

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO ARATIMBÓ NO MUNICÍPIO DE UMUARAMA/PR

Adalberto Koodi Takeda⁽¹⁾

Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1981) e mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (2003). Professor assistente da Universidade Estadual de Maringá e Coordenador do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Saneamento Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Paraná, unidades de conservação, campos gerais, espécies em extinção e lista vermelha.

Felipe Monteiro Mendes

Graduando de Tecnologia em Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Letícia Muniz Marin

Graduanda de Tecnologia em Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Ângelo Moreira da Fonseca, nº 1800, Umuarama, PR – Brasil CEP: 87506-370. Fone: (44) 3621-9331. e-mail: adalbertotakeda@yahoo.com.br

RESUMO

O Lago Municipal Aratimbó, localizado no município de Umuarama foi criado com o objetivo de recuperar as áreas degradadas pelo processo erosivo adiantado do Córrego Figueira, criando um espaço de lazer para a população. Este trabalho buscou caracterizar e avaliar ambientalmente o Lago, por meio de análises físico-químicas e biológicas da água, com o intuito de propor medidas mitigadoras para recuperação das características ambientais do lago e de verificar se o corpo hídrico está de acordo com a classificação dos corpos de água disposto pela resolução 357/2005 do CONAMA. Também foram realizadas atividades de educação ambiental com alunos de Ensino Fundamental do município de Umuarama, por meio de palestras e visitas ao lago. As análises foram feitas no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011 e seguiram as metodologias estabelecidas no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 1998). Foram avaliados diversos parâmetros, e seus valores médios foram: temperatura (18,86 a 25,90oC), pH (6,55 a 7,30), turbidez (10,13 a 265,56 UNT), alcalinidade (40,61 a 74,59 mg de CaCO₃/L), dureza (17,67 a 55,17 mg de CaCO₃/L), cloretos (153,55 a 263,94 mg de Cl⁻/L), oxigênio dissolvido (2,45 a 6,50 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigênio (1,97 a 3,99 mg/L). Com as atividades de educação ambiental foi possível conscientizar as crianças a respeito da contaminação do lago Aratimbó, da necessidade de sua preservação e do meio ambiente como um todo. Por meio das análises físico-químicas realizadas e do acompanhamento de algumas condições e padrões de qualidade de água estabelecidos pela resolução 357/2005 do CONAMA verificou-se que o lago estudado pode contribuir para a proliferação de doenças de veiculação hídrica e não atende a diversas exigências para águas classe 3.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros de qualidade, Lago Aratimbó Umuarama, Educação Ambiental, Qualidade da água, atividades antrópicas.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas, o uso do solo, os fatores climáticos, a origem e características do manancial interferem diretamente na qualidade da água. As principais fontes de poluição em ambientes aquáticos são os despejos de esgoto doméstico e efluentes industriais, sem nenhum tipo de tratamento ou com algum tratamento inadequado, e a poluição difusa (ESTEVES, 1998).

Muitas vezes, a quantidade de poluentes que entra no sistema hídrico é tão grande que a natureza, por si só, não é capaz de reverter esse quadro de poluição, aumentando assim, cada vez mais, a poluição tanto na superfície quanto no sedimento do corpo d’água. Devido a isto, são necessárias medidas de controle da poluição, que compreendam ações

que visam eliminar ou diminuir a poluição existente nos corpos hídricos e resultem em uma melhora da qualidade da água e de vida da população em geral.

Neste estudo, busca-se caracterizar e avaliar ambientalmente o Lago Municipal Aratimbó, um dos lagos mais importantes do município de Umuarama, Noroeste do Paraná, por meio de análises físico-químicas e biológicas da água, a fim de propor medidas mitigadoras para recuperação das características ambientais do lago.

A criação do lago teve como finalidade a recuperação de áreas degradadas pelo processo erosivo adiantado do Córrego Figueira, urbanizando-as com a criação de um espaço de lazer para a população, a fim de evitar a continuidade do processo erosivo e preservar as áreas lindeiras. O empreendimento se enquadra como atividade de lazer e recreação, considerado de médio porte (EIA, 1999).

Antes da intervenção do lago a área se apresentava degradada e, em partes, sem a proteção da mata ciliar. A única vegetação existente nesses pontos mais críticos era de grama mata grosso, com árvores exóticas localizadas umas distantes das outras (EIA, 1999). A implantação do projeto de urbanização e paisagismo de fundo de vale aplicado a essa área, tendo como um dos objetivos conter o processo erosivo, fez com que se criasse uma área de lazer para a população local, com a criação do Lago Municipal Aratimbó através do Decreto Municipal nº 080/99. A área do empreendimento tornou-se um ponto turístico e de referência, além de valorizar a área de loteamento então existente.

Com o alagamento da área, foi criado um ecossistema aquático composto por peixes e outros animais, como aves e pássaros. Como dito anteriormente, grande parte do córrego figueira não tem mata ciliar necessária, assim o solo é carregado para o córrego que conseqüentemente se deposita a montante do lago, causando assoreamento. Além disso, foram canalizadas descargas de águas pluviais no lago, no total de cinco, provenientes do escoamento da microbacia local, que carregam sedimento e materiais que alteram a qualidade da água do lago.

Devido às condições estéticas e sanitárias do ambiente local, pressupõe-se que existem despejos poluindo o ecossistema, pois a água apresenta características de poluição com a presença de lixo e resíduos líquidos que flutuam sobre a água. A pesca está autorizada pela Lei municipal nº 2.666, de 09 de Dezembro de 2004. A falta de armazenamento adequado para os resíduos gerados pela população faz com que esses sejam carregados para o lago através das tubulações de águas pluviais causando a poluição do corpo hídrico.

Para a análise da qualidade da água do lago serão utilizados alguns parâmetros, abaixo uma breve introdução de todos.

- **Temperatura** - A temperatura é a medida da intensidade de calor. Em corpos de água é um parâmetro importante, pois influencia em várias propriedades da água como viscosidade, oxigênio dissolvido e densidade. As variações de temperatura naturalmente são resultados do clima, tempo, latitude, altitude, período do dia, estações do ano e profundidade. O problema é quando existem influências antrópicas, ocasionadas por efluentes emitidos nos corpos de água com temperatura bem superior ou inferior à do meio. Se a temperatura for elevada o oxigênio dissolvido na água diminui, afetando diretamente a vida aquática.
- **pH (potencial hidrogeniônico)** - O pH é a representação do equilíbrio entre a concentração dos íons H^+ e OH^- no meio, o pH varia de 0 a 14, sendo que quanto mais próximo o pH de 7 mais neutro é o corpo de água, quanto mais abaixo de 7 mais ácida será a água e quanto maior que 7 mais alcalina será a água. O pH é um parâmetro importante em estudos nos campos de saneamento ambiental, e tem grande efeito sobre a fisiologia das espécies, condições de precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados e solubilidade de nutrientes.

O valor de pH na água depende de diversos fatores como vegetação, tipo de solo da bacia hidrográfica e despejos industriais e domésticos. Por ser tão importante recomenda-se uma faixa de pH entre 6 e 9 para manutenção do ecossistema aquático.

- **OD (Oxigênio Dissolvido)** - É a quantidade existente de oxigênio molecular (O_2) dissolvido em um litro de água, normalmente é expressa em mg/L e a condições normais de temperatura e pressão ($25^\circ C$ e 1 atm) o seu valor é de até 8,7 mg/L. Na água é obtido através do processo de dissolução ou aeração e também na fotossíntese dos organismos aquáticos. Os níveis de oxigênio dissolvido avaliam a capacidade de a água manter a vida aquática.

Varia de acordo com a pressão atmosférica, agitação das águas (diretamente relacionado com relevo), salinidade e temperatura que quanto maior for menor será a concentração de O_2 dissolvido. Quando o OD diminui



significativamente pode ser consequência de despejos de efluentes com alta temperatura que diminuem a capacidade de dissolução do oxigênio em água, ou da alta concentração de matéria orgânica no corpo de água, visto que alguns microrganismos aquáticos usam o oxigênio para oxidar a matéria orgânica, logo, com esse aumento mais O_2 será consumido, diminuindo a concentração deste.

A eutrofização acontece em corpos de água cuja matéria orgânica e nutrientes são tantos que todo o oxigênio disponível é consumido pelas algas que por sua vez formam uma camada grossa na superfície da água, impedindo a fotossíntese e as trocas de gases com a atmosfera. Dessa forma o oxigênio é totalmente consumido, impossibilitando a vida aeróbia. Este fenômeno acontece quando existe um grande descarte de matéria orgânica na água, como de esgotos domésticos.

- **Turbidez** - É a presença de materiais em suspensão na água, como silte, argila e substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas, ou seja, matérias capazes de absorver e espalhar um feixe de luz. A turbidez é o tanto que um feixe de luz será absorvido ou refletido ao atravessar uma amostra de água devido à presença de sólidos em suspensão e é expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

O que pode causar um aumento da turbidez é a erosão das margens dos rios e lagos, principalmente quando não há proteção de mata-ciliar, pois o solo desprotegido é carregado ao corpo de água, aumentando bastante a sua turbidez. A alta turbidez reduz a fotossíntese dos organismos aquáticos, e conseqüentemente afeta na obtenção de alimento dos peixes.

- **DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)** - É o parâmetro mais comum de indicação da poluição por matéria orgânica biodegradável, determina a quantidade de oxigênio usada para oxidar a matéria orgânica biodegradável presente no corpo de água. Normalmente é representada como $DBO_{(5,20)}$ (período de incubação de 5 dias a $20^\circ C$) é expressa em mg/L.

Ocorre naturalmente nas águas, por causa da degradação da matéria orgânica ali presente, porém em baixo nível. Quando aumentam significativamente indica possível poluição por efluentes com alta carga de matéria orgânica, como esgotos domésticos. Águas seriamente poluídas apresentam valores de DBO maiores que 10mg/L.

- **Dureza** - A dureza da água, propriamente dita é a soma das concentrações de cálcio e magnésio, ambas expressas como carbonato de cálcio ($CaCO_3$) em mg/L. As águas podem ser classificadas de acordo com a concentração de cálcio e magnésio, e são divididas em água mole, com dureza moderada, dura e muito dura; de acordo com a tabela 1:

Tabela 1: classificação da dureza.

Classificação	Dureza
Água mole	até 50 mg/L de $CaCO_3$
Água com dureza moderada	entre 50 e 150 mg/L de $CaCO_3$
Água dura	entre 150 e 300 mg/L de $CaCO_3$
Água muito dura	maior que 300 mg/L de $CaCO_3$

Águas duras não têm forte influencia na saúde humana, já que o homem necessita de 0,7 a 2,0 g de cálcio por dia, no entanto excessos de cálcio podem criar tendência para a formação de cálculos renais.

- **Alcalinidade** - A alcalinidade de um corpo de água é a capacidade que ele tem de neutralizar ácidos, isso ocorre porque toda a água natural contém ânions básicos, assim quando um efluente com certa quantidade de ácido é despejado os ânions básicos reagem com os ácidos, não deixando o pH aumentar. Tais íons mais comuns são o hidróxido (OH^-), carbonato (CO_3^{2-}) e o bicarbonato (HCO_3^-), pois são encontradas em concentrações elevadas, mas também existem o borato (BO_3^{3-}), silicatos, a amônia (NH_3) e o fosfato (PO_4^{3-}). Logo a alcalinidade é a soma de todos os íons com tal característica que estão presentes na amostra de água e é expressa em mg/L de $CaCO_3$.

O pH da água influencia na concentração dos íons que promovem a alcalinidade no corpo de água, sendo que em pH acima de 12,4 existe somente a presença de hidróxidos e carbonatos; entre 8,4 e 12,4 carbonatos e bicarbonatos; e entre 4,4 e 8,4 bicarbonatos. Em águas com pH inferiores a 4 não existe alcalinidade e acima de um pH de 10,4 não existem íons bicarbonatos porque eles reagem com o íon hidróxido formando carbonatos e água.

Em águas naturais a alcalinidade típica é entre 100 e 500 mg de CaCO_3/L , mas podem ser encontrados valores de 20 a 2000 mg de CaCO_3/L . O valor de alcalinidade de um lago é usado como uma medida de sua capacidade para manter a vida das plantas aquáticas. Um valor de alcalinidade elevado é benéfico ao meio aquático, pois além de ter uma alta capacidade de neutralização a possíveis descartes contendo ácidos, também indica um meio fértil e propício à vida, porque está diretamente ligado à disposição de íons carbonato e bicarbonato que são formas de carbono inorgânico facilmente assimiláveis pelas raízes das plantas e à quantidade de gás carbônico dissolvido para a manutenção da fotossíntese.

- **Cloreto** - O cloreto (Cl^-) é um íon que naturalmente já está presente em águas, devido à dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar. Porém podem vir de lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais. A concentração cloreto é maior em águas residuárias domésticas, do que em naturais, porque o íon cloreto é muito utilizado na dieta humana por meio do cloreto de sódio (NaCl). Assim um alto índice de cloretos presentes na água, pode indicar possível contaminação por efluentes domésticos.

Águas com elevados índice de cloretos não são recomendadas para a irrigação, pois podem desidratar as plantas e sementes, conferem sabor salgado à água e tem propriedades laxativas. É expresso em mg de Cl^- por litro (mg/L), e os valores recomendados para o consumo humano é de no máximo 250mg/L. O sabor salgado não depende somente da concentração do íon cloreto, mas também do cátion presente, se for o sódio somente 25mg/L já conferem esse sabor, porém se os cátions forem o cálcio e o magnésio pode ser que em valores de 1.000mg/L o sabor não seja percebido.

CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Para regulamentar os valores máximos e mínimos que um corpo de água deve ter de acordo com o seu uso, existem algumas disposições legais que tratam do assunto, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, na sua resolução nº 357/2005 classifica os corpos de água e dispõe sobre diretrizes ambientais para o seu enquadramento, definindo as águas como:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

Também classifica as águas doces em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. O enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade CONAMA (2005).

O lago Aratimbó, segundo a resolução, é considerado de água doce e classe 3 que são águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário;
- e) à dessedentação de animais.

As águas doces classe 3 necessitam obedecer algumas condições e padrões de qualidade dispostos na própria resolução. Algumas exigências importantes para o trabalho em questão são:

- a) Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausente;
- b) Óleos e graxas: virtualmente ausente;
- c) Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes*;
- d) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes*.

II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

**Para efeitos da resolução, virtualmente ausentes entende-se como: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar.*

Dos parâmetros analisados neste trabalho a resolução atribui valores a serem obedecidos para Cloretos, $DBO_{(5,20)}$, OD (oxigênio dissolvido), pH e turbidez. Listados abaixo:

- a) Turbidez até 100 NTU;
- b) DBO até 10 mg/L;
- c) pH 6 a 9;
- d) cloreto total 250mg/L Cl;
- e) OD, em qualquer amostra não inferior a 4 mg/L.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia foi dividida em duas etapas:

1ª etapa: realização de levantamento de campo e estudos específicos:

2ª etapa – Atividades de Educação Ambiental

1ª ETAPA, REALIZAÇÃO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO E ESTUDOS ESPECÍFICOS.

Foi realizado um estudo mensal da qualidade da água do lago, no período de doze meses, em cinco pontos diferentes. Cada ponto foi enumerado de 1 a 5, de acordo com a figura 1.



Figura 1: Localização dos pontos de coleta (imagem de satélite obtida do Google, dia da imagem 15/12/2005).

Características dos pontos:

Ponto 1: Tem cerca de 30 cm de profundidade, não recebe despejos diretos de galerias pluviais, a água é relativamente agitada em relação a outros pontos, a margem é composta de gramíneas baixas.



Figura 2: Ponto de coleta 1

Ponto 2: Grande profundidade, localizado no ponto extremo de uma plataforma de madeira que dá acesso à uma parte mais funda do lago quando comparada aos outros pontos, também tem a água mais agitada em relação a outros pontos.



Figura 3: Ponto de coleta 2

II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

Ponto 3: Recebe contribuição de água de galerias pluviais, o processo de assoreamento provocou a formação de um banco de areia impedindo que as pequenas ondas provocadas pelo vento em todo o lago influencie na movimentação das águas.



Figura 4: Ponto de coleta 3, ponto bastante assoreado.

Ponto 4: recebe despejos de galerias pluviais da micro bacia, presença de gramíneas na margem.



Figura 5: Ponto de coleta 4. Observa-se o assoreamento que o lago vem sofrendo e acúmulo de lixo.

Ponto 5: É o ponto mais próximo de residências, águas calmas, recebe despejos de galerias pluviais. Normalmente são encontrados óleos visíveis e espumas, possui odor desagradável.



Figura 6: Ponto de coleta 5.

Em cada um desses pontos foram coletadas amostras da superfície para serem determinados os seguintes parâmetros:

- I – Análise qualitativa: Temperatura, turbidez.
- II – Descrição de espécies iônicas: pH, cloretos, dureza, alcalinidade.
- III – Estudos de matéria orgânica: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}).
- IV – Características biológicas: oxigênio dissolvido (OD).

As coletas in loco sempre foram feitas no período da manhã, entre sete e nove horas.

A temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido foram determinados in-loco com equipamentos digitais para tais fins. O pH, cloretos, dureza, alcalinidade e a demanda bioquímica de oxigênio foram determinados em laboratório.

Todas as análises foram feitas em triplicata e seguiram as metodologias estabelecidas no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 1998) e foram correlacionadas. Os resultados foram analisados mediante métodos estatísticos e posteriormente, comparados aos recomendados pela legislação vigente (CONAMA, 2005).

A temperatura e o oxigênio dissolvido foram medidos com o aparelho oxímetro da marca digimed, a temperatura foi dada em Graus Celsius (°C) e o oxigênio dissolvido em miligrama por litro (mg/L), a turbidez foi obtida com o uso do turbidímetro Turbi Quant 1000 IR MERCK, e a unidade de medida usada para tal parâmetro é Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). Os valores de pH foram obtidos pelo aparelho Marconi PA – 200.

Determinação de Cloretos: Para a determinação de cloretos foi usado o método de Mohr, segundo tal metodologia a água analisada contendo certa quantidade de íons cloretos é titulada com uma solução padrão de nitrato de prata (AgNO₃) usando-se cromato de potássio como indicador. Quando o íon Ag⁺, presente na água, reage com o Cl⁻ é formado o AgCl_(s) de coloração branca, segundo a reação:



No ponto de viragem todo o Cl⁻ é consumido, assim excedente do íon Ag⁺ adicionado reage com o cromato do indicador produzindo o Ag₂CrO_{4(s)}, que possui coloração marrom-avermelhada, indicando assim o final da titulação. É

II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

necessário um excesso de Ag^+ para precipitar uma quantidade visível de $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$, assim é necessária a correção pelo branco. Abaixo a reação:



O pH da solução analisada é corrigido, pois deve estar neutro ou levemente básico para não gerar reações indesejáveis, com o cromato e a prata, que interfiram no resultado. Na titulação do branco adiciona-se 25 mL de água destilada e 3 mL de tampão 10 em um erlenmeyer de 250 mL e 5 gotas do indicador cromato de potássio 5%. Titula-se com uma solução de AgNO_3 de concentração conhecida até o aparecimento de precipitado marrom. Para a titulação das amostras do lago usa-se o mesmo procedimento citado, porém em vez de água destilada adiciona-se 25 mL da amostra.

Com o volume obtido da solução de nitrato de prata e sua concentração calcula-se o número de mols necessários para obter o ponto de viragem. Como a estequiometria da reação $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$ está de 1 mol para 1 mol, a quantidade de mols de Ag^+ presente será a mesma quantidade de Cl^- (cloretos), logo sabe-se quantos mols de Cl^- existem na amostra.

Afere-se a massa do Cl^- , em miligramas usando o número de mols. O valor até aqui obtido é dividido pelo volume da amostra 0,025L, que dará a concentração de íons Cl^- em miligrama por litro (mg/L). Depois de feitos os cálculos de cada ponto do lago em triplicata diminuem-se os valores de Cl^- em mg/L da amostra pelo valor encontrado no branco, para as devidas correções. Para uma melhor análise dos valores obtidos é feita a média e desvio padrão de cada ponto e logo após uma média dos cinco pontos. Mesmo com a correção do branco é atribuído um erro que é o desvio padrão das diferenças de volume das triplicatas.

Determinação da Dureza: Para determinação da dureza foi utilizado o método titulométrico do EDTA (Ácido etilenodiamino tetra-acético). O indicador utilizado é o negro de eriocromo T (ErioT) que ao ser adicionado na amostra e em meio alcalino, se liga a uma pequena fração dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} presentes na solução, formando dois complexos de coloração violeta, o CaErioT e MgErioT . O EDTA quando adicionado se liga aos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} livres (não ligados ao indicador), após o consumo de todos esses íons livres o EDTA desfaz as ligações de CaErioT e MgErioT e se liga aos íons de cálcio e magnésio. No momento em que todos os complexos são consumidos a amostra muda para a cor azul, indicando o final da titulação. A estequiometria da soma dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} para o EDTA é de 1:1. Abaixo o equilíbrio:



Na análise é adicionado 50 mL da amostra do lago em um erlenmeyer, 2 gotas de negro de eriocromo T e 2 mL de solução tampão pH 10 e titula-se com solução de EDTA com concentração conhecida até chegar ao ponto de viragem que é quando a amostra muda da cor violeta para a azul. Com o volume do EDTA gasto na titulação são feitos cálculos para obter o valor de dureza em mg/L da seguinte forma:

A partir do volume e da concentração do EDTA obtém-se o valor de mols de EDTA utilizados na titulação, que por sua vez é o mesmo número de mols da soma de Ca^{2+} e Mg^{2+} presentes em 50mL da amostra do lago, divide-se este valor por 0,05 litros para descobrir a concentração de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} em mol por litro (mol/L). Como a dureza é expressa em mg/L de CaCO_3 e a razão da soma dos íons $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ com a quantidade de CaCO_3 é de 1:1, chega-se ao valor em mg/L de CaCO_3 através da massa molar do CaCO_3 segundo a regra de três abaixo:

$$\begin{array}{l} 1\text{mol/L de CaCO}_3 \text{ ————— } 100.000 \text{ mg/L} \\ [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] \text{ ————— } \text{DUREZA mg/L} \end{array}$$

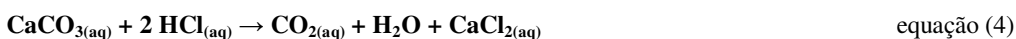
Desta forma determina-se o valor da dureza total em mg/L.

Determinação da Alcalinidade

Na determinação de Alcalinidade usa-se o método de titulação com HCl. Para saber a concentração dos íons OH⁻ e CO₃²⁻ usa-se a fenolftaleína como indicador, porém com o pH abaixo de 8,4 essas espécies de íons são insignificantes na água, logo a alcalinidade à fenolftaleína não é feita.

Para determinar a concentração do bicarbonato (HCO₃⁻) usa-se o alaranjado de metila como indicador que tem seu ponto de viragem em pH próximo de 4,5, logo, ao adicionar ácido à amostra o bicarbonato neutraliza-o, e no momento em que não existem mais bicarbonatos livres o pH da amostra diminui bruscamente, indicando o ponto de viragem.

A análise é feita da seguinte forma: adiciona-se 25 mL da amostra e 5 gotas de alaranjado de metila, titula-se com a solução de HCl de concentração conhecida até chegar ao ponto final, que é quando o indicador muda da cor amarela para a vermelha. Com o volume de HCl gasto na titulação estima-se a quantidade de CaCO₃ presente na amostra. Como a alcalinidade é expressa em CaCO₃ a concentração de bicarbonatos pode ser determinada de acordo com a reação abaixo:



Com o volume de HCl gasto na titulação e sua concentração chega-se ao número de mols de HCl usados. De acordo com a reação a estequiometria entre CaCO₃ e HCl é de 1:2, logo o número de mol de CaCO₃ necessário é a metade do HCl.

Depois de encontrado o número de mols de CaCO₃ divide-se o valor pelo volume da amostra em litros e chega-se à concentração de CaCO₃ em mol/L. Agora é necessário transformar de mol/L para mg/L, isto é feito de acordo com a regra de três abaixo:

$$\begin{array}{l} 1\text{mol/L de CaCO}_3 \text{ ————— } 100.000 \text{ mg/L} \\ [\text{CaCO}_3] \text{ ————— } \text{ALCALINIDADE mg/L} \end{array}$$

Desta forma determina-se o valor da alcalinidade total em mg/L.

Determinação da DBO_(5,20): Para a determinação da DBO_(5,20) foi feito o método da incubação sem diluição, que consiste em adicionar 300mL da amostra no frasco de DBO, após medir o valor de OD_(inicial) (oxigênio dissolvido inicial) com o oxímetro da marca digimed. Acondiciona-se o frasco na estufa a 20°C, sem a presença de luz e após 5 dias, mede-se o valor de OD_(final) (oxigênio dissolvido final), também com o oxímetro digimed e calcula-se a diferença do OD_(inicial) com o OD_(final), esta diferença é o valor de DBO_(5,20). A determinação de DBO_(5,20) foi feita todos os meses em cada ponto do lago em triplicata, e foi calculada a média dos três valores de cada ponto para a determinação da DBO_(5,20).

2ª ETAPA – ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Foi feita uma visita monitorada ao Lago Aratimbó no dia 28 de maio de 2010 com 80 alunos do quarto ano (antiga terceira série) da Escola Municipal Jardim União, 40 alunos no período da manhã e 40 alunos no período da tarde. E foram feitas explicações com linguagem apropriada, e também dinâmicas lúdicas referindo-se à importância da preservação do lago e dos problemas ambientais a ele pertinentes como: assoreamento, despejo clandestino de esgoto doméstico, lixo nos corpos de água e nas margens do lago, mortalidade atípica de peixes, possibilidade de contaminação da população pelo contato com a água e com a ingestão de peixes do lago, entre outros. Após a visita foram feitos debates próximo ao lago e em sala de aula para diagnosticar se a prática de educação ambiental foi válida e se seus conhecimentos e noções ambientais foram aprofundados, principalmente a respeito da situação do lago.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia 04 de fevereiro de 2010, foi feita a primeira análise dos parâmetros estudados, porém não foi possível determinar a dureza total do ponto 5, pois a amostra apresentou comportamento anômalo, porque já atingia o ponto de viragem com a adição de apenas umas gotas de EDTA, logo para não influenciar negativamente os resultados este ponto foi desconsiderado. Já os outros resultados foram obtidos corretamente e estão nas tabelas 3 a 26.

Tabela 3: Parâmetros do Lago Aratimbó, (fevereiro de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	23,4	7,14	4,31	21,77	1,72
Ponto 2	24,2	7,27	3,52	15,26	1,94
Ponto 3	23,7	6,43	4,43	30,47	0,30
Ponto 4	24,5	6,47	3,01	10,92	0,98
Ponto 5	23,8	6,40	1,09	16,11	5,56
Média	23,9	6,74	3,27	18,91	2,10

Tabela 4: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (fevereiro de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	20,72 ± 0,26	56,34 ± 1,09	215,65 ± 0,73
Ponto 2	22,59 ± 0,94	56,28 ± 0,05	218,11 ± 1,50
Ponto 3	13,37 ± 0,21	29,06 ± 0,55	219,76 ± 0,30
Ponto 4	13,99 ± 0,08	51,59 ± 0,77	216,55 ± 0,71
Ponto 5	*	74,93 ± 0,36	231,44 ± 1,49
Média	17,67 ± 0,25	53,64 ± 0,57	220,30 ± 0,81

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

*não foi possível determinar

Análises realizadas no dia 14 de março de 2010.

Tabela 5: Parâmetros do Lago Aratimbó, (março de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	26,6	7,30	1,95	56,47	2,83
Ponto 2	26,8	7,02	2,42	81,29	3,10
Ponto 3	24,5	7,40	3,62	171,60	2,16
Ponto 4	25,6	6,90	2,10	47,83	4,61
Ponto 5	26,0	7,40	2,18	397,40	3,82
Média	25,9	7,20	2,45	150,92	3,30

Tabela 6: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (março de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	41,68 ± 0,12	64,17 ± 0,29	154,86 ± 0,93
Ponto 2	41,24 ± 0,12	68,43 ± 0,70	153,06 ± 0,94
Ponto 3	51,97 ± 0,13	74,06 ± 0,38	154,67 ± 0,36
Ponto 4	51,27 ± 0,08	71,46 ± 0,28	155,66 ± 0,43
Ponto 5	42,81 ± 0,14	85,46 ± 0,87	149,52 ± 0,73
Média	45,79 ± 0,12	72,72 ± 0,51	153,55 ± 0,63

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 21 de abril de 2010.

Tabela 7: Parâmetros do Lago Aratimbó, (abril de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	25,2	7,37	2,42	17,6	3,44
Ponto 2	25,6	7,22	5,70	13,7	1,81
Ponto 3	24,7	6,41	3,70	6,47	1,02
Ponto 4	24,78	6,30	2,70	5,14	1,78
Ponto 5	24,6	6,64	2,30	23,73	1,81
Média	25,0	6,79	3,36	13,33	1,97

Tabela 8: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (abril de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	53,53 ±0,49	57,58 ± 1,95	274,69 ± 0,86
Ponto 2	55,07 ± 0,60	55,79 ± 0,27	268,50 ± 2,17
Ponto 3	54,48 ± 0,45	32,81 ± 1,41	242,12 ± 0,66
Ponto 4	48,33 ± 1,47	50,32 ± 0,66	260,70 ± 1,48
Ponto 5	53,69 ±2,13	66,95 ± 0,65	273,70 ± 2,84
Média	53,02 ± 0,84	52,69 ± 0,99	263,94 ± 1,39

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 21 de maio de 2010.

Tabela 9: Parâmetros do Lago Aratimbó, (maio de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	17,9	6,83	4,50	463,30	3,00
Ponto 2	18,5	6,70	5,00	457,00	2,85
Ponto 3	19,7	6,17	2,00	15,06	2,55
Ponto 4	19,7	6,37	3,70	18,32	2,80
Ponto 5	18,5	6,69	2,90	374,10	2,75
Média	18,9	6,55	3,62	265,56	2,79

Tabela 10: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (maio de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	35,72 ± 0,32	31,75 ± 0,09	229,26 ± 2,17
Ponto 2	38,93 ± 0,34	30,51 ± 0,32	230,21 ± 1,64
Ponto 3	47,36 ± 0,21	56,49 ± 0,23	227,84 ± 0,82
Ponto 4	51,68 ± 0,14	51,59 ± 0,62	199,95 ± 1,42
Ponto 5	42,87 ±0,27	32,69 ± 0,05	196,65 ± 2,95
Média	43,31 ± 0,25	40,61 ± 0,26	216,78 ± 1,65

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 26 de junho de 2010.

Tabela 11: Parâmetros do Lago Aratimbó, (junho de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	20,8	7,39	5,70	17,89	2,00
Ponto 2	20,8	7,30	6,80	19,36	1,80
Ponto 3	20,6	6,13	6,70	20,91	2,85
Ponto 4	19,6	6,43	3,70	9,63	1,45
Ponto 5	19,8	6,82	3,10	9,13	2,00
Média	20,4	6,81	5,20	15,38	2,02

Tabela 12: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (junho de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	51,36 ± 0,42	51,86 ± 0,32	209,50 ± 0,36
Ponto 2	51,69 ± 0,38	48,02 ± 0,32	223,40 ± 0,64
Ponto 3	33,45 ± 0,06	30,18 ± 0,05	223,59 ± 0,57
Ponto 4	52,89 ± 2,35	42,49 ± 2,16	226,57 ± 0,43
Ponto 5	58,55 ± 0,51	49,44 ± 0,64	224,06 ± 0,57
Média	49,59 ± 0,41	44,40 ± 0,70	221,43 ± 0,50

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 30 de julho de 2010.

Tabela 13: Parâmetros do Lago Aratimbó, (julho de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	20,8	7,38	7,90	10,94	2,05
Ponto 2	20,5	7,17	8,20	12,94	2,40
Ponto 3	19,4	6,92	5,90	12,34	2,55
Ponto 4	19,6	6,47	3,10	2,90	1,90
Ponto 5	21,5	7,04	7,04	11,51	2,50
Média	20,4	7,00	7,00	10,13	2,28

Tabela 14: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (julho de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	52,64 ± 0,64	74,92 ± 0,19	201,70 ± 0,22
Ponto 2	53,65 ± 0,41	73,06 ± 0,19	201,09 ± 0,38
Ponto 3	61,63 ± 0,08	80,37 ± 0,65	212,62 ± 0,36
Ponto 4	55,23 ± 0,05	72,47 ± 0,55	207,38 ± 0,46
Ponto 5	52,68 ± 0,54	72,13 ± 0,07	216,97 ± 0,43
Média	55,17 ± 0,22	74,59 ± 0,33	207,95 ± 0,35

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 27 de agosto de 2010.

Tabela 15: Parâmetros do Lago Aratimbó, (agosto de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	22,1	7,55	5,20	16,83	3,00
Ponto 2	21,8	7,58	5,63	17,55	4,50
Ponto 3	20,6	7,25	3,52	13,13	5,10
Ponto 4	22,8	7,56	4,30	5,44	3,15
Ponto 5	22,6	7,56	3,68	16,90	4,20
Média	22,0	7,30	4,47	13,97	3,99

Tabela 16: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (agosto de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	53,21 ± 0,22	59,27 ± 0,95	218,49 ± 2,38
Ponto 2	52,49 ± 0,28	61,54 ± 0,55	220,42 ± 0,73
Ponto 3	54,52 ± 0,14	75,27 ± 0,70	222,31 ± 0,94
Ponto 4	46,91 ± 0,10	51,98 ± 0,64	218,20 ± 0,46
Ponto 5	52,09 ± 0,10	60,81 ± 0,05	221,04 ± 0,46
Média	51,85 ± 0,16	61,77 ± 0,58	220,09 ± 0,81

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 28 de setembro de 2010.

Tabela 17: Parâmetros do Lago Aratimbó, (setembro de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	23,3	7,36	5,00	20,61	3,50
Ponto 2	21,8	7,44	6,40	26,35	2,10
Ponto 3	21,4	7,55	4,10	17,37	2,78
Ponto 4	23,8	6,50	4,60	10,24	3,57
Ponto 5	22,5	6,83	4,80	14,36	3,90
Média	22,6	7,14	4,98	17,79	3,17

Tabela 18: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (setembro de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	45,59 ± 0,33	59,60 ± 0,24	206,15 ± 0,30
Ponto 2	45,03 ± 0,18	57,40 ± 0,19	219,57 ± 0,30
Ponto 3	49,87 ± 0,24	64,11 ± 0,19	227,00 ± 0,22
Ponto 4	47,81 ± 0,12	51,38 ± 0,19	218,39 ± 0,28
Ponto 5	51,51 ± 0,12	57,49 ± 0,23	223,31 ± 0,22
Média	47,96 ± 0,18	57,99 ± 0,21	218,88 ± 0,26

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 26 de outubro de 2010.

Tabela 19: Parâmetros do Lago Aratimbó, (outubro de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	20,1	7,22	5,60	23,51	3,20
Ponto 2	20,5	7,12	5,20	36,42	3,30
Ponto 3	20,6	7,41	3,20	29,94	3,60
Ponto 4	21,1	6,74	4,40	17,06	4,05
Ponto 5	21,3	6,81	4,50	23,23	4,65
Média	20,7	7,06	4,58	26,03	3,76

Tabela 20: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (outubro de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	48,48 ± 0,07	55,49 ± 0,05	207,14 ± 0,22
Ponto 2	51,09 ± 0,08	57,64 ± 0,23	205,53 ± 0,22
Ponto 3	50,21 ± 0,06	62,45 ± 0,14	210,64 ± 0,08
Ponto 4	43,92 ± 0,12	47,54 ± 0,24	198,96 ± 0,28
Ponto 5	49,35 ± 0,05	65,59 ± 0,18	201,89 ± 0,16
Média	48,61 ± 0,07	57,74 ± 0,17	204,83 ± 0,18

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 25 de novembro de 2010.

Tabela 21: Parâmetros do Lago Aratimbó, (novembro de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	21,2	7,32	5,60	51,32	3,75
Ponto 2	21,6	7,15	5,20	67,23	2,30
Ponto 3	21,3	7,18	4,60	36,21	3,40
Ponto 4	21,1	7,41	4,70	20,08	2,65
Ponto 5	20,4	7,21	4,30	26,44	3,65
Média	21,1	7,25	4,88	40,25	3,15

Tabela 22: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (novembro de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	44,97 ± 0,16	61,90 ± 0,41	207,80 ± 0,22
Ponto 2	41,77 ± 0,23	56,31 ± 0,23	201,47 ± 0,22
Ponto 3	33,21 ± 0,02	66,62 ± 0,32	210,54 ± 0,30
Ponto 4	49,04 ± 0,14	54,67 ± 0,14	216,03 ± 0,50
Ponto 5	43,09 ± 0,10	59,06 ± 0,16	221,89 ± 0,30
Média	42,42 ± 0,10	59,71 ± 0,25	211,55 ± 0,29

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 16 de dezembro de 2010.

Tabela 23: Parâmetros do Lago Aratimbó, (dezembro de 2010).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	23,5	6,89	6,20	123,84	2,70
Ponto 2	22,8	6,92	6,40	143,68	1,70
Ponto 3	22,4	6,98	4,30	80,63	4,20
Ponto 4	23,1	7,06	5,60	32,35	2,85
Ponto 5	22,3	6,51	4,80	56,47	4,25
Média	22,8	6,87	5,46	87,39	3,14

Tabela 24: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (dezembro de 2010).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	57,13 ± 0,20	49,96 ± 0,10	192,06 ± 0,08
Ponto 2	54,11 ± 0,13	51,26 ± 0,24	193,05 ± 0,33
Ponto 3	41,67 ± 0,02	49,32 ± 0,05	220,23 ± 0,85
Ponto 4	48,85 ± 0,05	47,51 ± 0,28	199,34 ± 0,22
Ponto 5	43,43 ± 0,06	45,48 ± 0,14	208,56 ± 0,50
Média	49,04 ± 0,07	48,70 ± 0,16	202,46 ± 0,37

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Análise realizada no dia 14 de janeiro 2011.

Tabela 25: Parâmetros do Lago Aratimbó, (janeiro de 2011).

	T _{água} (°C)	pH	OD (mg/L)	Turbidez(UNT)	DBO _{5,20} (mg O ₂ /L)
Ponto 1	22,4	7,36	6,30	84,65	3,40
Ponto 2	21,6	7,31	6,40	71,25	3,05
Ponto 3	20,1	6,23	4,60	40,36	3,85
Ponto 4	22,7	6,24	5,10	26,81	3,35
Ponto 5	22,2	6,75	4,10	51,97	4,60
Média	21,8	6,78	5,30	55,01	3,65

Tabela 26: Valores de dureza total, alcalinidade total e cloretos, (janeiro de 2011).

	Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	Alcalinidade total (mg/L de CaCO ₃)	Cloretos (mg/L de Cl)
Ponto 1	41,21 ±0,02	54,92 ±0,38	220,99 ± 0,70
Ponto 2	43,09 ±0,10	52,89 ±0,36	217,35 ± 0,50
Ponto 3	40,19 ±0,06	54,22 ±0,29	213,00 ± 0,38
Ponto 4	45,01 ±0,24	51,41 ±0,19	218,96 ± 0,43
Ponto 5	42,37 ±0,08	55,64 ±0,05	215,79 ± 0,22
Média	42,38 ±0,08	53,82 ±0,25	216,27 ± 0,41

As margens de erro correspondem ao desvio-padrão das médias em triplicata.

Em relação à prática de educação ambiental percebeu-se que antes da visita monitorada ao lago Aratimbó o conhecimento dos alunos sobre questões ambientais era visivelmente restrito, pois o mais mencionado por eles era a questão do lixo nas ruas, porém não conheciam os impactos que esse lixo causava na natureza.

Durante a visita observou-se grande interesse e participação dos alunos nos temas abordados. Após o passeio e de toda a explicação com ênfase nos assuntos inerentes ao meio ambiente e ao lago Aratimbó, era visível que eles realmente

absorveram conhecimentos sobre as questões como, assoreamento, despejo clandestino de esgoto doméstico, lixo no lago e suas consequências, possibilidade de contaminação da população por meio da água e dos peixes usados como alimento. Demonstraram interesse e conscientização ambiental participando dos debates feitos em sala de aula.

Com todo o trabalho de educação ambiental, pode-se dizer que o resultado foi positivo, pois, antes da visita os alunos tinham noções vagas de valores ambientalmente corretos e após a visita as crianças mostraram interesse e conscientização ambiental, com valores bem mais consistentes sobre o meio ambiente.

Como já foi citado, dos parâmetros analisados no trabalho a resolução atribui valores a serem obedecidos para Cloretos, DBO_(5,20), OD (oxigênio dissolvido), pH e turbidez. Comparando a média dos parâmetros de todos os pontos com as condições e padrões de qualidade da resolução CONAMA 357/2005, citados anteriormente, o pH e a DBO atenderam às disposições da resolução, a turbidez foi acima de 100 UNT nos meses de março e maio, o cloreto total foi superior a 250 mg/L de Cl⁻ somente no mês de abril, mas os valores sempre foram próximos do valor máximo permitido, isto pode ser consequência dos descartes clandestinos de esgoto doméstico pela rede pluvial, já que cloretos é um ótimo indicador para contaminação por efluentes domésticos.

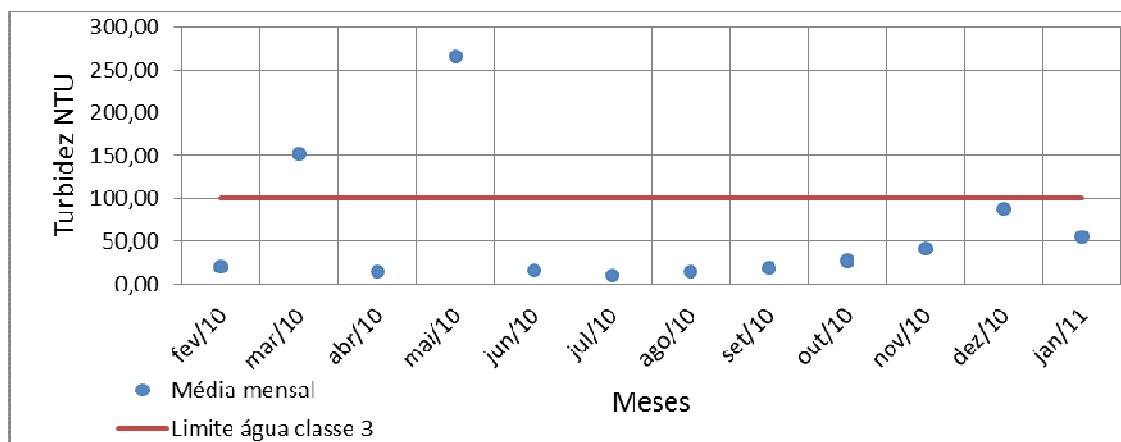


Figura 7: Gráfico com valores médios de turbidez por mês.

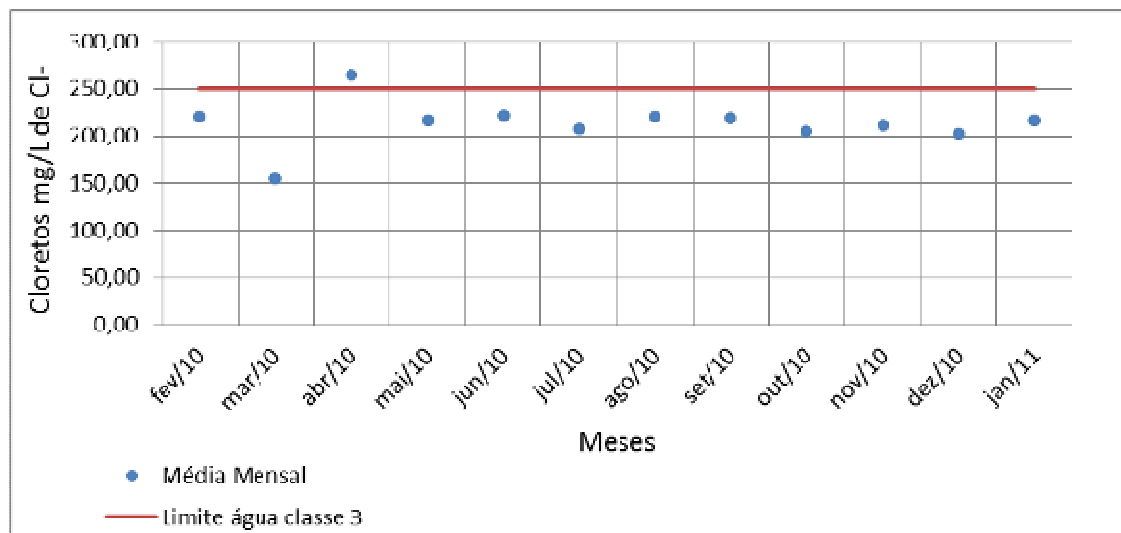


Figura 8: Gráfico com valores médios de cloretos por mês.

A média de oxigênio dissolvido por sua vez, foi menor que 4 mg/L nos quatro primeiros meses: fevereiro, março, abril e maio, todos os outros meses os valores foram maiores que o mínimo exigido pela resolução.

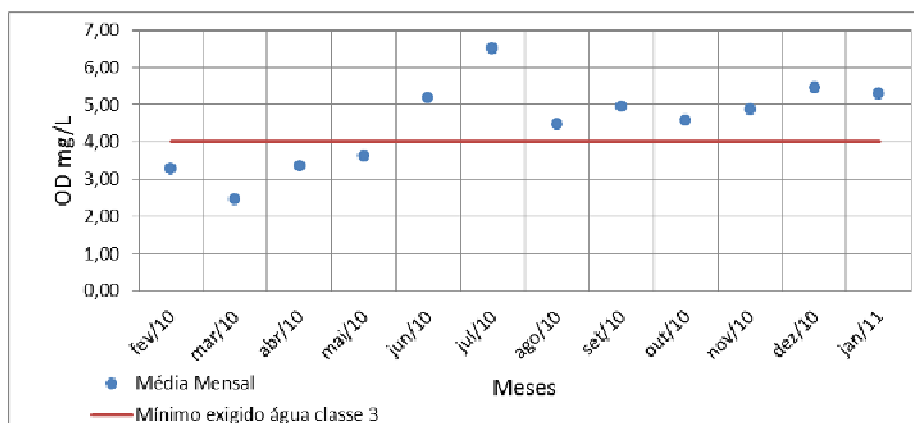


Figura 9: Gráfico com valores médios de Oxigênio Dissolvido por mês.

Os valores médios da temperatura da água estão diretamente ligados à temperatura do ar nos dias da coleta e os valores foram entre 18,86 °C em maio e 25,90 °C em março. Não se deve levar em consideração somente os valores das médias dos pontos, como também os valores de cada ponto, pois de acordo com os resultados das análises, em alguns meses, os parâmetros variam consideravelmente de um ponto para o outro. Isto se deve às particularidades de cada um.

A turbidez alcançou valores próximos de 400 UNT nos pontos 1 e 2 nos meses de maio e março, que foram dias que a análise in-loco foi feita depois de dias chuvosos. Esses elevados valores comprovam o processo de assoreamento que o lago vem sofrendo.

A DBO não ultrapassou os valores permitidos pelo CONAMA, porém nos pontos próximos a despejos de águas pluviais os valores quase sempre foram maiores em relação aos outros pontos. O valor máximo de DBO foi de 5,56 mg de O₂/L em fevereiro e no ponto 5, que é onde se observa com maior frequência odor fétido, que provavelmente é causado por ligações clandestinas de esgoto doméstico nas galerias pluviais que escoam no lago.

O oxigênio dissolvido, quando analisado ponto a ponto, percebe-se que nos pontos 1 e 2 na maioria das vezes os valores são maiores que no restante dos pontos, pois os dois primeiros pontos estão em locais onde a água é mais agitada, o que aumenta o OD. O ponto 2 está localizado mais afastado da margem em relação aos outros pontos, por isso seu valor de OD pode ser a melhor representação do corpo de água como um todo. No ponto 2 o valor chegou até 8,2 mg de O₂/L no mês de julho.

Os valores da Alcalinidade Total normalmente são entre 100 e 500 mg de CaCO₃/L, mas podem variar de acordo com cada situação, no caso do lago estudado o valor máximo obtido foi de 85,46 mg de CaCO₃/L no mês de março (ponto 5), sendo que os valores médios foram entre 40 a 75 mg de CaCO₃/L.

A água do lago possui certa capacidade de neutralizar ácidos e conseqüentemente consegue manter a vida das plantas aquáticas, porém não está entre as melhores condições. Em alguns meses o valor de alcalinidade foi abaixo de 40 mg de CaCO₃/L, chegando a 29,06 mg de CaCO₃/L no ponto 3 em fevereiro. A figura 10, com o gráfico dos valores de alcalinidade em todos os pontos e em todos os meses de duração do trabalho.

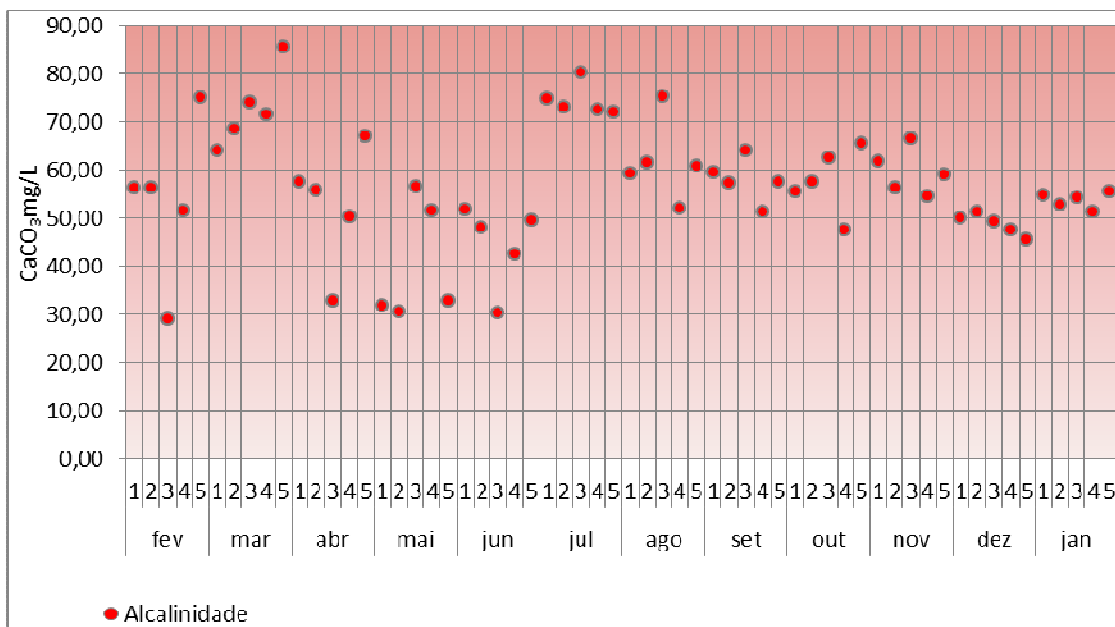


Figura 10: Gráfico com valores mensais de alcalinidade de todos os pontos.

Os valores mensais de dureza da média dos 5 pontos ficaram entre 17,67 mg de CaCO₃/L em fevereiro e 55,17 mg de CaCO₃/L em julho. De acordo com a classificação das águas quanto à dureza a água do lago foi de dureza moderada nos meses de abril, julho e agosto, e de classificação mole nos outros meses, de acordo com o gráfico da figura 11.

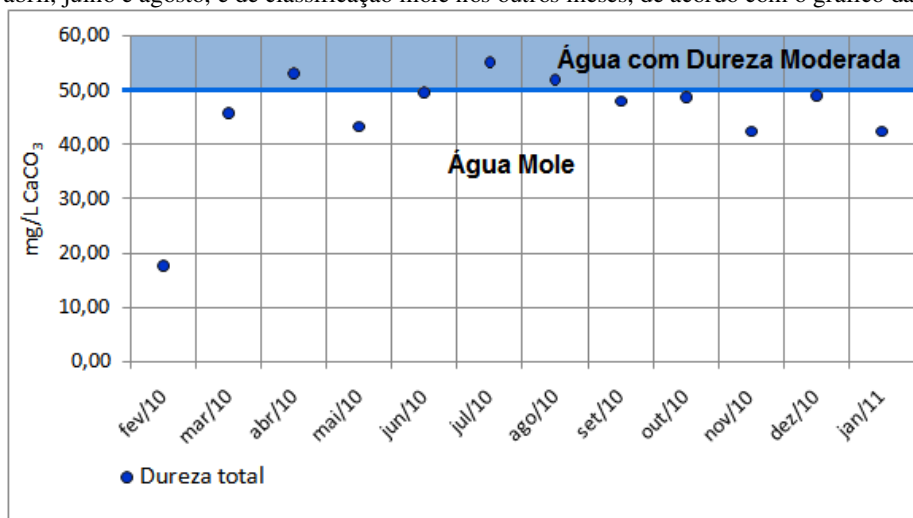


Figura 11: Gráfico com valores médios de dureza e classificação quanto a sua dureza.

A partir dos resultados da prática de educação ambiental com os alunos do quarto ano da Escola Municipal Jardim União pode-se inferir que realmente é necessário praticas de educação ambiental, pois foi observado, neste caso, que grande parte das crianças tinham conhecimentos vagos sobre problemas inerentes ao meio ambiente, principalmente os enfrentados pelo lago Aratimbó. Quando questionadas sobre o que fazer para conservar o meio ambiente a maioria sabia somente a seguinte frase: “Não jogar lixo nas ruas”.

Assuntos como emissão de gases por queima de combustíveis fósseis, assoreamento, contaminação da água por agentes patogênicos, despejos industriais e domésticos não fazem parte do universo infantil, mas mesmo assim podem ser abordados quando expostos com linguagem e métodos apropriados para a idade. Isso pode ser feito levando as crianças ao meio degradado, o que facilita o entendimento, porque quando estão presentes e visualizando os problemas o aprendizado é maior.

Além das análises físico – químicas feitas no período de Projeto e das práticas de educação ambiental que compreenderam a visita ao lago e discussões posteriores em sala de aula, foi feito um acompanhamento nos 12 meses observando-se alguns problemas que o lago vem sofrendo, e os que mais se destacaram foram o assoreamento e o acúmulo de lixo na superfície do corpo d'água.

O Lago Aratimbó recebe contribuições de água do córrego figueira, que sofre pela falta de mata ciliar, quando ocorrem chuvas mais fortes grandes volumes de terra são carreados ao córrego, que posteriormente se depositam no fundo do lago.

Na tentativa de resolver este problema foi construída uma barragem no córrego, a montante do lago com o objetivo de não deixar o solo carreado ir para o lago, porém atualmente a barragem foi rompida pelas fortes chuvas. As figuras 12 e 13 demonstram o grave processo de assoreamento que o lago vem sofrendo, ambas foram fotografadas do mesmo local, mas com intervalo de aproximadamente um ano.



Figura 12: fotografado em novembro de 2010.



Figura 13: fotografado em 2009 por Rogério Bernardini de Oliveira

Parte do corpo de água próximo ao ponto 3 foi substituído por solo carreado diminuindo a profundidade desta área. Se medidas mitigadoras não forem tomadas quanto a esta situação a cada chuva forte mais solo será arrastado para dentro do lago, desta forma o volume de solo pode avançar lago adentro, de forma que o volume de água diminua ainda mais.



Figura 14: Grande volume de solo carregado próximo ao ponto 3



Figura 15: assoreamento próximo ao ponto 3

Outra questão que deve ser levada em consideração é do acúmulo de lixo no corpo de água do lago. O Lago Aratimbó é um local que a população utiliza para o lazer, e algumas pessoas levam alimentos e bebidas com embalagens ao lago, e após consumi-las não dão destinação correta às embalagens, jogando nas áreas à margem do lago e o vento acaba levando estes resíduos ao corpo de água.

O lixo acumulado no lago também é proveniente das águas pluviais da micro-bacia local que carregam todos os resíduos das ruas, avenidas e zonas residenciais ao redor até às galerias pluviais, que por sua vez são despejados no lago. Este problema é ilustrado nas figuras 16 e 17, que mostram o lixo que devido ao movimento das águas fica acumulado em partes específicas do lago.



Figura 16: Resíduos sólidos acumulados em porção de solo proveniente do assoreamento.



Figura 17: Acumulo de resíduos sólidos no corpo de água do lago.

Como exposto anteriormente, a resolução 357/2005 do CONAMA faz as seguintes exigências como condições de qualidade de água para a classe 3:

- a) Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausente;
- b) Óleos e graxas: virtualmente ausente;
- c) Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- d) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes.

A situação do lago não está de acordo com essas condições de qualidade, resíduos sólidos objetáveis estão presentes em diversas partes do lago, como exposto nas figuras 16 e 17. Existem substâncias que comunicam odor desagradável no lago, e acontece com mais frequência no ponto 5. Traços de óleos e graxas são observados esporadicamente principalmente no ponto 3, 4 e 5, que recebem contribuição das galerias pluviais.



II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

Por meio das análises físico-químicas realizadas e do acompanhamento de algumas condições e padrões de qualidade de água estabelecidas pela resolução 357/2005 do CONAMA verificou-se que o lago estudado não atende a diversas exigências para águas classe 3, sendo necessárias inúmeras ações mitigatórias para isso ocorrer.

Uma medida mitigatória é uma maior fiscalização quanto às ligações de esgoto clandestinas na rede pluvial, pois este é um grave problema que influencia diretamente nos padrões de qualidade da água. Quanto ao assoreamento uma forma preventiva de reduzi-lo seria um programa de recuperação da mata ciliar ao longo do Córrego Figueira, desta forma, com uma mata ciliar adequada o solo não iria ser carregado ao lago. Este processo teria melhores resultados que a própria construção da barragem a montante do lago. Também são necessárias medidas corretivas, como a retirada da terra por processos de dragagem.

Para melhorar a questão do lixo acumulado nos corpos de água existem algumas medidas a serem tomadas, como a instalação de mais lixeiras em torno do lago e a implantação de ações de educação ambiental para conscientizar os frequentadores do Lago Aratimbó e os moradores da região da micro bacia do lago a fim de que destinem adequadamente os resíduos gerados por suas inúmeras atividades.

CONCLUSÃO

A partir das análises físico-químicas e do acompanhamento da situação ambiental do Lago Aratimbó do município de Umuarama – PR, no período de 01 de fevereiro de 2010 a 31 de janeiro de 2011, foi possível estudar o caso do lago e propor medidas mitigatórias que buscam sua revitalização e correta manutenção.

As atividades de educação ambiental atingiram seu objetivo de conscientizar as crianças do Ensino Fundamental do município de Umuarama-PR a respeito da contaminação do lago Aratimbó e da necessidade de sua preservação, assim como da importância da preservação do meio ambiente como um todo, visando formar pessoas com uma melhor consciência ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 357, 17 de março de 2005. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.
2. Esteves, F. A. Fundamentos de limnologia. 2ª edição. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 1998.
3. Construtora Oshima de Projetos e Obras Ltda (COPOL). Estudo de Impacto Ambiental. Lago Municipal Aratimbó. Umuarama, 1999.
4. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association, Water Environmental Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 200 edição, Washington 1998.