garantam os usos múltiplos da água, em médio e longo prazo.

Na Figura 2.3 estão apresentados os Índices de Estado Trófico modificado por Toledo (IETT) e o sugerido por Lamparelli (IETL) para os pontos de coleta com características lênticas.

Pela classificação proposta por Toledo (1990) os corpos de água lênticos foram considerados Mesotróficos (IETT > 44) a Hipereutróficos (IETT > 74), enquanto que, pela metodologia Lamparelli, eles foram classificados como Oligotrófico (IETT > 47) a Hipereutrófico (IETT > 67).

Assim, verifica-se que o Índice de Estado Trófico modificado por Toledo (IETT) mostrou-se menos conservador para ambientes lênticos, quando comparado ao índice proposto por Lamparelli (IETL).

Portanto, para estes acompanhamentos serão considerados os aspectos do monitoramento da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo e a avaliação atualmente utilizada pela CETESB para determinar o nível de eutrofização dos diferentes ambientes monitorados propostos por Lamparelli (2004).

Monitoramento Meteorológico

Os dados meteorológicos reportados neste relatório obtidos através da estação meteorológica para o mês de Maio/2010, período deste relatório, estão sintetizadas no ANEXO – Sumário Climatológico – Maio/2010.

Em maio a temperatura média foi de 17,9 oC sendo a temperatura máxima de 29,4 oC e a temperatura mínima 8,2 oC. Quanto à pluviosidade, o acumulado foi de 91,0 mm e os ventos sopraram com direção predominante WNW (Oeste-Noroeste), com velocidade média de 2,0 m/s.

Considerações Finais

O presente relatório apresentou o andamento dos programas ambientais implantados no Ecovillas do Lago referentes ao mês de Maio/2010, destacando:

1. Evolução do Empreendimento;
2. Monitoramento das Águas Superficiais, apresentando o resultado do cálculo do IET – Índice do Estado Trófico de Águas – comparativo gráfico Ano 2008 a 2010;
3. Monitoramento meteorológico;

Para Junho/2010 estão previstos como destaques maiores no relatório técnico:

1. Resultados do Cálculo do IQA – dados comparativos;
2. Monitoramento das Águas Superficiais, apresentando algumas considerações sobre o cálculo do IET – Índice do Estado Trófico de Águas – comparativo gráfico Ano 2008 a 2010;
3. Programa de Controle de Erosão;
4. Evolução do programa de Áreas Verdes;