

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA BARRAGEM DO RIACHO JARDIM, EM ARACATU-BA, OCASIONADOS PELO PROCESSO DE RETIRADA DAS MACRÓFITAS.

Geisa Fernandes Galvão Loureiro

Assistente de Saneamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) - geisabio@gmail.com.

Hegel Alencar de Sena Pereira

Analista de Saneamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) - altetr.nh@hotmail.com.

Lenildo Gusmão

Assistente de Saneamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) – lenildo.gusmao@yahoo.com.

Álvaro Newman Vasconcelos Aguiar

Analista de Saneamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) – alvaro_newman@hotmail.com.

Abstract – The study of water bodies is essential for the ecological maintenance of water sources. This will need to be periodically evaluated their physical-chemical aspects, and biogeochemical phytosociological to understand how interventions can be made in dry periods to maintain water supplies for human watering. The drought has made the Garden Creek Dam in the town of Aracatu-Ba-Br, a closed system, with sudden physical and chemical changes, proliferation and decomposition of macrophytes, starting the process of eutrophication. To avoid loss of the spring was thought the mechanical removal of aquatic vegetation, but after evaluation on a pilot project, it was shown that this procedure would be unfeasible due to disastrous consequences to the aquatic environment, the time when it was found that external actions As the recovery of riparian vegetation would mitigate the eutrophication process triggered in the spring.

Palavras-Chave – Eutrofização, Macrófitas, Ecologia de Barragens.

INTRODUÇÃO

O município de Aracatu está situado no Sudoeste da Bahia. É abastecido com água potável pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA, pertencendo à área administrativa da Unidade Regional de Vitória da Conquista - USV. Tendo em vista o período de estiagem e mudanças na qualidade da água, foi desenvolvido um trabalho de avaliação das condições apresentadas pela Barragem do Riacho do Jardim, manancial dessa localidade.

O objetivo desse estudo é verificar as possíveis alterações na qualidade físico-química e biológica deste corpo hídrico e o comprometimento do abastecimento da população, caso venha a ser realizada a remoção mecânica total das macrófitas (plantas aquáticas) que até então tomam 79% do espelho d'água.

Segundo dados da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia- SEI (2008), a população do município de Aracatu é de 14.168 habitantes. O município está situado na Bacia do Rio de Contas, sua fitofisionomia é de caatinga arbórea aberta, podendo apresentar palmeiras. O clima da região é característico de semiárido. Sua geologia apresenta anfíbolitos, biotita-gnaisses, biotita-granitoide, rochas ultrabásicas e xistos.

Esta geomorfologia apresenta alta concentração de Ferro, Magnésio, Manganês, Cálcio, Sódio, Alumínio e Potássio, dentre outros componentes, que são representativos como nutrientes para o ecossistema aquático, ou seja, estão relacionados com a concentração dessas substâncias na água, retirados das rochas por ionização. A capacidade de dissolução aumenta com as variações da temperatura, acidez, fluxo da água e concentração de oxigênio dissolvido. A concentração de íons dissolvidos na água está relacionada não só com a dissolução e drenagem das rochas que acomodam a calha do rio, como também com a lixiviação do solo após precipitações (TUNDISE E TUNDISE, 2008).

No entorno da barragem, não há presença de vegetação ripária. Esta se caracteriza como mata ciliar de grande porte, que atuaria minimizando a ação dos ventos no ecossistema aquático, além de protegê-lo de poluentes residuais externos e dos processos de evaporação. Ocorrem nestas margens áreas de plantio e pastagem, as quais podem estar contribuindo com fezes e adubos químicos, para o agravamento das condições bio físico-químicas do corpo hídrico (LOUREIRO, PEREIRA e GUSMÃO, 2010).

O lago tem apresentado rebaixamento do seu nível à razão de um cm/dia, conforme informações do Sistema Local de Abastecimento de Aracatu. Como não há extravasamento, devido ao longo período de estiagem, tornou-se um sistema fechado, passível de ocorrências de fenômenos físico-químicos indesejáveis e predomínio de populações de seres fito ou zoo aquáticos capazes de modificar a qualidade da água. Além disso, existem muitas captações de irrigadores, irregulares, sem outorga do Instituto de Gestão das Águas e Clima- INGÁ.

Para o desenvolvimento de prováveis intervenções, optou-se pela realização de um projeto piloto, quando foi realizada a remoção das macrófitas de parte da barragem e verificadas as alterações do meio, sendo possível projetar os efeitos sobre todo o corpo hídrico, após a limpeza.

METODOLOGIA

Para o monitoramento da Barragem de Aracatu, foi realizado um planejamento prévio, no qual foram listadas as atividades a serem desenvolvidas, no período compreendido entre julho e setembro/2010, visando levantar aspectos físico-químicos e biológicos do local. Utilizou-se a seguinte metodologia:

Reconhecimento de Campo: Foram realizadas visitas à localidade para coleta de amostras das plantas invasoras. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos, dispostas sobre folhas de papel para secagem e posteriormente, identificadas. Foi possível levantar, em bibliografia específica, características fisiológicas e metabólicas de algumas espécies, bem como suas interações com o meio aquático. Nesta etapa, também foram coletadas amostras de água para análises físico-químicas e hidrobiológicas. Alguns moradores das proximidades forneceram dados relevantes, em conversa informal, quanto ao uso de agrotóxicos e/ou fertilizantes químicos.

Delimitação da área: A partir dos resultados das análises, a barragem foi dividida em quatro zonas de estudo. Uma delas foi delimitada como a área piloto, utilizada para avaliar os impactos da limpeza das macrófitas. Isso facilitou a descrição de possíveis alterações de características no curso do rio, a saber:

Zona 01 (Extremidade anterior ao Piloto): Parte deste local está tomada por macrófitas e a outra apresenta clareiras, justamente onde houve queima de taboas e os baceiros afundaram em grande extensão (fig.01, 02, 03). Coordenadas: S 14° 27,3' 1,0"/ W 41° 30,5' 1,3".



Figura 01: Fazenda Jacaré. Extremidade da barragem onde se iniciou os estudos.



Figura 02: Área da primeira coleta na Z1. É possível observar a coloração vermelho-terra apresentada pela água.



Figura 03: Borda da barragem mostrando a coloração da água vermelho-terra, na primeira coleta, diferente da coloração normal, cuja limpidez é descrita por moradores.

Zona 02 (Piloto): Local coberto por macrófitas, selecionado como área experimental para limpeza da barragem (figura 04). Coordenadas: S 14° 27' 31"/ W 41° 31' 17,3".



Figura 04: Área coberta por macrófitas sobrenadantes.

Zona 03 (Área estagnada posterior ao Piloto): Local coberto por macrófitas e de grande profundidade (fig. 05). Coordenadas: S 14° 27' 35,2"/ W 41° 31' 19,5".



Figura 05: Área posterior ao piloto.

Zona 04 (Captação): Local onde a água é captada através de recalque para a Estação de Tratamento de Água – ETA (fig. 06 e 07). Coordenadas: S 14° 26' 55,2"/ W 41° 31'41,6".



Figura 6: Área da casa de bombas da captação de Aracatu.



Figura 7: Captação de Aracatu.

Preparação para as campanhas de campo: Foi desenvolvido um cronograma de análises periódicas para monitoramento da qualidade da água e determinação de pontos de coleta, onde foi prevista a realização de análises simples, utilizando-se equipamentos portáteis disponíveis para medição de Temperatura, Oxigênio Dissolvido, pH, Condutividade Elétrica; Cor; Turbidez; Nitrito; Nitrato; Fósforo. Análises mais complexas, como determinação de agrotóxicos, quantidade e qualidade hidrobiológica, foram solicitadas ao Laboratório Central. As análises foram realizadas na área delimitada e em pontos anteriores e posteriores até as proximidades da captação. As coletas foram realizadas diariamente durante todo o período de limpeza da área piloto.

Para realizar a análise de pH utilizou-se o pH-metro Policontrol, modelo pH-250, de temperatura e OD, o Oxímetro portátil HANNA, de turbidez, o turbidímetro Policontrol, modelo AP 2000, de cor aparente, o colorímetro Nessler Quanti 200, de fósforo, nitrito e nitrato, o colorímetro HACH, modelo DR 890, de condutividade, o Condutivímetro ORION, mod. 115. As amostras foram coletadas em três pontos referentes a cada Zona de estudo, durante quatorze dias em que foi realizada a limpeza e uma após o seu término.

Limpeza da área piloto: Remoção mecânica da vegetação, com mensuração de tempo para realização do serviço, número de funcionários, tamanho da área e destinação adequada dos resíduos.

A limpeza da área piloto da barragem foi realizada por oito homens num período de 14 dias. O equipamento utilizado foi barco, foice e corda. Em princípio, iniciou-se a remoção da vegetação de borda e em seguida abriu-se uma clareira que atravessou até a outra margem. Após esta etapa foi feita outra trilha paralela, delimitando a área onde a vegetação seria removida.

Para remover os tufos de macrófitas, dois homens, em um barco, cortaram o baceiro que eram puxados com cordas por operadores localizados na margem. Depois foram arrastados para fora com as mãos.

A área total onde foram removidas as macrófitas é de 1.600 m². A massa da vegetação removida foi obtida pela pesagem de 1 m² de macrófitas e multiplicado pela área total. Isto foi feito com o material removido ainda úmido, após secagem ao ar livre por três dias.

A vegetação removida foi colocada na borda da barragem. Assim, a água retida nas folhas e raízes das plantas evaporou, infiltrou no solo ou retornou para a barragem por escoamento. A sequência de fotos de 08 a 15, mostra como foi realizada a limpeza da área piloto:



Figura 08: Barco puxado até a margem, com tufos de macrófitas.



Figura 09: Baceiro sendo puxado com uma vara até a margem



Figura 10: Tufos removidos com as mãos até a margem.



Figura 11: Tufos removidos com as mãos até a margem.



Figura 12: Primeira trilha aberta



Figura 13: Segunda trilha aberta, delimitando a área da limpeza, sendo possível observar, à esquerda, o afundamento dos baceiros.



Figura 14: Baceiros restantes, com predominância de *Oxycarium sp.* e *Typha sp.*



Figura 15: Baceiros restantes, com predominância de *Oxycarium sp.* e *Typha sp.*

Para conter os resíduos de macrófitas que pudessem ir em direção à captação, foi implantada uma rede de retenção posterior à área do projeto piloto. Fotos 16, 17 e 18.



Figura 16: Preparação da rede com cordas, para ser presa nas laterais da barragem.

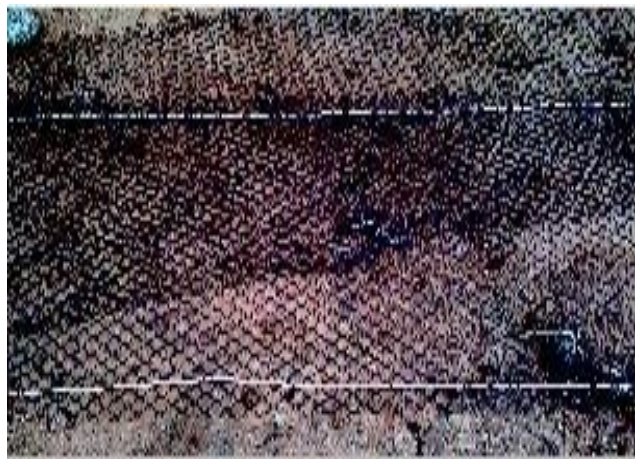


Figura 17: Rede de contenção antes de ser implantada



Figura 18: Rede de contenção presa às margens e suspensas por bóias de garrafa PET.

Levantamento topográfico: Foi feito levantamento de campo, utilizando-se GPS, com precisão de 0,5 m, com posterior correção diferencial, através da Base do IBGE, localizada na cidade de Vitória da Conquista. Os mapas desenvolvidos foram desenhados no aplicativo *AUTO CAD MAP*.

Relatório final do programa: Apresentação das informações obtidas através de um relatório, comparando as condições do corpo hídrico, anteriores e posteriores à limpeza das macrófitas no piloto e a viabilidade ou não da remoção do restante das macrófitas em toda a barragem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o trabalho realizado no Riacho do Jardim, foram identificadas sete espécies predominantes: *Salvinia sp.*, *Salvinia oblongifolia*, *Utricularia minor*, *Oxycarium sp.* e *Cyperus sp.*, *Nymphaea sp.* e *Thypha sp.*

A massa úmida de macrófitas removidas foi calculada em 91,2 toneladas, a massa seca em 22,4 toneladas e o volume de água removido junto com a vegetação foi de 68,8 m³. A área ocupada por macrófitas é de 41,44 Ha em uma bacia hidráulica com área de 52,63 Ha, restando um espelho d'água de 9,54 Ha. As delimitações de área podem ser observadas na figura 19.

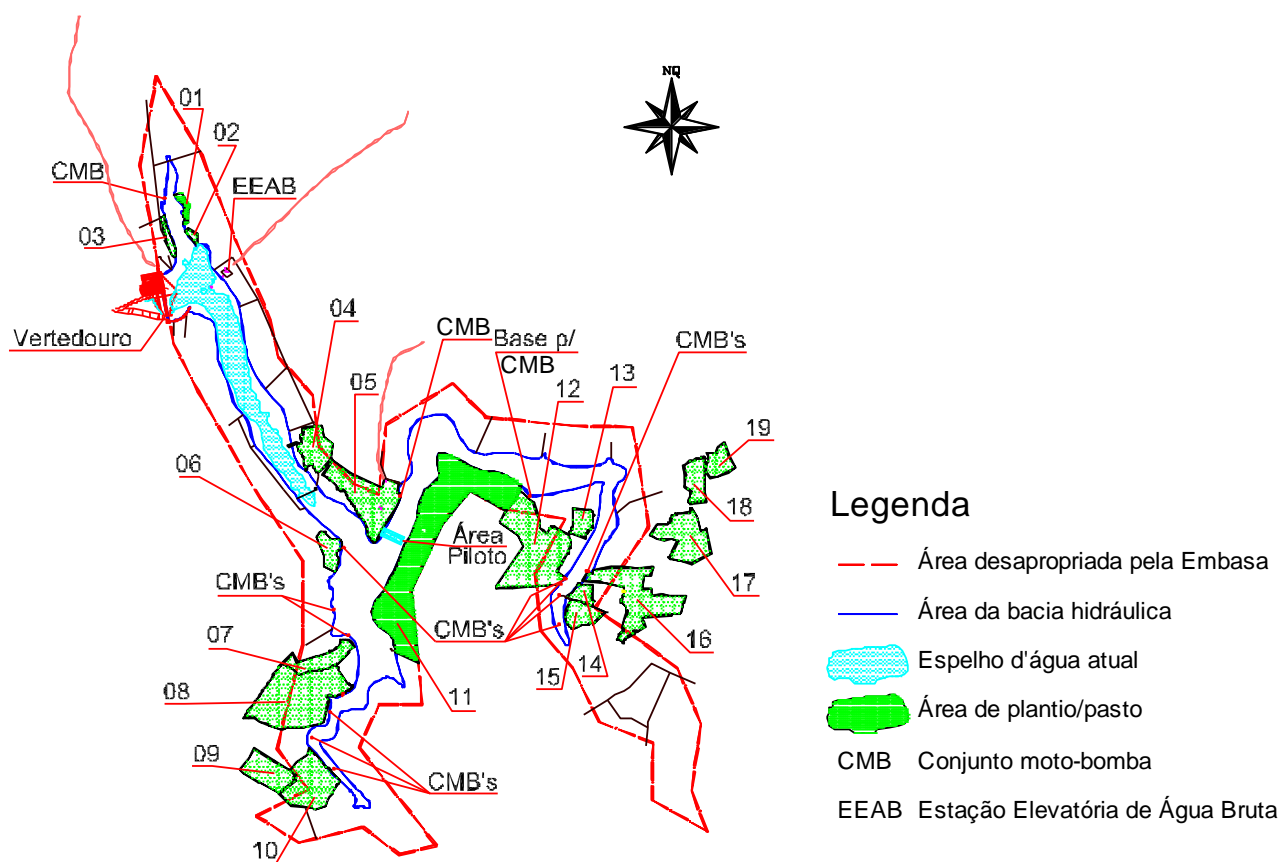


Figura 19: Mapa da Barragem Riacho do Jardim apresentando as áreas de cultivo e de pasto. O quadro explicativo aponta o tamanho da área pertencente a EMBASA, reservada para proteção permanente, que está invadida por agricultores e criadores de gado.

A **Salvinia** (figuras 20 e 21) é um gênero de pteridófito (samambaia) aquática, que possui folhas inteiras formadas em verticilos de três, sobre um rizoma flutuante. Uma das folhas apresenta-se submersa, confundindo-se com raízes, devido ser muito dividida. Sua aparência é esbranquiçada e sustenta os soros (estrutura que contém os esporos). As folhas que flutuam são cobertas de tricomas (pelos) que impedem a superfície de ficar molhada (RAVEN, EVERT E EICHORN, 2001).



Figura 20: *Salvinia* sp.



Figura 21: *Salvinia oblongifolia*

Dentro da massa de macrófitas removida havia uma grande quantidade de esporângios (fig. 22), que são pequenas cápsulas onde são produzidas dezenas de esporos reprodutivos, o que justificaria a fácil dispersão da salvinia através do vento, da água, das patas, pelos e penas de animais.

O desenvolvimento das salvínias está associado a áreas alagadiças e depende da concentração de nutrientes disponíveis, provenientes de matéria orgânica e detritos. Servem como substrato para algas perifíticas (componentes do processo de ciclagem de nutrientes, devido a sua atividade autotrófica) e invertebrados aquáticos identificados na Barragem Riacho do Jardim, conforme análises hidrobiológicas realizadas (TUNDISE e TUNDISE, 2008).



Figura 22: Esporângios de salvinia

A **Utricularia minor** é uma espécie de erva aquática, carnívora, que também foi encontrada na Barragem do Riacho do Jardim. Sua principal característica é a presença de utrículos (figura 23), bexigas que possuem um mecanismo de captura de organismos, ainda pouco estudado (SOUZA e LORENZI, 2005). Esta espécie é muito sensível a ambientes degradados, ou seja, é uma espécie bioindicadora da qualidade da água. Em ambientes eutróficos apresenta um maior número de utrículos. Ecologicamente são importantes pela grande eficiência fotossintética, adaptando-se aos locais de alta turbidez, com pouca luminosidade, baixa oxigenação e altas concentrações de matéria orgânica. Não possuem raízes e sim rizoides pouco desenvolvidos (figura 24). Seu investimento energético nas bexigas está relacionado à obtenção de minerais, podendo flutuar na coluna d'água em locais de pouca turbulência. Durante o período reprodutivo emitem flores emersas, formando aglomerados com matéria orgânica em decomposição (figura 25) (NEID, 2010).

Segundo a mesma autora, existem estudos de conservação desta espécie, devido às suas interações ecológicas. Na América do Norte já está na lista de extinção. Em seus utrículos são encontrados vários tipos de microrganismos como insetos, cladóceros, copépodos, oligoquetas, ostracodes, paramécios e rotíferos, também presentes na Barragem do Riacho do Jardim, como mostram os resultados das análises anexados.



Figura 23: Utricularia minor

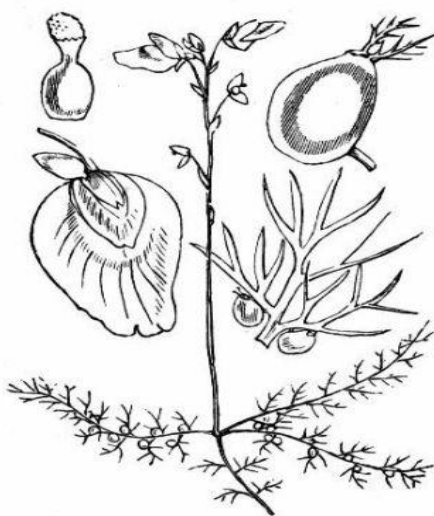


Figura 24: Detalhes anatômicos da utriculária.

<http://luirig.altervista.org/cpm/displayimage.php?album=41&pos=5610>



Figura 25: *Utricularia* sp.

A família das **Cyperaceae** (ciperáceas) compreende ervas rizomatosas, com inflorescência em forma de espiguetas, sustentada por brácteas no ápice de um caule triangular, com flores inconspícuas (pouco vistosas), encontrada em áreas abertas e alagáveis. Suas folhas possuem margens revestidas de acúleos (projeções da superfície, semelhantes a espinhos), que cortam como navalha, por isso deve-se manuseá-las com cautela, dentre os gêneros encontrados estão o *Oxycarium* e o *Cyperus* (figuras 26 e 27).

A invasão do *Oxycarium* contribuiu com a redução do espelho d'água da Barragem do Riacho do Jardim em aproximadamente 79%. Apresentando-se emerso, como epífita colonizadora de matéria orgânica, cujo substrato provavelmente constituiu-se de macrófitas sobrenadantes, nesse caso a *Salvinia oblongifolia*, que dominava antes da sucessão, segundo informações de fazendeiros, mas que ainda está presente consideravelmente.



Figura 26: *Oxycaryum sp.*



Figura 27: *Cyperus sp.*

Este capim apresenta-se com uma média de 80 cm de comprimento sobre o substrato (ilhas de matéria orgânica), com raízes de comprimento superior a 100 cm. Isto facilita a remoção de nutrientes do meio, principalmente para aquelas que estão próximas às bordas, onde encontram solo. Assim, desenvolvem-se mais e proliferam com facilidade. Os troncos das árvores, que não foram removidos na construção da barragem, ancoram as ilhas de capim, formando baceiros e estes se encontram tomando a superfície do corpo hídrico. O desenvolvimento de *Oxycarium* está limitado à área úmida, mas outro gênero de ciperácea foi observado, o *Cyperus*, ocupando esparsamente o solo úmido do entorno da barragem.

A sequência de sucessões continua ocorrendo com a *Typha*, que cresce sobre as ciperáceas. Isto, se estas não secarem, ou seja, as folhas dos baceiros secam com as altas temperaturas e a água começa a ser absorvida pela vegetação desidratada. E, com o peso da água, os baceiros, agora encharcados, afundam, trazendo alterações físico-químicas por esta matéria em decomposição.

O **Lírio D'água** (figuras 28 e 29), a *Nymphaea sp.*, caracteriza-se por ser uma planta aquática que tem suas raízes presas ao substrato, folhas grandes e vistosas, emersas, em forma de escudo. Suas flores são unitárias, brancas, como sugere o nome e possuem muitos estames de cor amarela. Exala perfume atraente, com a função ecológica de atrair insetos polinizadores, apesar de poder se autofecundar.

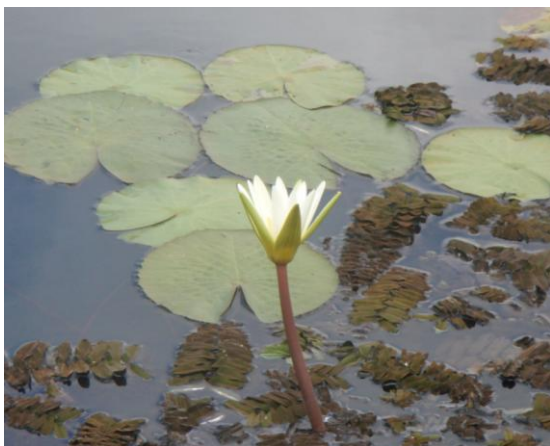


Figura 28: *Nymphaea sp.*



Figura 29: Flor da *Nymphaea sp.*

Para estudo de corpos d'água, como o da Barragem do Riacho do Jardim, a existência dessa vegetação facilita a avaliação do grau de eutrofização da água. O tamanho das folhas e flores de sua população aumenta conforme a disponibilidade de nutrientes. Foi verificado, no caso, que o tamanho desta diminuiu na medida em que se seguiu o curso do rio até a captação. No local em estudo, esta vegetação apresenta um pequeno número de indivíduos esparsos. No entanto, o seu aumento pode representar o sufocamento de plantas aderidas no fundo da lagoa, favorecendo a processos anaeróbios de decomposição da matéria orgânica. Isto faz parte de processos naturais de sucessões ecológicas e mudanças de comunidade ao longo do tempo (RAVEN, EVERT E EICHORN, 2001).

A área no entorno da Barragem do Jardim, exposta pela redução do nível da água, começou a apresentar características de sucessões ecológicas e invasão de plantas terrestres. É possível encontrar vários tipos de herbáceas, mas o que caracteriza uma área em recuperação é a presença de **pteridófitas** (samambaias) (figura 30) terrestres, da família *Polypodiaceae*. Estas plantas proliferam no ambiente devido à sua reprodução ser através de esporos, que são muito pequenos e produzidos em grande quantidade (RAVEN, EVERT E EICHORN, 2001).



Figura 30: Samambaia terrestre

A *Thypha sp.*, conhecida como Taboa, é uma macrófita emergente, seus órgãos reprodutivos são aéreos (fig. 31 e 32), sua folhas atravessam o espelho d'água, mas suas raízes estão submersas, em locais de baixa profundidade, também possui rizomas bem desenvolvidos (TUNDISE eTUNDISE, 2008).



Figura 31: *Thypha sp*



Figura 32: *Thypha sp*

É utilizada em processos de fito depuração da água, sendo capaz de reduzir sólidos sedimentáveis, através de suas raízes e rizomas; matéria orgânica através dos microrganismos que ficam aderidos à planta; nitrogênio pela atividade de bactérias nitrificantes e denitrificantes associadas à planta; microrganismos patogênicos pela atividade de bacteriófagos ou protozoários também associados à planta; metais pesados por adsorção e acumulação. Outro termo utilizado para a descontaminação de ambientes é **fitorremediação**, onde a Typha é indicada, devido ao seu baixo custo e eficiência (MARTINS, ET AL, 2010).

Pensando assim, a presença dela em corpos hídricos indica a presença de nutrientes que favorecem o seu crescimento e na medida em que ela os metaboliza, está realizando um trabalho de pré-tratamento com a remoção dessas substâncias. Desta forma a eliminação desta população pode comprometer a qualidade da água e aumentar o custo do seu tratamento em Itas.

No período reprodutivo, apresenta inflorescência em forma de espiga, na cor de café, contendo milhões de sementes que se espalham facilmente pelo vento, devido ao seu tamanho minúsculo e existência de pelos que facilitam o transporte pelo ar. Ocupam áreas brejosas e bordas de riachos. Sua inflorescência serve para enchimento de almofadas e travesseiros e as folhas, para confecção de esteiras, cestos e outros artigos de artesanato (SOUZA E LORENZI, 2005).

Existem três espécies de *Typha* com importância econômica: a *Typha angustifolia*, a *Typha latifolia* e a *Typha australis*. Consideradas como praga, pela sua capacidade de proliferação, em países como a Costa Rica, seu manejo tornou-se fonte de renda para comunidades carentes, pois suas folhas secas são utilizadas para construção de tetos de casas, para fabricação de cestos, cobertores, colchões, sandálias e sapatos abertos. Partes destas plantas também são utilizadas na medicina pelo seu efeito curativo. Também são utilizadas na alimentação de gado, embora algumas espécies contenham veneno. Quando jovens o teor da toxina é baixo, podendo ser consumida. Seus brotos são utilizados na alimentação humana, crus ou cozidos. A alta concentração de celulose permite a fabricação de papel artesanal (MICROMACRO,2010).

De acordo com o mesmo autor, as fibras, folhas e sementes da Taboa são utilizadas para produzir tecidos. Das suas sementes é extraído óleo comestível e para a produção industrial de corantes. É utilizada em fábricas de cerâmicas para a formação de moldes e no processo de secagem. É um combustível renovável. Os resíduos desta planta também podem ser utilizados para adubação de solos.

Esta espécie tem invadido a Barragem do Riacho do Jardim e, partindo destas informações, é possível dizer que seu controle por remoção mecânica é viável, mas sua retirada completa pode trazer danos para a qualidade da água.

A alga verde carofícea, ***Chara sp.*** (figuras 33, 34, 35), macroscópica, assemelha-se a uma planta pelo processo de divisão celular e reprodução. Como as samambaias, a *Chara* reproduz-se por esporos e desenvolve-se em águas rasas e lagos temperados (RAVEN, EVERT E EICHORN, 2001). Por isso, ter sido encontrada nas bordas da Barragem do Riacho do Jardim.

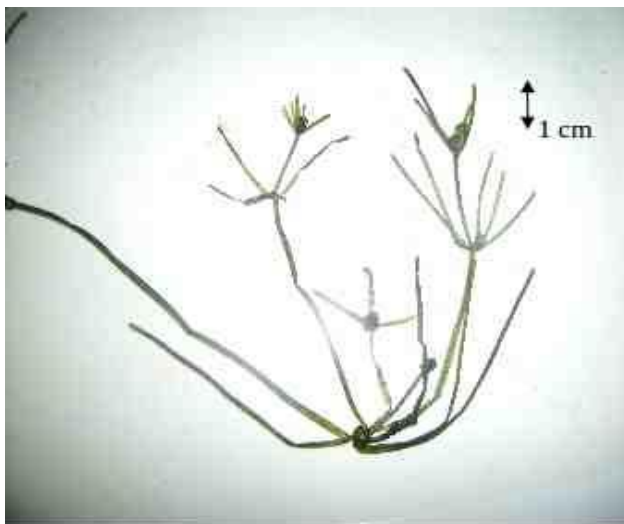


Figura 33: *Chara sp.*



Figura 34: Esporângios de *Chara*.



Figura 35: Tufo de *Chara* removida da borda da barragem.

Os **tapetes microbianos** (fig. 36 e 37) são interações simbióticas entre algas fotoautotróficas e bactérias. Estão presentes em sua composição, diatomáceas, cianobactérias e bactérias sulfurosas púrpuras e verdes. Estas colônias de microrganismos estabilizam o sedimento das bordas da Barragem do Riacho do Jardim, através de fluidos pegajosos (mucilagem) ou se ligam às partículas sedimentares de outra forma (SILVA, *et al*, 2010).

Esse tapete é estratificado verticalmente, com características físico-químicas e fisiológicas diferenciadas para cada zona. Estas se distribuem em camadas multicoloridas, onde coexistem organismos quimioautotróficos, fotoautotróficos e heterotróficos. Constituem ecossistemas altamente produtivos, começando pelas cianobactérias nas camadas superiores, que são produtoras primárias. Elas disponibilizam o oxigênio dissolvido para as camadas inferiores do tapete e sintetizam compostos orgânicos de carbono, que chegam às outras camadas por lise (quebra) celular ou excreção ativa (MARTÍNEZ-ALONSO, *et al*, 2010).

Ainda segundo o mesmo autor, as bactérias fototróficas anoxigênicas (bactérias sulfurosas púrpuras e verdes) encontradas abaixo da camada oxigenada do tapete, contém enxofre e se forem atingidas pela luz, podem fixar carbono inorgânico como consequência do seu metabolismo fotossintético, com o sulfeto como doador de elétrons. Organismos quimiolitotróficos (como as ferrobactérias), normalmente encontrados entre as camadas anóxicas e oxigenadas, onde o oxigênio e o sulfeto coexistem, são capazes de fixar carbono inorgânico independente da luz, utilizando diferentes doadores de elétrons, tais como hidrogênio ou compostos reduzidos de enxofre e oxigênio como acceptor de elétrons.



Figura 36: Tapete microbiano



Figura 37: Espuma cheia de bolhas de gases produzidos pelo tapete microbiano.

Na superfície da Barragem do Riacho do Jardim é possível observar, próximos às bordas, a formação de uma camada gelatinosa com coloração de brilho nacarado (fig.38). Isto pode ser atribuído à formação de uma película de hidróxido de ferro, chamada de biofilme, produzida por ferrobactérias, provavelmente dos gêneros *Leptothrix*, *Galleonella* ou *Creathrix*. Esta substância adere à luz das tubulações das adutoras, causando obstruções, além de atribuir sabor e odor à água e causar corrosão. Para ter-se certeza deste processo, seria necessária a coleta desse material para análises químicas, que na ocasião não foram possíveis de serem realizadas (PIVELI e KATO, 2006).



Figura 38: Substância sobrenadante de brilho nacarado.

Características hidrobiológicas e físico-químicas

Nas análises hirobiológicas realizadas para este estudo, foram observadas 39 espécies de algas e seis espécies de zooplâncton. Aquelas que se apresentaram em maiores proporções foram as seguintes classes: *Cyanophyceae* (*Oscilatória*), *Crysophyceae* (*Dynobryum*), *Bacillariophyta* (*Cyclotella*, *Navícula*, *Synedra*), *Dinophyceae* (*Peridinium*), *Euglenophyceae* (*Euglena*), *Clamydophyceae* (*Clamidomonas*) e *Zygnemaphyceae* (*Closterium*).

Um dos efeitos da limpeza do projeto piloto foi a eliminação de algas dos gêneros *Cyclotella*, *Botriococcus*, *Anabaena*, que são característicos de ambientes oligotróficos. Aumentou a concentração de *Peridinium*, que só se apresenta superficialmente em ambiente eutrofizados, competindo com cianobactérias. Por outro lado, a abertura da clareira (piloto) e o aumento da luminosidade, reduziu a concentração de *Oscilatória*, que se adapta aos locais com pouca luz (*TUNDISE e TUNDISE, 2008*).

Partindo dessas informações, podemos dizer que, em um ambiente não perturbado, havia uma diversidade de organismos associados aos ambientes com baixa concentração de nutrientes. Após a remoção da cobertura de macrófitas e alteração do meio físico, por agitação de sedimentos e intensificação da penetração luminosa, populações desapareceram ou reduziram-se dando oportunidade ao desenvolvimento e aparecimento de organismos característicos de ambientes eutrofizados, inclusive cianobactérias tóxicas.

O *Peridinium*, que em 2009 foi a causa de odor de peixe em toda a barragem, tornou-se um competidor com as cianobactérias. Hora ele controla a proliferação de *Mycrocystes*, que apareceram após a limpeza da área piloto e reduz o risco de liberação de cianotoxinas, hora ele predomina e confere odor desagradável à água.

Para a avaliação da qualidade físico química, foram realizadas análises antes, durante e depois da limpeza da Barragem do Riacho do Jardim. Os parâmetros avaliados que apresentaram maiores variações foram: Oxigênio Dissolvido (OD), Cor Aparente, Turbidez, Fósforo, Ferro e pH. Foi feita apenas uma coleta para caracterizar o período anterior e outra para o período posterior ao processo de limpeza da área piloto. Contemplando todas as análises, inclusive hidrobiológicas, pesticidas e físico-química, realizadas pela OPTQ, como descrito anteriormente. Durante a limpeza foram feitas análises diárias, exceto no final de semana que intercalou este período, por isso nos gráficos foram utilizados os valores médios.

No período anterior à limpeza da área piloto, foi verificado um fenômeno onde a água de toda a barragem se apresentou com coloração vermelho-terra. A comunidade acreditava que teria sido o resultado de bombas utilizadas por pescadores. Mas não foram encontrados vestígios desse tipo de procedimento, ou pessoas que pudessem confirmar este fato. Essa coloração perdurou em torno de 25 dias. Quando a limpeza foi realizada o fenômeno já havia desaparecido, mas tornou a comparação com as informações posteriores complicadas, tendo em vista que foi um momento atípico. Conforme informações de moradores do entorno, nunca havia acontecido, isto aconteceu depois que os baceiros começaram a afundar.

As **ferrobactérias** têm a capacidade de oxidar o Fe^{2+} em Fe^{3+} , isto poderia explicar a produção de precipitado e liberação de cor vermelho-terra para a água (PIVELI e KATO, 2006). Mas de acordo com os moradores, este fenômeno foi verificado após a queima de Taboas e afundamento de baceiros, dentro do referido manancial, daí a necessidade de estudos complementares, para identificar quais os compostos resultantes da pirólise da *Typha sp.* Além disso, espécies vegetais poderiam estar liberando substâncias lipídicas sobrenadantes, pela quebra celular no processo de decomposição.

De acordo com as análises hidrobiológicas, não havia indícios para esta coloração ser atribuída a um *bloom* (explosão populacional) de algas. No entanto, se a *Typha sp.* tem a capacidade de absorver nutrientes do meio, sua decomposição pode devolver essas reservas para o ambiente, alterando suas características e roubando o oxigênio do meio em reações de óxido-redução (SEZERINO, 2010).

As concentrações de oxigênio (fig.39) dissolvido apresentadas no período anterior à limpeza mostram que as condições de oxigenação deste corpo hídrico estavam muito baixas e se comparadas ao CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) estão com valores muito abaixo da concentração mínima de 5mg/L, estabelecida para rios de classe II, de acordo com a mesma legislação.

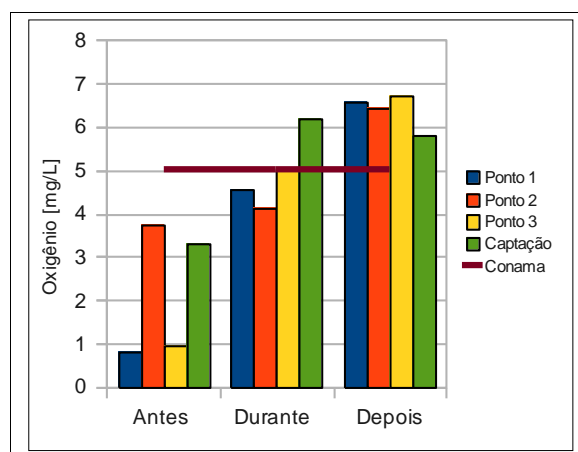


Figura 39: Concentração de oxigênio dissolvido antes, durante e depois do desenvolvimento do projeto piloto.

Na medida em que a concentração de OD aumentou, a cor aparente, a turbidez, a concentração de ferro e fósforo reduziram, conforme figura 40 (a e b). A redução da turbidez não foi uma característica que teve representatividade, pois em nenhum momento ultrapassou a metade do valor limite, mas foi representativa em relação à cor aparente que também diminuiu. Este último parâmetro também está relacionado com as concentrações de Ferro, que antes da limpeza se apresentou onze vezes (11X) maior do que o teor limite, caindo para um valor seis vezes maior (6X) na etapa da limpeza e aproximadamente para duas vezes (2X), após a limpeza.

Esta redução poderia ser atribuída à limpeza do piloto, no entanto a variação ocorreu em toda a extensão da barragem e não só na área em estudo, ou seja, foi apenas um processo de reversão do fenômeno que tornou a água avermelhada. Na verdade o fluxo da água no piloto foi uma variável que não pode ser controlada. A difusão de partículas e contribuição de nutrientes dos arredores continuou acontecendo. Mesmo assim, foi possível verificar a agitação do meio perturbado, tendo em vista que a área de vegetação mantida ao redor servia como filtro e contenção de micropartículas.

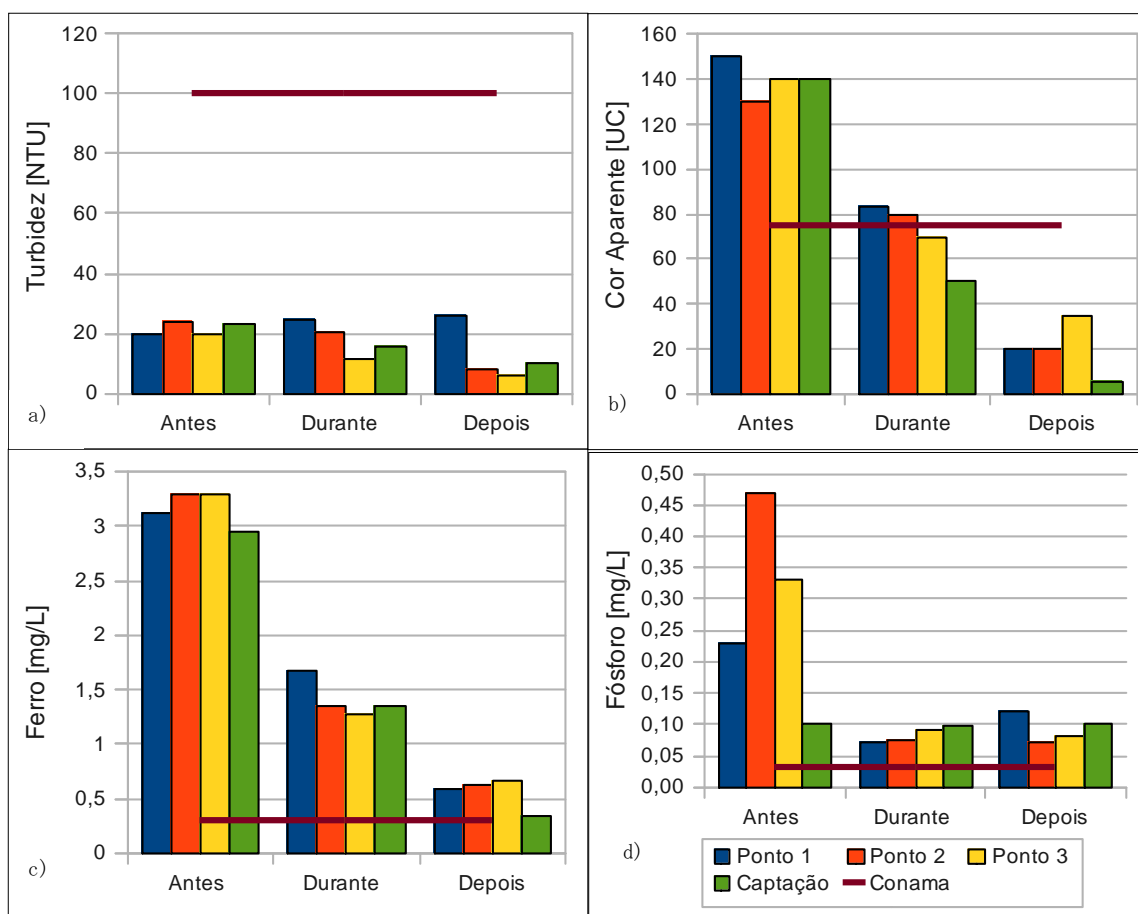
As altas concentrações de fósforo e ferro (fig. 40 c e d), seguidas de uma progressiva redução, sugerem que houve uma diminuição destes elementos no meio. Levando em consideração que o ferro é capaz de reduzir fosfatos e formar precipitados, estes se sedimentaram, diminuindo a concentração na massa líquida.

Estas reações consomem oxigênio do meio e podem comprometer a vida aquática. Mas o afundamento dos baceiros também contribui para a redução de oxigênio no meio aquático, devido aos processos de decomposição aeróbios.

O pH manteve-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação, mas aumentou durante o período de limpeza e manteve-se posteriormente (fig. 41) nos pontos um e dois onde havia maior concentração de matéria orgânica. Nos gráficos abaixo são apresentadas as características físico-químicas da qualidade da água da Barragem do Riacho do Jardim comparadas com a Resolução CONAMA nº357/05.

Foram encontrados resíduos de agrotóxicos, dentro dos limites estabelecidos pela legislação. No entanto, no local não chove por um período superior a um ano. Estima-se que com a ocorrência das chuvas, estas concentrações aumentem, podendo tornar a água fora de conformidade, para o tratamento e distribuição para a população. Isto porque, o que carrega a maior concentração destas substâncias para a barragem, é o arraste do solo pelas chuvas.

Durante a realização do trabalho, foram identificadas dezesseis captações irregulares, sem outorga, com bombas de 75 CV (fig. 42), para uso na irrigação. Esta água captada é transportada para áreas distantes e utilizada em gotejadores (fig. 43) e aspersores (fig. 44). Existem mais duas captações irregulares, sendo uma por sifonamento (fig. 45) e outra através de ligação clandestina na descarga de fundo da barragem (fig. 46). O descontrole sobre o volume de água retirado da barragem pode comprometer o abastecimento humano, seja pela diminuição do volume armazenado, seja pelo aumento da concentração dos solutos.



. Figura 40: a) Concentração de turbidez abaixo do limite de 100 NTU. b) Cor aparente reduzida até a conformidade, 75 UC. c) Concentrações de Ferro Total acima de 0,3 mg/L, limite máximo. d) Concentração de Fósforo acima do limite máximo de 0,03 mg/L.

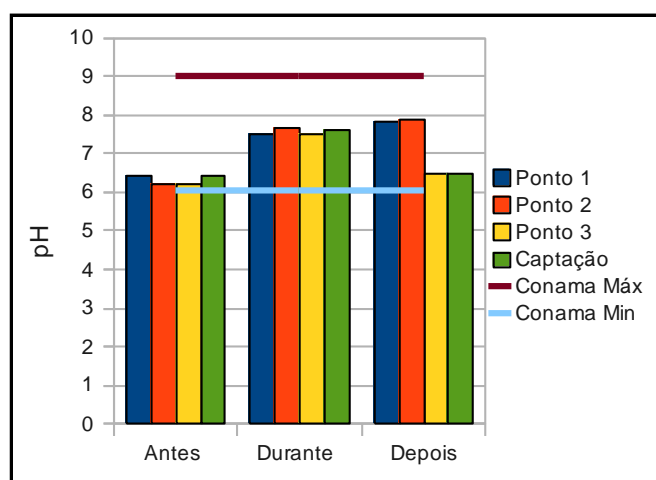


Figura 41: Concentração de pH antes, durante e depois do desenvolvimento do projeto piloto.



Figura 42: Bomba de 75 CV captando água do rio.



Figura 43: Plantação de abóbora irrigada por gotejamento.



Figura 44: Irrigação por aspersão.



Figura 45: Tomada d'água clandestina dentro da barragem, utilizada para irrigação.



Figura 46: Tomada d'água na descarga de fundo.

As principais culturas da área do entorno da Barragem do Riacho do Jardim são banana, coco, manga, abóbora, tomate, melancia e capim para pasto. Foi verificado que além de agrotóxicos e fertilizantes químicos, também são utilizados hormônios sintéticos que são aspergidos sobre as plantas, para acelerar o processo de reprodução. Estes também são carregados para dentro do rio e não são conhecidos seus efeitos sobre as macrófitas e sobre o ser humano.

A área do entorno da barragem, onde há algum tipo de cultivo é de 52,79 Ha. Desta área, 32,87 Ha pertencem a EMBASA e deveriam constituir Área de Proteção Permanente, já tendo sido indenizada, conforme documentação anexa.

A Área de Proteção Permanente – APP, de acordo com a lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), que institui o Código Florestal, no Art. 2º, deve se estender ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima estabelecida pela CONAMA nº 302/02 (BRASIL, 2002) seja de 100 metros, para reservatórios artificiais em áreas rurais, como a Barragem do Riacho do Jardim. Esse limite pode ser ampliado ou reduzido, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere. A área indenizada pela Embasa, conforme escrituras em anexo, tem sido utilizada para plantio e criação de gado pelos próprios indenizados. Acresça-se que, segundo a Lei 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, no seu artigo quarto, inciso III, a EMBASA é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la.

Além das captações irregulares dentro do lago, foram identificadas várias tomadas de água clandestinas ao longo da adutora de água bruta da EMBASA (localização apresentada em planta anexa). Este fato constitui-se em mais grave crime, visto que se trata de água já destinada ao abastecimento do SAA, utilizando-se de três recalques, com elevados custos para esta empresa e, conseqüentemente, para a população.

Considerações finais e proposições

Embora seja possível a remoção das macrófitas, esta ação não é a mais viável, visto que as alterações no meio podem favorecer a proliferação de outras espécies indesejáveis macroscópicas, microscópicas, animal ou vegetal.

Se a limpeza não for realizada, o meio não será perturbado e conseqüentemente menor a disponibilidade de nutrientes, limitando a afloração de determinadas algas indesejáveis e outras existentes se manterão em equilíbrio. Pois quando uma população domina, é porque houve forças seletivas no meio e seu metabolismo pode tornar o uso desta água inviável. São seres vivos que transformam o meio químico na atividade biológica, colaborando ou comprometendo a existência entre eles.

O estabelecimento das macrófitas no meio aquático faz parte do processo de eutrofização natural, acelerado pela estiagem e confinamento do fluxo hídrico. Não há como suprimir os nutrientes neste meio, porque eles estão sendo clicados. O manejo da vegetação sobrenadante, de forma a evitar a evaporação, diminuindo o impacto do vento neste processo é mais viável, visto que pode favorecer o controle de nutrientes e toxinas dissolvidos na água, mantendo o equilíbrio do sistema. Para tanto foram listadas algumas proposições:

1. Eliminar o roubo de água na Adutora de Água Bruta.
2. Implantação da Área de Proteção Permanente- APP da Barragem do Riacho do Jardim;
3. Criação de um núcleo de estudos e monitoramento de mananciais na concessionária de abastecimento local.
4. Controlar a retirada de água do reservatório por terceiros, para evitar a concentração de nutrientes e o conseqüente desequilíbrio do sistema;
5. Desenvolver campanhas socioambientais para o uso adequado de adubos químicos e defensivos agrícolas, para as áreas de lavoura estabelecidas além da APP, buscando parcerias com a Secretaria Municipal de Agricultura de Aracatu;
6. Elaborar Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, com vistas à recuperação da vegetação característica de caatinga, favorecendo a formação de vegetação ripária.
7. Elaboração e implantação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do reservatório, caso não exista, conforme a Resolução CONAMA 302/02.
8. Realização de monitoramento de agrotóxicos na água da barragem e no sedimento, durante e após o período chuvoso, para verificar se houve aumento de poluentes no corpo hídrico, se há depósitos de toxinas no fundo e qual a sua origem.
9. Realização de estudos complementares para compreender as interferências no meio causadas por metabólitos de macrófitas ou resultantes de sua decomposição.
10. Verificar o consumo de produtos químicos e a dosagem de coagulantes na Estação de Tratamento de Água, cuja captação está localizada nesta barragem, como forma de controle da qualidade da água.

Posterior ao desenvolvimento desse trabalho foi sugerida, acatada e realizada remoção das árvores que estavam dentro da barragem prendendo os baceiros. Apenas foi possível reduzir a parte emersa, cortando-a com motosserra. Espera-se que no período das chuvas a barragem extravase, carreando todo o material sobrenadante, para além do barramento.

REFERÊNCIAS

PIVELI, R. P.; KATO, M.T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2006. 285p.

SEI. **Pesquisa Aracatu**. Disponível em <<http://www.sei.ba.gov.br/side/resposta.wsp?tmp.cbmun.mun=2902005>>. Acesso em 08 de out, 2010.

TUNDISI, J.G; TUNDISE, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.632 p.

LOUREIRO, G. F. G.; PEREIRA, H. A. S.; GUSMÃO, J. L. O. **Implantação do sistema separador para redução de interferentes físico-químicos, causados por resíduos de macrófitas, na água captada para abastecimento humano**. In: I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em 8 de out. de 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20302%20Par%C3%A2metros%20Def%20Limites%20APP.pdf>>. Acesso em: 13, out de 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Disponível em:<<http://www.unesp.br/pgr/pdf/resolucao35705conama.pdf>>. Acesso em :13, out de 2010.

MARTÍNEZ-ALONSO, M. *et al.* **Distribution of phototrophic populations and primary production in a microbial mat from the Ebro Delta, Spain**. In: INTERNATIONAL MICROBIOLOGY (2004) 7:19–25. Disponível em: <<http://scielo. iscii.es/pdf/im/v7n1/original2.pdf>>. Acesso em: 13 de out de 2010.

MARTINS, A. P. L et al. **Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí**. In: Paraná Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.3, p.324–330, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n3/a13v11n3.pdf>>. Acesso em: 13 de out de 2010.

RAVEN, P.H.; EVERT, R. F.; EICHORN,S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,2001.906p.

NEID. S. L. **Utricularia minor L. (lesser bladderwort): A Technical Conservation Assessment**. Prepared for the USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, Species Conservation Project. May 15, 2006. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/r2/projects/scp/assessments/utriculariaminor.pdf>>. Acesso em: 01 de Ago. de 2010.

SOUZA V. C.; LORENZI H. **Botânica Sistemática - Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Plantarum, Nova Odessa, 2005.

MICROMACRO. **A planta que salva vidas**. Disponível em: <http://www.micromacro.tv/construa_inic_loc_desf_glob_a_planta_que_salva_vidas.htm>. Acesso em :13 de out. de 2010.

SILVA e SILVA,L. H. ; *et al.* **Tapetes Microbianos Lisos Estratificados do Brejo do Espinho, RJ, Brasil**. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2007_1/2007_1_181_187.pdf>. Acesso em:13 de out. de 2010.

SEZERINO, P.H. **Filtro plantado com *Typha spp* de fluxo horizontal (constructed wetland) aplicado como polimento de efluente de lagoa facultativa**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-348.pdf>>. Acesso em: 13 de out. De 2010.