

Engenharia e Meio Ambiente



BORSARI

Rua Rui Barbosa, 546 - 2º andar - Sala 02

Jaboticabal – SP – CEP. 14.870-300

Fone 16 3913 4777 Fax 16 3236 5005 Cel 16 9158 7827

www.borsariengenharia.com.br

contato@borsariengenharia.com.br

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS USINA HIDRELÉTRICA DE CANA BRAVA - UHCB



RELATÓRIO CONSOLIDADO

JABOTICABAL

JANEIRO DE 2010

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 - INTRODUÇÃO | 3 |
| 2 – HISTÓRICO | 4 |
| 3 – ATUALIDADES | 10 |
| 3.1 – LOCAIS E CAUSAS DO SURGIMENTO E PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS NO RESERVATÓRIO DA UHCB | 12 |
| 3.2 – ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA E SURGIMENTO DAS MACRÓFITAS | 14 |
| 3.3 – Qualidade da água dos efluentes | 21 |
| 4 – PLANO DE MANEJO E CONTROLE DAS MACRÓFITAS PRESENTES NO RESERVATÓRIO DA UHCB | 26 |
| 4.1 – PLANTAS SUBMERSAS | 26 |
| 4.2 – PLANTAS EMERSAS | 28 |
| 5 – PROGNÓSTICO E ANÁLISE DE RISCO DA PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS | 29 |
| 6 – RECOMENDAÇÕES | 30 |
| 7 - BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA | 31 |
| ANEXO 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA | 32 |
| CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA – CREASP | 32 |

1 - INTRODUÇÃO

O resultado final de toda degradação do solo associado ao não tratamento dos esgotos em uma determinada bacia hidrográfica aumenta as quantidades de compostos químicos e matéria orgânica provocando um desequilíbrio entre a oferta e demanda de nutrientes, principalmente em ambientes naturalmente pobres em elementos químicos essenciais, refletindo, inclusive, num crescimento desequilibrado das macrófitas aquáticas.

Um plano de manejo integrado das plantas aquáticas tem como premissa básica um monitoramento sistemático, dinâmico e específico, tendo como objetivo a prevenção de novas infestações e o estabelecimento de novas espécies que podem vir a colonizar um determinado corpo hídrico, além de permitir o controle do crescimento desordenado das plantas e, principalmente, gerar conhecimentos para restauração do equilíbrio e dinâmica biológica do ecossistema estudado.

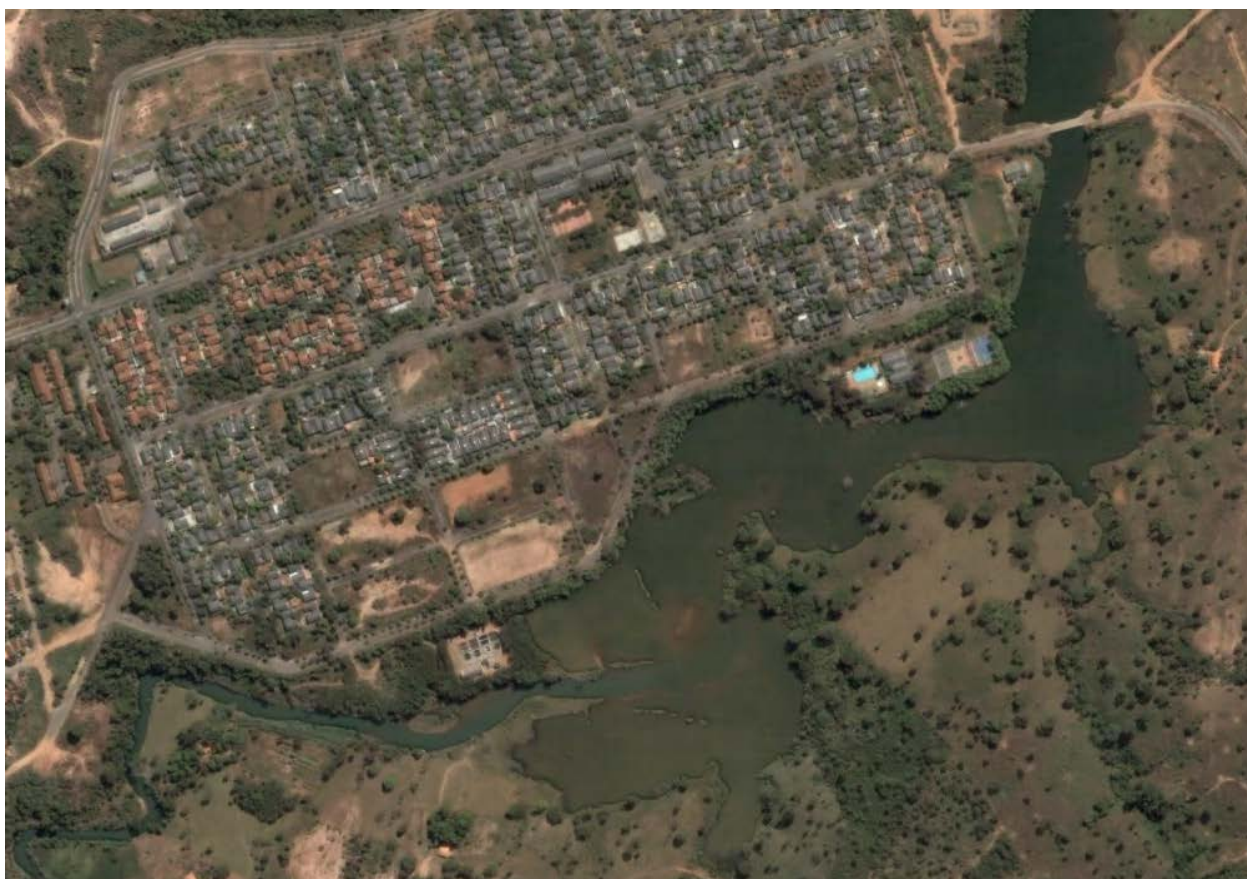
As condições que favorecem certas macrófitas, quase sempre estão relacionadas às atividades do homem, especialmente aquelas que modificam sistemas lóticos em lênticos, promovem a eutrofização do corpo hídrico, introduzem espécies exóticas e reduzem a diversidade biológica regional.

Em algumas situações, o controle desta vegetação é fundamental para assegurar que alguns dos citados efeitos indesejados não atinjam níveis críticos e causem elevada interferência no sistema ou nas atividades do homem. Neste caso, o controle é uma medida que busca um benefício social, ambiental, estético e econômico.

2 – HISTÓRICO

O reservatório de Cana Brava é monitorado desde fevereiro de 2003 quanto à presença de plantas aquáticas.

Todo o reservatório é avaliado semestralmente em todo o seu perímetro, inclusive nos braços, reentrâncias e tributários. Desde o enchimento do reservatório em 2002 o rio Bonito possui macrófitas na sua região marginal, nos locais úmidos e próximos ao município de Minaçú – GO, apresentada na Figura 01.



Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 31/05/2004 – Google Earth

Figura 01: Vista aérea da região da foz do rio Bonito em Minaçú – GO.

A quantidade de nutrientes disponíveis neste afluente propicia o rápido crescimento das macrófitas aquáticas visto que o ambiente é naturalmente pobre, assim qualquer contribuição eleva a capacidade de crescimento das plantas aquáticas, uma vez que a condições física do ambiente, a pequena profundidade e a área de transição do regime lótico do rio Bonito para lêntico do reservatório de Cana Brava favorecem o estabelecimento das comunidades infestantes, também pela alta taxa de deposição de sedimentos.

Diferentes espécies foram encontradas ao longo do tempo iniciando o processo com as pioneiras como a *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes*, apresentadas na Figura 02, até as plantas clímax do ambiente aquático como a *Typha angustifolia* – Taboa, apresentada na Figura 03.



Figura 02: Vista de algumas plantas de *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes*.

A *Salvinia auriculata* Aubl. é uma espécie útil para a oxigenação e remoção de nutrientes da água, mas a decomposição de seus restos vegetais pode levar a problemas localizados.

Esta espécie possui um papel importante na ecologia dos reservatórios, sendo utilizada como substrato de fixação de desovas de peixes de diversas espécies e, também, como esconderijo para larvas e outros organismos que compõe a cadeia alimentar dos ambientes aquáticos.

A massa vegetal desta planta possui em torno de 20% de proteína bruta e serve muito bem à formação de biofertilizante, compostagem e cobertura morta para hortas e pomares, devendo para isso, ser acumulada em pilhas de fermentação, evitando-se assim problemas de produção de gases e elevação da temperatura nos locais de destino.

Pistia stratiotes L. foi outra espécie encontrada no reservatório da UHE de Cana Brava, em fevereiro de 2003, sendo esta uma espécie flutuante livre, estolonífera anual, ou perene, de folha esponjosa e rica em oxalato (substância urticante para a pele). Possui a capacidade de flutuar graças a grande quantidade de tricomas de sílica, que conferem à planta excelente hidro-repelência.

São espécies que não trazem risco à geração de energia, ou operação da usina, entretanto, encontram-se num local de fácil acesso, próximo à cidade, em baixas quantidades o que viabiliza todo o trabalho de retirada e redução das áreas ocupadas por estas plantas, com alta eficiência e boa segurança ambiental.



Figura 03: Vista da *Typha angustifolia* – Taboa, na região da foz do rio Bonito em 27/08/2007.

A espécie considerada uma planta problemática em alguns corpos hídricos no Brasil e no mundo é a *Brachiaria subquadriflora*, Figura 04, que é uma planta exótica introduzida como pastagem em áreas úmidas. Atualmente esta planta foi observada no pantanal mato-grossense invadindo áreas alagadas e crescendo epifiticamente sobre assembléias de *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, entre outras plantas nativas importantes na ciclagem de matéria orgânica e na sobrevivência de muitos organismos aquáticos.

Dentre as espécies marginais a *B. subquadriflora* vem tendo sucesso na colonização do reservatório por não ter inimigos naturais importantes. Esta espécie é de difícil controle, sendo necessária catação contínua para sua completa erradicação do sistema.

Portanto, o manejo desta infestação deve ser considerado como uma medida preventiva, visando melhorar as condições ambientais e sanitárias, especialmente nas áreas marginais, onde ocorre a maior parte das interações tróficas e o recrutamento da fauna de peixes residentes, sob o risco de depleção populacional.



Figura 04: Vista da região da foz do Rio Bonito, onde detectamos um intenso crescimento da *B. subquadriflora*.

Em novembro de 2006 na Praia do Sol, na cidade de Minaçú – GO, identificamos a espécie *Chara rusbyana* Howe apresentada na Figura 05.

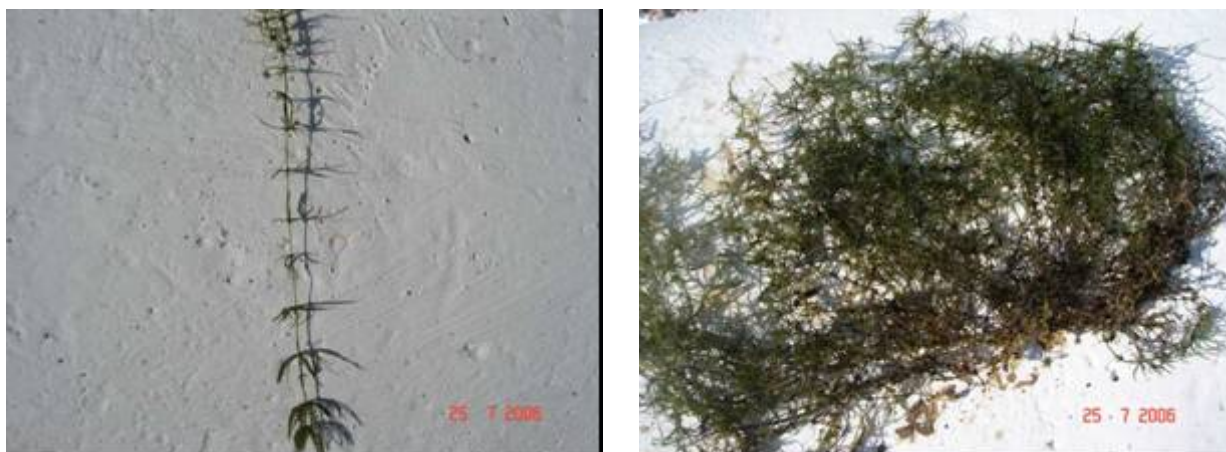


Figura 05: Vista da espécie infestante - *Chara rusbyana*.

A etimologia do nome é *Chara* = de Kharax (grego), espécie de peixe, ou cará, por isso é chamada de erva do Cará, pois apresenta relação com o surgimento e aumento da abundância desta espécie. São plantas dióicas (apresentam os sexos separados em indivíduos diferentes) de altura muito variável. O problema nomenclatural nessa espécie é grande e começou em 1929, segundo Howe. A primeira identificação desta espécie data de 1847, Braun.

No Brasil quase não existem nomes populares para chamar esta alga. Mas, embora raro, chamam-nas de erva-de-pato (quando não impregnadas com carbonato de cálcio) ou erva-de-pedra (quando incrustadas com carbonato de cálcio). Este gênero apresenta ampla distribuição no mundo, especialmente em regiões onde as águas são alcalinas ou duras. Há ocorrência também em regiões onde as águas não são duras, mas com menor frequência e intensidade.

As Charophyceae são ainda muito pouco estudadas no Brasil. São ervas perenes submersas e fixas. As Charáceas são algas macroscópicas, por isso, incluídas em macrófitas.

São acumuladoras de cálcio, portanto, indicam águas ricas em Ca. As espécies de *Chara* em geral ocorrem em água eutrófica (muito nutriente) dominando em água dura, rica em cálcio e pobre em fosfato. As aves são importantes dispersoras. Pode ser invasora de lavouras de arroz, canais e lagos.

Havendo condições adequadas, as unidades do gênero *Chara* multiplicam-se intensamente e por isso são temíveis infestantes. A reprodução é predominantemente vegetativa, por seccionamento dos talos, ocorrendo também reprodução sexuada. Podem ocorrer de forma livre na massa de água ou podem se fixar em substratos por estruturas chamadas rizóides.

É necessário chamar a atenção para a grande dinâmica da vegetação aquática cuja a intensidade variam em função do estágio atual do processo de sucessão natural. Uma das principais causas de alteração no reservatório da UHE Cana Brava é a proximidade da cidade de Minaçú – GO o que induz ao um alto grau de interação antrópica e também o aumento da fauna aquática, principalmente as aves aquáticas.



Figura 06: Vista da infestação de *Chara rusbyana* na região da foz do córrego do Amianto em agosto de 2007.

3 – ATUALIDADES

No último levantamento que houve no reservatório, todo o perímetro do corpo hídrico foi percorrido a fim de determinar os pontos de ocorrência das plantas aquáticas.

As regiões que foram detectadas macrófitas emersas ou flutuantes, foram apenas o Rio Bonito e no Córrego Amianto, ambos na região da sua foz, e a em dois locais na região da encosta da serra do amianto, próximos a propriedades rurais e a rodovia que liga a cidade de Minaçu e a Usina Hidrelétrica, entre o Dique 02 e 03.

No Quadro 01 são apresentadas as coordenadas geográficas, espécies e área de cobertura das macrófitas dos pontos de ocorrência de macrófitas em Setembro de 2009.

Quadro 01: Relação de pontos onde foram encontradas macrófitas no reservatório de Cana Brava em setembro de 2009.

| Ponto | Latitude | Longitude | Espécie | Área m ² |
|--------|------------|-----------|---|---------------------|
| UHCB01 | 22 812063E | 8516764N | <i>Chara</i> sp | 420 |
| UHCB02 | 22 813266E | 8516511N | <i>Chara</i> sp | 380 |
| UHCB03 | 22 813549E | 8516966N | <i>Chara</i> sp | 145 |
| UHCB04 | 22 813989E | 8516851N | <i>Chara</i> sp | 200 |
| UHCB05 | 22 814127E | 8516537N | <i>Chara</i> sp | 45 |
| UHCB06 | 22 814564E | 8516329N | <i>Carex</i> sp | 12 |
| UHCB07 | 22 815598E | 8517157N | <i>Chara</i> sp | 100 |
| UHCB08 | 22 815945E | 8517010N | <i>Chara</i> sp | 145 |
| UHCB09 | 22 817251E | 8515605N | <i>Chara</i> sp | 480 |
| UHCB10 | 22 811894E | 8513983N | <i>Chara</i> sp <i>Hydrodychytium</i> sp | 245 |
| UHCB11 | 22 803506E | 8516434N | <i>Chara</i> sp <i>Salvinia auriculata</i> | 380 |

| Ponto | Latitude | Longitude | Espécie | Área m ² |
|--------------------|------------|-----------|---|---------------------|
| UHCB12 | 22 803333E | 8515889N | <i>Chara</i> sp | 290 |
| UHCB13 | 22802483E | 8511487N | <i>Chara</i> sp <i>Salvinia auriculata</i> | 520 |
| UHCB14 | 22 802135E | 8510650N | <i>Chara</i> sp | 380 |
| UHCB15 | 22 802090E | 8506736N | <i>Chara</i> sp | 200 |
| UHCB16 | 22 801836E | 8505792N | <i>Chara</i> sp | 25000 |
| UHCB17 | 22 801972E | 8504884N | <i>Chara</i> sp | 850 |
| UHCB18 | 22 801945E | 8504211N | <i>Chara</i> sp | 35000 |
| UHCB19 | 22 803349E | 8505580N | <i>Chara</i> sp | 5000 |
| UHCB20 | 22 802985E | 8504043N | <i>Chara</i> sp | 350 |
| UHCB21 | 22 805084E | 8504222N | <i>Chara</i> sp | 380 |
| UHCB22 | 22 807447E | 8502180N | <i>Chara</i> sp | 580 |
| UHCB23 | 22 808027E | 8500249N | <i>Chara</i> sp | 450 |
| Foz do rio bonito | | | <i>Chara</i> sp | 850 |
| | | | <i>Salvinia auriculata</i> | 29000 |
| | | | <i>Typha</i> sp | 740 |
| | | | <i>Brachiaria Subquadripara</i> | 1580 |
| Total Geral | | | <i>0,0001% da área total do reservatório</i> | 103.722 |

As densidades observadas no rio Bonito são consideráveis, entretanto, bem menores que já ocorreu na região, nos demais pontos as áreas são diminutas. O processo de crescimento das assembleias está na fase inicial momento este que é recomendado o controle ou retiradas destas plantas.

Quanto às macrófitas submersas temos que o reservatório de Cana Brava sofre, atualmente, a pressão de colonização pela alga *Chara rusbyana*. Esta alga é pioneira no processo de colonização de um corpo hídrico e pressiona o ambiente para perpetuar assembleias em ambientes onde a transparência é alta e a profundidade é baixa. Em geral as algas não estão relacionadas diretamente a fertilidade do ambiente, pois necessitam de pequenas quantidades de nutrientes para sobreviver.

Enquanto houver luz haverá a presença das algas. O processo de percepção das algas passa por dois momentos, em períodos secos as algas tendem a ocupar a região mais próxima do fundo, pois a luz penetra na coluna de água muito mais facilmente. Nos períodos chuvosos a turbidez da água aumenta fazendo com que ela aflore no corpo hídrico em busca de luz. Este movimento, por si só é um fator de controle muito importante e deve ser entendido como um fator estritamente natural ou ambiental.

Não há no Brasil estudos de controle de plantas ou algas que considerem este fator do ambiente, portanto não há uma estratégia de controle a ser proposta neste momento para as algas e plantas submersas que permitam um efetivo controle e redução da população.

3.1 – LOCAIS E CAUSAS DO SURGIMENTO E PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS NO RESERVATÓRIO DA UHCB

Os locais de surgimento das macrófitas são aqueles que apresentam maior interferência antrópica, ou seja, mais acessíveis à população, e assim as hipóteses das causas do surgimento são muitas e variadas.

A primeira hipótese e também a mais provável é a de que foram trazidos propágulos por pessoas, embarcações, carros e outras formas de carregamento que em contato com o corpo hídrico tornaram-se viáveis a ponto de se desenvolver.

A segunda hipótese é o carregamento de sementes e formas de resistência (esporos no caso das Salvinias) tenham sido carregadas pelas águas das chuvas de outros locais (lagoas, tanques, sistema de drenagem urbana, etc.) advindos de outras fontes, tais como sistemas de criação de peixes, prática do aquarismo, entre outras.

No caso da Salvinia, Pistia e Brachiaria, estas são recorrentes no reservatório na região da foz do Rio Bonito e muito provavelmente tem como origem o descarte de indivíduos por aquaristas e/ou presença em corpos hídricos menores, presentes na região antes do enchimento do reservatório.

Em se tratando especificamente da *Chara rusbyana*, esta é uma alga, pioneira em ambientes aquáticos alterados, tais como locais de alta frequência de pessoas, veículos e embarcações. Os propágulos por vir aderidos a objetos ou presentes em águas residuais em tanques e sistema de viveiros.

Em todas estas hipóteses é difícil a indicação exata do momento e forma de surgimento destas macrófitas. Na figura 07 temos as regiões de surgimento de macrófitas no reservatório e as respectivas áreas estimadas em outubro de 2006.



Figura 07: Vista da região da cidade de Minaçu – GO e a área de interface com o reservatório e as áreas das infestações de macrófitas

Mais importante que diagnosticar a origem das macrófitas, que são organismos desenvolvidos para a sobrevivência em ambientes aquáticos, é o entendimento que as macrófitas são indicadoras dos efeitos das alterações ambientais e não causa.

E o segundo panorama, é o controle das causas que permitem a permanência das macrófitas num determinado ambiente, este de maior impacto e também de grande importância para o manejo do reservatório como um todo, traz as medidas a serem tomadas no curto, médio e longo prazo a fim de delinear um plano de manejo do reservatório com medidas duradouras e eficazes.

3.2 – ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA E SURGIMENTO DAS MACRÓFITAS

Um das formas de explicar o surgimento e manutenção de comunidades de macrófitas no reservatório é a comparação com dados de qualidade da água nos pontos de ocorrência e pontos de não ocorrência.

Através dos relatórios do monitoramento limnológico enviados pelo empreendedor, analisamos as seguintes informações:

- 1 – Agrupamos dos pontos 1, 2, 5, 6, 10, 15, 20 e 21 com o nome **Outros**;
- 2 – Destacamos os pontos 7, 8, 18, 19 e 22, individualmente, representados na Figura 08;
- 3 – Reunimos as médias históricas totais.

Dentre os parâmetros avaliados no monitoramento limnológico destacamos os que temos interesse para nosso estudo, conforme apresentamos no quadro 02.

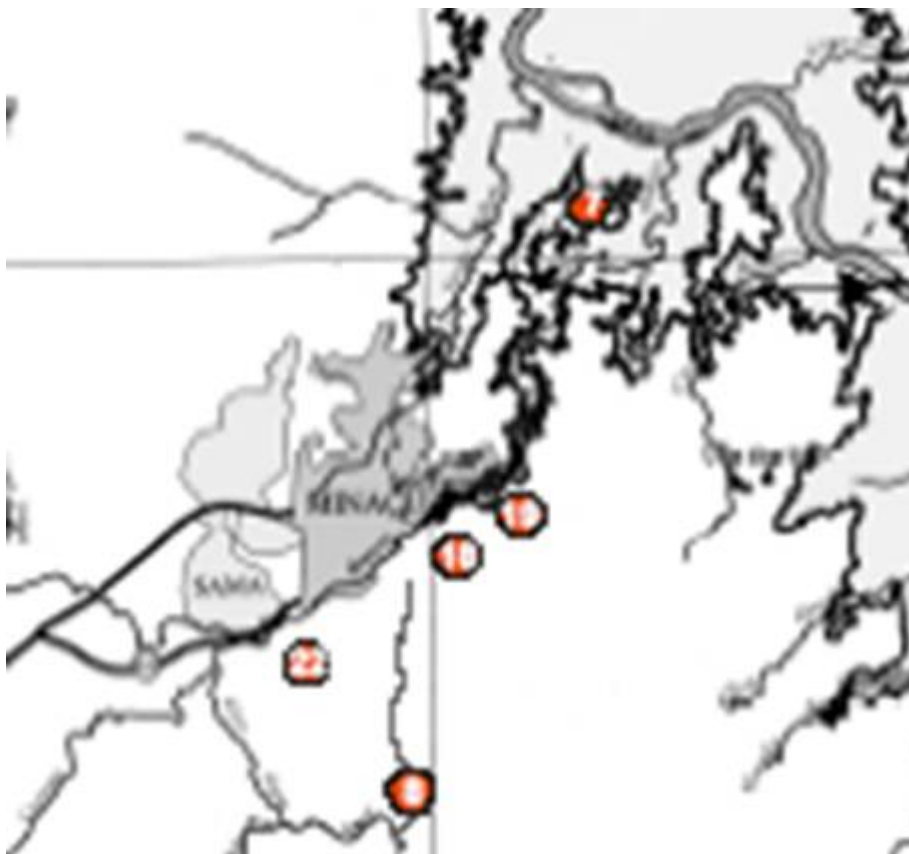


Figura 08: Representação gráfica dos pontos de monitoramento da qualidade da água nos locais de ocorrência das macrófitas.

Quadro 02: Relação das médias históricas dos resultados obtidos no monitoramento limnológico dos diferentes parâmetros, na fase Reservatório.

| Parâmetro | Ponto 07 | Ponto 08 | Ponto 22 | Ponto 18 | Ponto 19 | Outros |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| pH | 7,35 | 7,27 | 7,33 | 7,03 | 7,20 | 7,18 |
| OrtoFosfato - (mg/l PO_4^{3-}) | 0,0404 | 0,0447 | 0,1081 | 0,0610 | 0,0848 | 0,0600 |
| Fósforo Total - (mg/l) | 0,0246 | 0,0398 | 0,0701 | 0,0215 | 0,0412 | 0,0270 |
| Coliforme Total - (NMP/100ml) | 330 | 13204 | 177543 | 463 | 111 | 3561 |

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres presentes na mesma. Valores fora das faixas

recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão de tubulações e mecanismos de transposição de água.

Dentre os resultados médios obtidos verificamos que entre os pontos de monitoramento a variação é pequena (7,00 -7,35) na faixa da neutralidade – Figura 09 - que não afeta os processos de ciclagem de nutrientes.

Quando avaliamos a variação temporal do pH – Figura 10 – observamos três ocorrências no mês de setembro de 2004 nos pontos 7, 18, 19 e 22 com valores acima de 8,00, e em Dezembro de 2005 no ponto 22 com valores acima de 8,00 novamente.

Nos demais pontos, a média sempre se manteve em torno de 7,00. Estes eventos são explicados pela proximidade à zona urbana de Minaçú, onde a água de drenagem urbana e resíduos sanitários (despejos clandestinos) tornam esta região instável do ponto de vista do pH. Esta variação favorece, por exemplo, o aumento de teores de carbonato de cálcio que por sua vez favorece o surgimento de espécies de algas e macrófitas submersas como é o caso da *Chara rusbyana*.

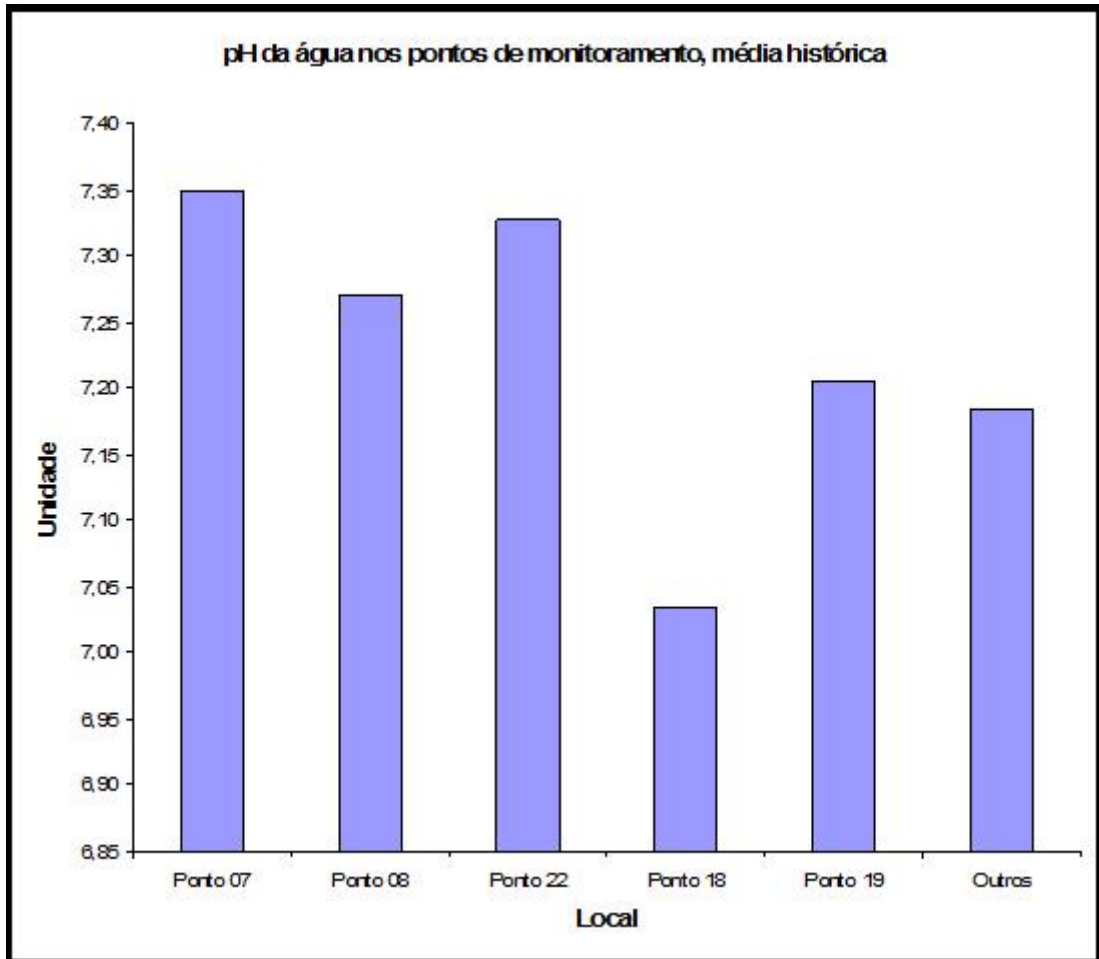


Figura 09: Representação gráfica do pH médio histórica nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

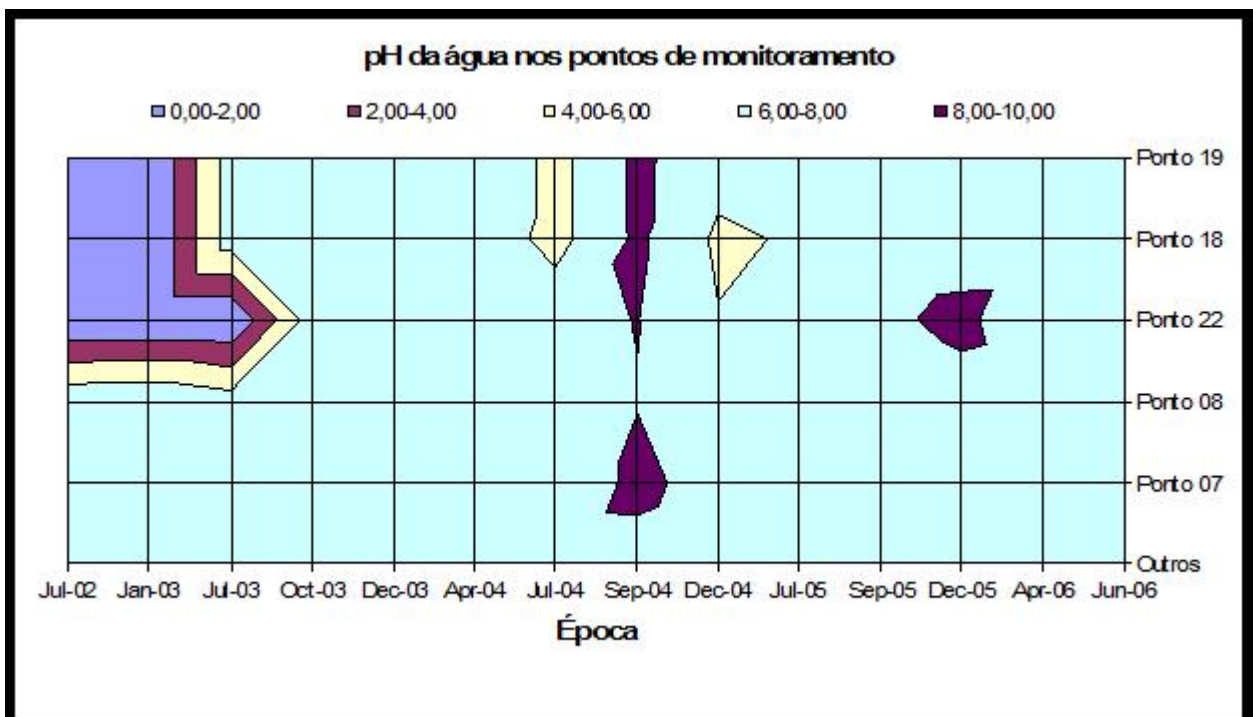


Figura 10: Representação gráfica do comportamento do pH da água em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

Fósforo Total

O fósforo desempenha um forte papel no desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis em Reservatórios ou águas paradas. Sua presença limita, em grande parte das vezes, o crescimento desses seres.

Ortofosfato Solúvel

Os ortofosfatos são biodisponíveis. Uma vez assimilados, eles são convertidos em fosfato orgânico e em fosfatos condensados. Após a morte dos organismos, os fosfatos condensados são liberados na água. Entretanto, eles não estão disponíveis para absorção biológica até que sejam hidrolizados para ortofosfatos por bactérias.

Os valores de Fósforo Total e Ortofosfato presentes na água do reservatório da UHE Cana Brava é, em geral, muito baixo. O que explica em partes a baixa incidência de macrófitas no reservatório, e está diretamente relacionado ao pH em torno da neutralidade.

Porém, na Figura 11 notamos que os pontos 22 e 19 são os pontos onde ocorre em média a maior disponibilização do Ortofosfato, indicando uma alta ciclagem de nutrientes tanto por aporte puro e simples (carregamento) quanto pela morte de algas e macrófitas nestas regiões.

O Fósforo Total é um parâmetro que começou a ser monitorado após Dezembro de 2004 e tem apresentado uma tendência de acúmulo principalmente nos pontos 22, 7, 19 e 18, as mesmas regiões de aumento da quantidade de macrófitas.

A principal fonte de Fósforo para um sistema é o esgoto doméstico (sabões e detergentes, além de outros dejetos, como o humano, por exemplo), daí pressupomos que na região do Rio Bonito ainda funcionam, ou voltaram a funcionar, emissários clandestinos de esgoto doméstico.

Podemos afirmar também que na região da Praia do Sol, ocorrem emissões de esgoto, o que deve ser preventivamente combatido pelo poder público a fim de assegurar a boa qualidade da água nas regiões marginais da cidade de Minaçú – GO.

Outro aspecto fundamental é a drenagem urbana que carrega consigo grandes quantidades de sólidos e outros compostos orgânicos prejudiciais à manutenção da qualidade do ambiente.

Por vezes, estivemos presentes na cidade de Minaçú - GO em períodos chuvosos, e percebemos grandes quantidades de água e lixo sendo carregados para o Rio Bonito e seus afluentes, culminando num grande acúmulo na região da Foz.

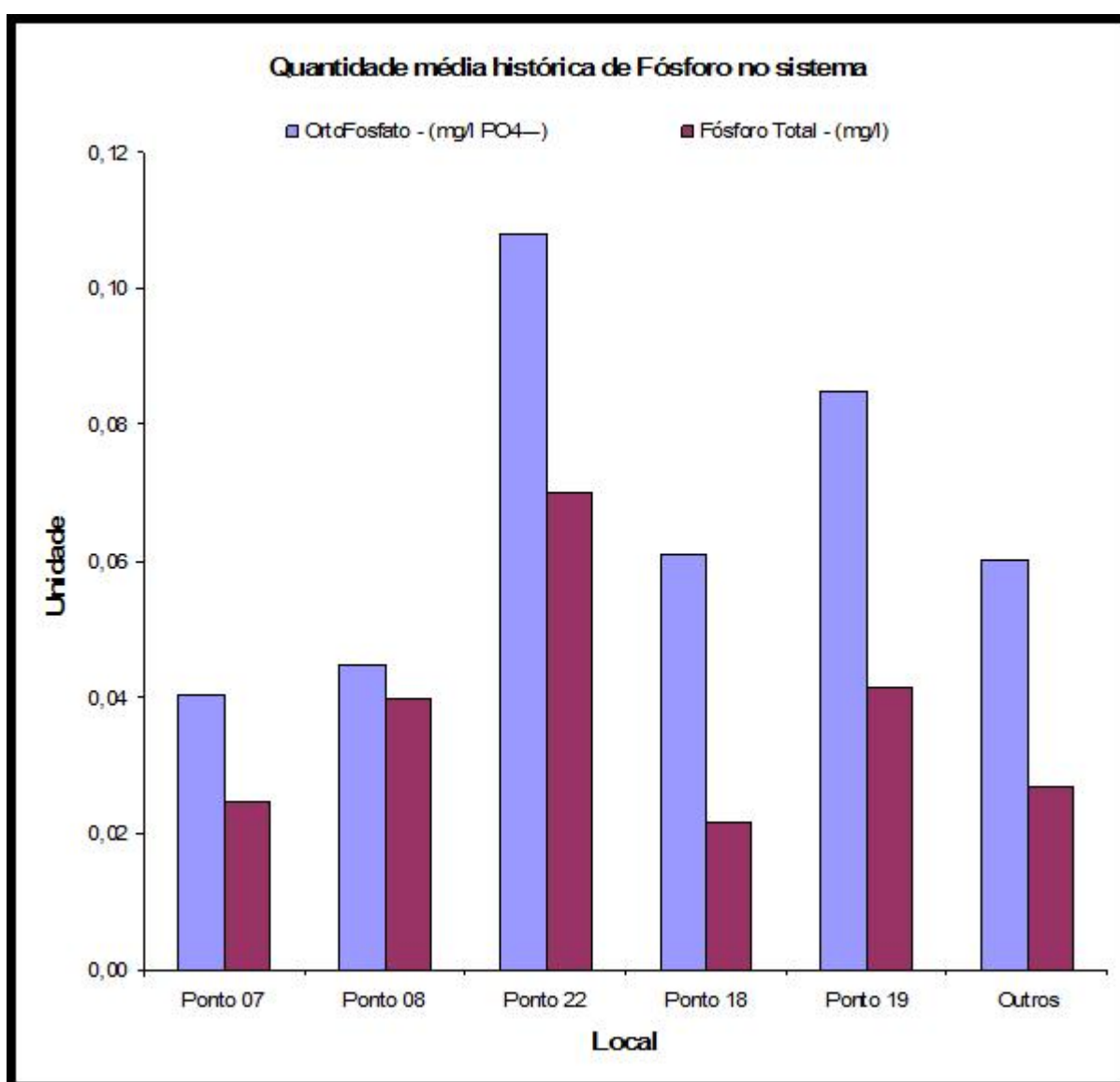


Figura 11: Representação gráfica da quantidade média histórica de Fósforo nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Coliformes Totais

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os generos Klebsiella, Escherichia, Serratia, Erwenia e Enterobactéria. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo.

As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar.

O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera.

Os pontos 22 e 08 indicam a presença de emissão de efluentes sanitários que ocorreram nos períodos pós-enchimento até Dezembro de 2003 – Figura 12 - e hoje estão estáveis em baixos níveis, indicando boa eficiência da ETE de Minaçú – GO no tratamento do esgoto doméstico.

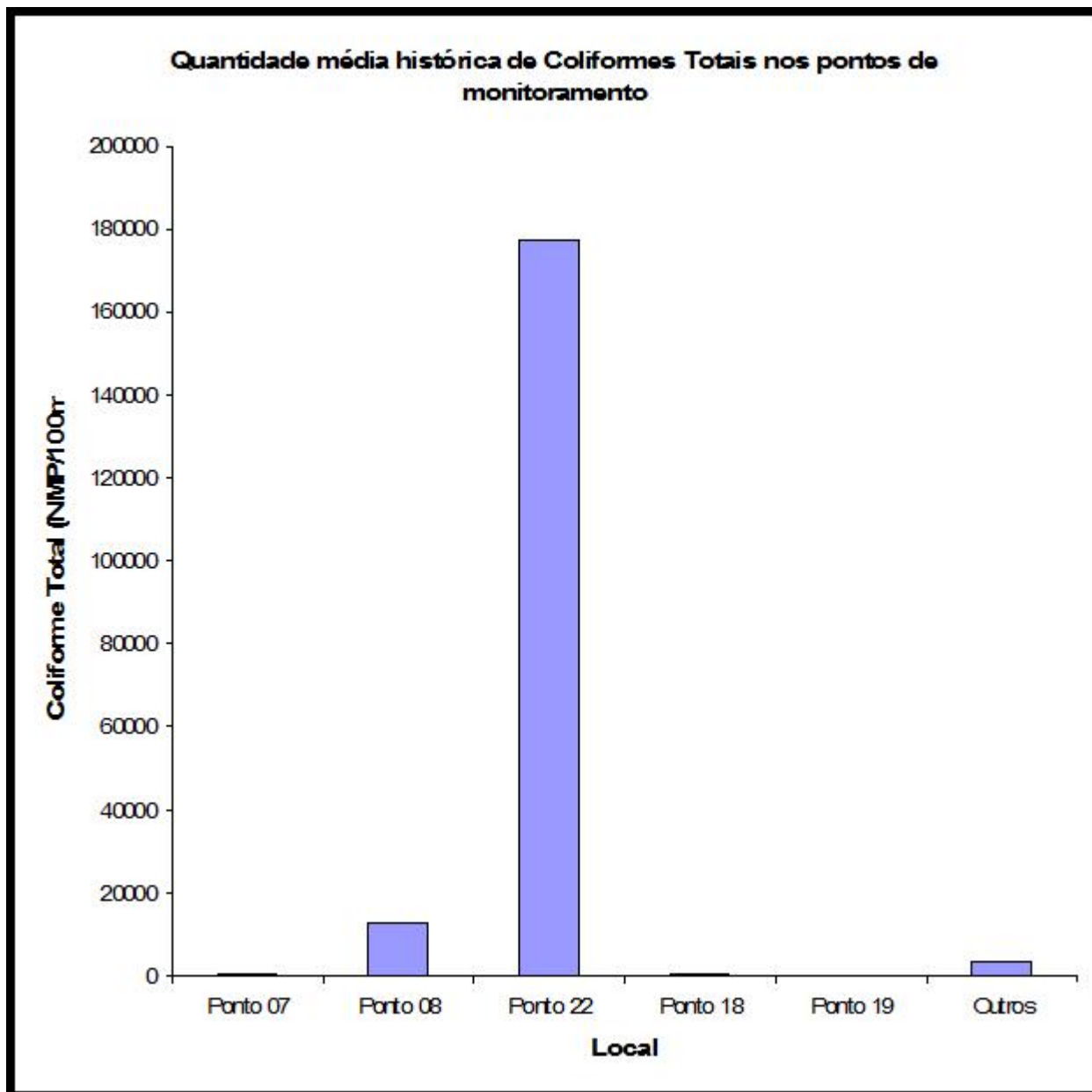


Figura 12: Representação gráfica da quantidade média histórica de Coliformes Totais nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

3.3 – Qualidade da água dos efluentes

Ao longo da avaliação de Setembro de 2009 foi observada uma alteração na coloração da água na região da ETE de Furnas com grande influência na região próxima ao emissário, provocando o escurecimento da água e a dispersão de odores desagradáveis no entorno da região, figura 13.

Estas características são deletérias para a região em questão, tanto pela proximidade da zona urbana quanto pela presença das plantas aquáticas que permitem que os ambientes tenham uma capacidade maior de tamponar os efeitos da eutrofização e absorção de elementos químicos que aumentam a disponibilidade de nutrientes na coluna de água.



Figura 13: Vista da água escura que sai do emissário da ETE de Furnas, em 24 de março de 2009.

Na figura 50 temos a visão de uma pequena lagoa que fica a montante do emissário da ETE Furnas, e que recebe diretamente a água que é lançada no reservatório. No período chuvoso esta lagoa concentra grande parte dos efluentes e quando a chuva diminui e o reservatório baixa esta fica desconectada com grande acúmulo de material orgânico o que favorece e muito a proliferação de comunidade planctônicas que podem vir até a tornar o ambiente anóxico.



Figura 14: Vista da água que se acumula numa lagoa à montante do emissário da ETE de Furnas, em 24 de março de 2009, quando já inicia o processo de desconexão com o reservatório e o aumento das macrófitas emersas como a *Lemna minor*.

Nas figuras 15 e 16 temos a vista do caminho que o emissário percorre até o reservatório, passando por um banco de macrófitas que ali tem um papel importante na contenção da encosta e na manutenção da estabilidade do talude. Nota-se desde já que há grande alteração na coloração da água.

Durante nossa avaliação foram coletadas duas amostras de água, sendo uma amostra coletada diretamente no efluente e outra na lagoa a montante, apresentada na Figura 08. Os resultados são apresentados no quadro 02 e comparados com as metas estabelecidas pela resolução CONAMA 357/05, para os parâmetros analisados.



Figura 15: Vista do emissário da ETE de Furnas, em 24 de março de 2009, e o lançamento de água enegrecida ao longo da região marginal do reservatório.



Figura 16: Vista do acúmulo de água enegrecida próximo ao emissário da ETE de Furnas, em 24 de março de 2009.

Quadro 02: Relação dos parâmetros analisados e os resultados analíticos.

| Parâmetro | Unidade | LQ | Resultado Analítico | | CONAMA 357 ART 15 – Classe 02 |
|---------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|--|
| | | | Efluente | Lagoa | |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | < 0,1 | 0,05 | 1,0 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | < 0,5 | < 0,1 | 10 |
| Amônia | mg/L | 0,1 | 48 | < 0,1 | - |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,5 | 54 | 6,1 | - |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 3,7 | 1,9 | 0,05 |
| Fosfato (como P) | mg/L | 0,02 | 16 | 0,99 | - |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | 344 | 143 | |
| Matéria Orgânica | mg/L | 1 | < 1 | 2,5 | - |
| Merúrio | mg/L | 0,000058 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,002 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | 331 | 294 | - |
| Coliformes Fecais | NMP/100mL | 100 | 198630 | 310 | 1000 |
| Coliformes Totais | NMP/100mL | 100 | 697000 | 2750 | - |
| Selênio | mg/L | 0,008 | < 0,008 | < 0,008 | 0,05 |
| Cálcio | mg/L | 0,5 | 15,3 | 14,3 | - |
| DBO | mg/L | 7 | 117 | 38 | 10 |
| DQO | mg/L | 15 | 218 | 75 | - |

Os parâmetros que se destacam são a DBO e a DQO, indicando alta atividade biológica nos dois locais de coleta, os coliformes fecais e totais no efluente e a quantidade de fósforo total que está sendo lançada no reservatório é alta, o que favorece sobre maneira dois processos o grande crescimento das macrófitas em períodos muito curtos de tempo e a alta atividade biológica, pois o fósforo é limitante nos processos de crescimento algal e planctônico.

Desta forma podemos indicar que esta atividade, como está, é extremamente indesejável para o reservatório podendo causar prejuízos de alta monta no que se refere a um tratamento futuro. É importante a intervenção nestes locais para reduzir ou neutralizar os coliformes, o fósforo e conseqüentemente reduzir a DBO e DQO.

Em condições de baixa pluviosidade é quase certo que estes ambientes terão momentos de anoxia e serão impróprios para qualquer uso devendo-se inclusive evitar o contato manual e corporal com a água desta região até a normalização.

4 – PLANO DE MANEJO E CONTROLE DAS MACRÓFITAS PRESENTES NO RESERVATÓRIO DA UHCB

4.1 – PLANTAS SUBMERSAS

O controle das algas – *Chara* spp e *Nitella* spp em ambientes de baixa renovação (tanques e canais de vazão controlada) de água, figura 17 e 18, é feito geralmente com algicidas semelhantes àqueles aplicados em piscinas, porém em ambientes de grande porte e com implicações ambientais de sobrevivência de espécies, a aplicação deste tipo de produto é passível de licenciamento ambiental, com implicações de monitoramentos da ictiofauna local e das comunidades planctônicas e bentônicas, além dos resíduos destes produtos na água e no sedimento até a extinção dos mesmos, o que pode levar um longo tempo (até 2 anos).



Figura 17: Vista da coleta das plantas em local de baixa profundidade.

No reservatório de Cana Brava, atualmente, a região do entorno da praia do Sol, que é utilizada exclusivamente para atividades de lazer, seja no embarque para os locais de pesca, seja para a natação e outras atividades como passeios de barco, passeios de Jet Sky e até atividades profissionais (competições de modalidades aquáticas, etc.) é a principal zona de crescimento de macrófitas submersas

A presença da *Chara* sp. nesta localidade é por si só indesejável, pois exala odor característico e causa grande repulsa, e pode, potencialmente, provocar o surgimento de outras espécies tais como *Egeria* spp entre outras extremamente indesejáveis, que

se aproveitam do processo sucessório, também chamado de hidrossere, que ocorre naturalmente em um corpo hídrico, para sua perpetuação.

O controle não é recomendado neste momento, pois pode trazer sérios prejuízos ao ambiente disseminando propágulos.

Se houve a necessidade ou demanda de controle por algum motivo de restrição ao uso múltiplo, alguns cuidados devem ser tomados, tais como:

- Deve haver também a instalação de uma rede do tipo arrastão com malhas de 5 mm no máximo, sendo recomendada a malha de 2 mm feita com tela do tipo Sombrite ou mosquiteiro, no entorno da área manejada a fim de não permitir a dispersão de fragmentos das plantas, que podem vir a colonizar outras áreas.
- Nos locais de armazenamento, antes do descarte, dever ser instalada uma lona ou pano que proteja o solo quanto ao desprendimento das "sementes" e fixação no solo com posterior direcionamento ao reservatório pela varredura e/ou água das chuvas.



Figura 18: Vista da quantidade de plantas retiradas e ensacadas para serem encaminhadas ao aterro sanitário.

4.2 – PLANTAS EMERSAS

O controle de plantas emersas no reservatório de Cana Brava deve ser restrito às regiões do entorno do município de Minaçú – GO, por questões de associação a doenças de veiculação hídrica e proliferação de insetos vetores.

Periodicamente (mensalmente ou quinzenalmente) deve ser feito um levantamento minucioso com o registro das áreas e os volumes de plantas pré-existentes, e, também, um registro fotográfico das operações de retirada das plantas de modo a obter um histórico das operações realizadas e da infestação.

Seguir o plano de manejo das macrófitas à risca de modo a preservar duas questões principais, o objetivo da retirada e a forma de controle, manual, mais seletiva e de baixo impacto às comunidades aquáticas em geral.

5 – PROGNÓSTICO E ANÁLISE DE RISCO DA PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS

O reservatório de Cana Brava tende a ser pressionado de tempos em tempos quanto ao surgimento de algas e macrófitas, as condições históricas e atuais da ocupação das macrófitas no indica que este será um processo de longo prazo, que deve ser avaliado e monitorado.

O risco do surgimento das macrófitas está associado à proliferação de insetos e aumento de casos de endemias de veiculação hídrica, principalmente na região de Minaçú – GO, também está relacionado a restrições temporárias no uso múltiplo do reservatório para o desenvolvimento de esportes náuticos e aquáticos na região da praia do Sol, fatores estes que podem e devem considerados na tomada de decisão quanto ao controle e não controle das plantas aquáticas.

Outro aspecto importante é quanto ao surgimento de espécies novas no ambiente e espécies exóticas a bacia hidrográfica, fator este importante para a manutenção do equilíbrio do reservatório.

As condições históricas e atuais do reservatório não indica um processo acelerado de evolução, fator este de difícil mudança no curto e médio prazo.

Até o momento o plano de manejo tem se mostrado eficiente para a coexistência das macrófitas e da população.

6 – RECOMENDAÇÕES

- 1** – Manter o programa de monitoramento das macrófitas no reservatório da UHE Cana Brava;
- 2** – Registrar as quantidades e locais de aparecimento das macrófitas;
- 7** – Aproximar o monitoramento limnológico aos períodos de avaliação das macrófitas.

7 - BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA

Aquatic Vegetation Quantification Symposium: An Overview. Paper. Page 137 – 187.

Bicudo, Carlos E. de M. Flora Ficológica do Estado de São Paulo. São Carlos: RiMa: Fapesp, 2004. 124p.

Blanco, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. O Biológico, 38(10): 343-50, 1972.

Cook, Cristopher, D.K. Aquatic Plant Book. SPB Academic Publishing. Amsterdam, The Netherlands. 228p. 1996.

Damião Filho, Carlos Ferreira. Morfologia Vegetal. Jaboticabal, FUNEP / UNESP. 243 p. 1993.

De Marinis, G. Ecologia das Plantas Daninhas. In: NOGUEIRA, P.N. (Coord.). Texto Básico de Controle das Plantas Daninhas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1971. Apostila, p. 01-74.

Deuber, Robert. Ciência das Plantas Infestantes: Manejo,. Campinas. 285 p. 1997.

Hoehne, F.C. Plantas Aquáticas. Instituto de Botânica, Secretaria da Agricultura – São Paulo – Brasil. 168 p. 1955.

Kissmann, Kurt G. Plantas Infestantes e Nocivas. Tomo I - 2ª edição. São Paulo. BASF. 825 p.

Larcher, Walter. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos RiMA. 531 p. 2000.

Little, E.C.S. Handbook of utilization of aquatic plants. FAO Fish. Tech. Pap., (187): 176 p.

Pott, Valli Joana. Plantas Aquáticas do Pantanal. Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Corumbá – MS. 404 p. 2000.

<http://aquat1.ifas.ufl.edu/charpic.html>


RODRIGO BORSARI

ENG. AGRÔNOMO

CREASP 5060488088

ANEXO 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA – CREASP

| | | | |
|--|--|--|---|
|  | CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO | | |
| | Av. Brig. Faria Lima, 1059 - Pinheiros - São Paulo - SP CEP 01452-920 Tel.: 0800 17 18 11 | | |
| ART | | 1- Nº DA ART | |
| Anotação de Responsabilidade Técnica Lei Federal Nº. 6.496 de 07/12/77 | | 92221220090332717 | |
| CONTRATADO | | | |
| 2 - Nº DO CREASP DO PROFISSIONAL 5060488088 | | 3 - Nº DO CPF DO PROFISSIONAL 14947694840 | |
| 4 - NOME DO PROFISSIONAL RODRIGO BORSARI | | 5 - TÍTULO DO PROFISSIONAL Engenheiro Agrônomo | |
| ART | | | |
| 6 - TIPO DE ART 1-Obra/Serviço | 7 - VINCULADA A ART Nº | 8 - HÁ OUTRAS ARTs VINCULADAS 1 - Não | |
| 9 - ALTERAÇÃO/COMPL./SUBST. DA ART 1 - Não | | 10 - SUBEMPREGADA 1 - Não | |
| ANOTAÇÃO | | | |
| 11 - CLASSIFICAÇÃO DA ANOTAÇÃO 1 - Responsabilidade Principal | 12 - ÁREA DE ATUAÇÃO 99 - Outros | 13 - TIPO DE CONTRATADO 1- Pessoa Jurídica | |
| EMPRESA CONTRATADA | | | |
| 14 - Nº DE REGISTRO NO CREA 0619488 | 15 - NOME COMPLETO BORSARI - ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA. | | |
| 16 - CGC/CNPJ 05206268000106 | 17 - CLASSIFICAÇÃO 1-Empresa Privada | | |
| CONTRATANTE | | | |
| 18 - NOME DO CONTRATANTE DA OBRA / SERVIÇO TRACTEBEL ENERGIA SA | 19 - TELEFONE P/ CONTATO (62)33798620 | 20 - CPF/CNPJ 02474103001433 | |
| DADOS DA OBRA / SERVIÇO OBJETO DO CONTRATO | | | |
| 21 - ENDEREÇO DA OBRA / SERVIÇO RUA MARECHAL RONDON 436 - SALA 11 | | | 22 - CEP 14020-220 |
| CLASSIFICAÇÃO | | | |
| 23 - NATUREZA 1 C1052 | 24 - UNIDADE 5 | 25 - QUANTIFICAÇÃO 50000 | 26 - ATIVIDADES TÉCNICAS 1 2 8 16 29 30 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 27 - DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS SOB SUA RESPONSABILIDADE OU DO CARGO/FUNÇÃO LEVANTAMENTO E MONITORAMENTO DAS MACROFITAS PRESENTES NO RESERVATORIO DE CANA BRAVA, ELABORACAO E ACOMPANHAMENTO DO PLANO DE MANEJO DAS PLANTAS AQUATICAS. | | | |
| RESUMO DO CONTRATO | | | |
| Nº E ESCOPO DO CONTRATO, CONDIÇÕES, PRAZO, CUSTOS, ETC... | | | |
| CONTRATO NUMERO UHCB.NARI.08.49765 DE 22/12/2008 A 21/12/2009 EM REGIME DE PARCELAMENTO POR ATIVIDADE DESENVOLVIDA A UM CUSTO TOTAL DE R\$ 58.625,00. | | | |
| Data de efetiva participação do profissional:23/03/2009 | | | |
| 28 - VALOR DO CONTRATO 58.625,00 | 29 - DATA DO CONTRATO 22/12/2008 | 30 - DATA INÍCIO DA EXECUÇÃO 23/03/2009 | 31 - 10% ENTIDADE DE CLASSE 28 |
| | | | 32 - VALOR DA ART A PAGAR 300,00 |
| ASSINATURA | | | |
| <i>Declaro não ser aplicável, dentro das atividades assumidas nesta ART e nos termos aqui anotados, o atendimento às regras de acessibilidade previstas nas Normas Técnicas de Acessibilidade da ABNT e na legislação específica, em especial o Decreto nº.5.296/2004, para os projetos de construção, reforma ou ampliação de edificações de uso público ou coletivo, nos espaços urbanos ou em mudança de destinação (usos) para estes fins.</i> | | | |
| 33 - LOCAL E DATA Jaboticabal 16/04/2009 | PROFISSIONAL Rodrigo Borsari | | CONTRATANTE TRACTEBEL ENERGIA SA |