

Engenharia e Meio Ambiente



**BORSARI**

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

Jaboticabal - SP - CEP. 14.870-300

Fone/Fax: 16 3913 4777 / 9785 2829

[www.borsariengenharia.com.br](http://www.borsariengenharia.com.br)

[contato@borsariengenharia.com.br](mailto:contato@borsariengenharia.com.br)

## RELATÓRIO PARCIAL

### PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS MACRÓFITAS

### RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE CANA BRAVA



**JABOTICABAL**

**AGOSTO DE 2007**

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	3
2 – HISTÓRICO	3
3 - OBJETIVOS	3
4 - METODOLOGIA	4
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
6 - CONCLUSÕES	18
7 - RECOMENDAÇÕES	19
8 - ATIVIDADES FUTURAS	19
9 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	20
ANEXO 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	24
CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO – CREASP	24
ANEXO 02 – RELAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO	25
ANEXO 03 – MAPA DOS PONTOS DE MONITORAMENTO	26

## **1 - INTRODUÇÃO**

Um programa de manejo integrado das plantas aquáticas em reservatórios artificiais tem como premissa um levantamento sistemático da composição específica e das densidades populacionais das macrófitas presentes. Cada levantamento representa uma situação momentânea, mas a repetição sistemática destes permite uma visão dinâmica da comunidade de macrófitas, podendo ser previstos fluxos populacionais ou detectar introdução de espécies exóticas.

O monitoramento das macrófitas também é importante para prevenção de problemas ambientais e de manutenção de usinas que possam ser causados pela obstrução das tubulações de arrefecimento e das tomadas de água, entre outros eventos de grande magnitude.

## **2 – HISTÓRICO**

O reservatório de Cana Brava é monitorado desde Fevereiro de 2003 até os dias atuais, em periodicidade semestral. A partir desta avaliação o monitoramento será feito trimestralmente o que favorecerá sobremaneira a compreensão das relações de causa e efeito do surgimento das plantas aquáticas neste corpo hídrico.

Desde o início do monitoramento as macrófitas são encontradas na região do rio Bonito e persistem em quantidades cada vez maiores em área e biomassa.

A região da praia do Sol apresenta infestações desde o final de 2005 até os dias atuais. Não foram observados mecanismos de retrocontrole das populações com características naturais.

O manejo adotado até o momento é o de retirada das infestações de macrófitas manualmente à medida que estas surgiram na região da foz do Rio Bonito, o mesmo acontecendo hoje na região da foz do córrego do Amianto.

O problema das macrófitas aquáticas em Cana Brava é crônico para as regiões em destaque e recorrente desde o início do monitoramento.

## **3 - OBJETIVOS**

Levantar e mensurar as prováveis causas do surgimento das macrófitas no reservatório da UHE Cana Brava.

Quantificar e avaliar as relações de causa e efeito do surgimento das macrófitas no reservatório da UHE Cana Brava.

Elaborar e propor um programa de manejo e controle das macrófitas aquáticas que ocupam e ocuparão o reservatório da UHE Cana Brava.

## 4 - METODOLOGIA

Em agosto de 2007 foi feita uma análise exploratória da presença e ausência de macrófitas no reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava.

Todo o perímetro e regiões de baixa profundidade foi avaliado visualmente quanto a presença de macrófitas e as espécies. Foi utilizada a lancha da empresa Mirllan, com o apoio dos Srs. Marco Júnior e Jones Steilmann, e o acompanhamento em período integral da Química Andréia Ramos Soares, representante e entreposto da Companhia Energética Meridional na cidade de Minaçú e reservatório da UHE Cana Brava.

A avaliação foi visual e serviu para dimensionar e direcionar análises a serem feitas para comprovação das hipóteses de eutrofização dos corpos hídricos próximos à cidade de Minaçú – GO.

A identificação das espécies foi feita localmente, assim como a análise de ocorrência de algas nos pontos de monitoramento.

Foram avaliados 167 pontos de avaliação em todo o perímetro do reservatório, distribuídos aleatoriamente. Na região do rio Bonito, córrego do Amianto e da praia do Sol até o Dique 01 foi feita uma avaliação mais detalhada com um percurso em marcha lenta a fim de perceber as espécies ocupantes da área e também a dimensão das infestações.

Os pontos foram georreferenciados e fotografados para análises posteriores e também a inclusão num banco de dados.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 23 espécies de macrófitas presentes na região do reservatório da UHE Cana Brava em agosto de 2007.

As principais espécies identificadas são: *Typha angustifolia*, *Brachiaria subquadripara*, *Salvinia auriculata*, *Lemna* sp., *Panicum repens*, *Commelina difusa*, *Paspalum repens*, *Brachiaria mutica*, *Ludwigia* spp (5), *Echinodorus grandiflorum*, *Echinochloa polystachya*, *Cyperus* spp. (6), *Bulbostyllis capilaris* e *Utricularia gibba*.

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.

Outro processo importante na dinâmica é a invasão de espécies exóticas substituindo muitas nativas, como é o caso da *Brachiaria subquadrifida* – a braquiária d'água.

Em alguns ambientes a definição do conceito de plantas aquáticas é um assunto controverso. Alguns autores consideram aquáticas as plantas cujas partes fotossinteticamente ativas permanecem totalmente ou temporariamente submersas ou flutuantes, para outros são simplesmente as plantas que vivem sob ou sobre a água e que são visíveis a olho nu.

As principais macrófitas, que determinam ciclos e/ou estádios da hidrossere na UHE Cana Brava são descritas particularmente a seguir:

Um dos sinônimos da *Typha* é grande pântano, é uma planta aquática emergente, perene, rizomatosa, ereta de 2 a 4m de altura; floresce geralmente de julho a agosto. A parte superior da espiga é de flores masculinas e a inferior, engrossada, cor de chocolate ou ocre, tem flores femininas. Seu fruto possui plumas que permitem o deslocamento via aérea.

É uma planta forrageira eventual, após queimada. Serve de abrigo e alimento para roedores, e é um ótimo ambiente para os ninhos das aves aquáticas. Seu rizoma é comestível como o aspargo (em conserva), ou assado, ou num bolo saboroso, com teor de proteína equivalente ao do milho e teor de amido equivalente ao da batata, podendo ser produzido o polvilho ou a fécula, sendo um antigo alimento indígena.

A produção de rizomas pode chegar a 7 ton./hectare. O broto tenro equivale ao palmito, a planta inteira é comestível, a espiga pode ser cozida ou assada como milho verde e usada em sopas, purês e chocolates, o pólen serve para doces.

A semente contém 88% de óleo com rendimento de 400 a 850 l/há, que se compara ao girassol ou canola. Excelente fibra (entre juta e cânhamo), têxtil, serve para estofados, coxim, vedação contra água, pois incha, sendo excelente para salvavidas, isolante térmico pouco inflamável e celulose (35%) já explorada no delta do Danúbio desde 1906, para papel pardo, que é muito resistente.

Obras trançadas como esteiras, capachos, cestos, chapéus e cintos, compensados, móveis, teto, parede e amarrão. Em três ou quatro cortes produz 200t/ano (matéria verde). Viável para a produção de álcool, pois de 20 a 40t de biomassa por hectare são entre 1500 a 5000l/há, metade da cana-de-açúcar.

Serve para biofertilizante e biogás. Cultivada como filtro biológico para esgoto doméstico, efluentes industriais e de criação de animais. É capaz de remover metais pesados da água e do sedimento. Fixa margens e controla erosão em canais.

Medicinal, rizoma adstringente (contra diarreia), diurético, serve para cicatrizar feridas e aftas, contra icterícia, e é adicionada ao mate para dor de rins. Contém princípios ativos contra algas, fungos, bactérias e larvas, além de hormônios. O pólen tem efeito anticoagulante e contra a aterosclerose, usado na China para ativar a circulação.

O cultivo é muito fácil, propaga-se por rizoma, divisão de touceira ou por semente. O crescimento é vigoroso, melhor em solo rico em matéria orgânica.

Cada espiga produz de 200 a 300 mil sementes, disseminadas pelo vento. Germina em pouco oxigênio, na lama ou submersa, o hipocótilo flutua e é levado para vento para a borda, onde a plântula enraíza.

Domina outras plantas aquáticas, pela forte propagação vegetativa e alelopatia (guerra química no hidrossolo), formando assembléias homogêneas chamado taboal ou tabual. Tem alta taxa de fotossíntese, apesar de ser do tipo C. Rebrotam bem após fogo ou corte. Tem capacidade de converter brejo em taboal. Aumenta com perturbação, adubação e poluição por esgoto. É muito tolerante à salinidade podendo ser encontrada em deltas de rios e desembocaduras para o mar.

É invasora de porte e de difícil erradicação, aumenta a evaporação de reservatórios em 80%. É ambiente para proliferação de mosquitos. A sua distribuição geográfica é de ocorrência ampla, neotropical, do Canadá aos EUA até a Patagônia, ocorre em todo o Brasil.



**Figura 01:** Vista da *Typha angustifolia* – Taboa, na região da foz do rio Bonito em 27/08/2007.

A *Brachiaria subquadripara* comumente chamada de braquiária do brejo ou Tanner-grass é uma planta perene, prostrada ou subereta, estolonífera, de colmos glabros e carnosos com enraizamento nos nós inferiores, de 50-100 cm de altura, originária da África Tropical. Propaga-se exclusivamente através de estolões.

É uma planta forrageira introduzida ocupar e potencializar a produção de proteína animal em locais úmidos e pantanosos que escapou ao cultivo e tornou-se séria infestante destes ambientes e de lavouras cultivadas em locais úmidos, como arrozais.

As formas selvagens desta espécie encontram-se dispersas em vastas regiões da África Tropical. As formas cultivadas tiveram origem na Rhodesia, de onde as plantas foram trazidas para o Brasil. Hoje praticamente todas as regiões do país estão ocupadas por esta espécie.

É uma forrageira de excelente aceitação pelo gado, fácil de multiplicar e formadora de grande massa verde, porém quando ingerida durante muitos dias produz intoxicações severas no gado, com sintomas típicos como olhos fundos, pêlos arrepiados, dificuldade no andar, fezes moles e muito verdes, urina avermelhada. Os animais continuam comendo avidamente essa grama e se não forem transferidos a outro pasto podem morrer. Parando de se alimentar com Tanner-grass os animais tendem a se recuperar.

O motivo dessas intoxicações está na alta concentração de nitratos nas plantas, maior que em outras braquiárias. É também uma planta hospedeira preferida do coleóptero *Blissus leucopterus*, praga muito danosa a diversas outras gramíneas, inclusive as cultivadas como o arroz, trigo, milho, cana, etc.



**Figura 02:** Vista de uma infestação de *Brachiaria subquadripara* associada à *Salvinia auriculata* na região da foz do rio Bonito em 27/08/2007.

Echinochloa é sinônimo de capim ouriçado, em relação à sua inflorescência, polystachya é a referência à muitas espigas.

É uma erva anfíbia ou emergente ou semiflutuante ou flutuante fixa ou livre, perene, de 0,5 a 1,5m de altura e vários metros de comprimento; produz flor e semente de abril a agosto.

Forrageira de boa qualidade, sendo mais aproveitada por cavalo e capivara. É uma das canaranas da amazônia. Pode produzir 150t de massa verde/há, ou até 100t de massa/ha/ano. As sementes são comidas por aves e, ao cair na água, por peixes. O miolo (medula) é usado como isca para peixes herbívoros como o ximburé (*Schizodon nasutus*).

A sua propagação é por estolho, divisão de touceiras ou por semente. É uma das aquáticas mais rápidas à rebrotar e a colonizar o terreno, o que está de acordo com sua via fotossintética do tipo C<sub>4</sub>. Pode sobreviver a secas, diminuindo de tamanho. Também tem uma fase aquática e uma terrestre o que diminui suas infestações sob excesso de pastejo. Não tem rizomas, somente gemas aéreas, por isso não tolera fogo, uma das razões pelas quais não se deveria queimar brejos. É uma invasora de canais, brejos, lagos e represas artificiais. Sua ocorrência é ampla e pode formar baceiros (ilhas flutuantes) em locais de variação de altura da coluna de água.



**Figura 03:** Vista da área de ocupação das espécies *Echinochloa polystachya* na região da foz do rio bonito em 27/08/2007.



A *Salvinia auriculata* planta cujo primeiro nome (gênero) é uma homenagem ao professor italiano Salvini e o segundo nome (espécie) é uma citação à sua forma de orelha, relativo à folha da planta, é uma espécie aquática flutuante livre, anual ou perene, a folha mede 2,5 x 2,0cm. É uma samambaia e seus esporos maturam na seca (julho a outubro), em grande quantidade, podendo formar uma camada castanha sobre a água, onde o vento acumula o que flutua.

Os tecidos desse vegetal não tem mecanismos próprios de sustentação, não havendo lignificação. Para a manutenção da forma e para uma atividade fisiológica normal dependem de uma pressão de turgência, por isso, qualquer desidratação afeta as plantas, que não sobrevivem fora da água.

É ornamental para aquários e jardins, o que facilita a sua dispersão entre regiões, muito útil para purificação e oxigenação da água, mas grandes quantidades de biomassa diminuem os níveis de oxigênio na coluna de água durante a sua decomposição.

É utilizada para a desova e abrigo de larvas de peixes, alevinos e ninho de bolhas de peixes, além de servir de habitat para organismos aquáticos, inclusive camuflagem para filhotes de jacaré. O cafezinho (*Jacana jacana*) faz seu delicado ninho sobre esta planta. Forrageira de capivara, insetos, caramujos, aves e peixes. Contém 12% de proteína bruta. Serve para biofertilizante e cobertura morta em horta e pomar.

O cultivo é muito fácil e acelerado, e deve-se remover freqüentemente o excesso de crescimento. Propaga-se por divisão de planta ou por esporos. Requer muita luz. Prefere água rasa, com barro no fundo, com matéria orgânica dissolvida.

Durante o período chuvoso as gotas de água danificam seus tricomas hidrorrepelentes dificultando sua flutuação, exercendo excelente controle sobre grandes infestações.

Suas raízes são folhas modificadas que ao contrário, seguram água como uma esponja, e sedimentos. Pioneira em locais perturbados ou em corpos d'água novos, cobrindo totalmente a superfície em poucas semanas; depois serve de substrato para a colonização de baceiro e é gradualmente substituída.

É uma espécie abundante e às vezes dominante tanto em lagoas de águas pobres quanto em alagados de solos férteis.

Chegam a produzir 65t/ha de massa seca por ano sob condições ótimas de calor e nutrientes. Nessas condições, impedem a navegação, obstruem turbinas bem como afetam negativamente a vida aquática reduzindo as trocas gasosas e penetração de luz na coluna de água.

Podem abrigar moluscos transmissores de doenças e entre as folhas o ambiente é muito favorável a reprodução de mosquitos.



**Figura 04:** Vista da espécie *Salvinia auriculata* na região da foz do rio Bonito em 27/08/2007.

Foram identificadas duas espécies de algas aquáticas no reservatório da UHE Cana Brava em agosto de 2007, a *Pithophora* sp. e a *Chara* sp.

Os grupos vegetais conhecido coletivamente como algas é bastante heterogêneo e separado em diversas divisões, com base nos pigmentos contidos, substâncias de reserva, morfologia ou formas de crescimento. Muitas algas são microscópicas, com até 0,001mm de diâmetro, enquanto existem algas marinhas com mais de 30m de comprimento.

Todas as algas apresentam como característica a ausência de um sistema vascular. Não havendo transporte de água e de nutrientes, todas as células precisam estar em contato com a água e com elementos nutritivos. Por isso as algas vivem em ambientes aquáticos ou em substratos úmidos.

Algas são encontradas nos mares, em geleiras, na água doce e em lugares úmidos sobre terra firme. As mais comuns e abundantes são as algas filamentosas e formadoras de feltros, como é o caso das duas espécies encontradas no reservatório da UHE Cana Brava.

As algas são extremamente importante no processo fotossintético para a liberação de oxigênio. Alguns cálculos atribuem às algas cerca de 50% da assimilação de carbono, por fotossíntese, no mundo (40% por diatomáceas), o que se dá principalmente nos mares.

Algas formam a base da cadeia alimentar aquática, constituem um grande potencial alimentar para animais diversos e para o homem. Pela riqueza em alguns elementos, como o iodo e outros, alguns tipos de algas são usadas na preparação de medicamentos e cosméticos.

Algumas algas formam toxinas. São célebres as marés vermelhas dos mares, pelas quais ocorre intensa mortandade de peixes e outros organismos. Também algas de água doce podem liberar toxinas, que pode ser letais ou causar problemas, como dermatites, em animais de salgue quente e no homem.

Algas podem se desenvolver de forma muito intensa em coleções de água, impedindo ou afetando negativamente a fauna aquática.

Para o controle de algas bênticas usa-se aplicar algicidas granulados, que vão ao fundo e liberam o ingrediente ativo gradualmente.

Quando se tem uma grande formação de algas num meio aquático, a aplicação de algicidas em larga escala pode trazer conseqüências negativas, pois a decomposição das algas mortas de uma única vez consome oxigênio e a fauna pode morrer por asfixia. É preciso um manejo gradual para evitar este tipo de problema.

O gênero *Pithophora* é de origem tropical, estendendo-se também sobre regiões subtropicais do mundo. Toleram uma ampla faixa de temperatura, resistindo a períodos inverniais em regiões subtropicais. O crescimento da massa filamentosa é mais intenso na faixa de 25-30°C.

A maior quantidade dessas algas permanece imersa. Formando-se massas que retêm gases, aparecem colchões flutuantes, especialmente em locais de água parada ou de baixa movimentação. Essas algas efetuam fotossíntese e para tal necessitam luz. Toleram, todavia, longos períodos de escuridão, tendo sido relatada nos EUA a sobrevivência por 60 dias sem iluminação.

A reprodução se dá por fragmentação da estrutura. Ocorre também por estruturas reprodutivas chamadas aquinetes, que se formam quando diminui o suprimento de N, sendo formas de resistência a condições adversas de nutrição. A formação de aquinetes é comum em locais de água estagnada e com grande povoamento de algas. Também no interior de aglomerados de tecido vegetativo, onde há pouca renovação de elementos nutritivos, formam-se os aquinetes. A quantidade de aquinetes pode ser extremamente elevada. Conservados no escuro e a baixa temperatura, os aquinetes tem viabilidade por diversos anos.

Algas no gênero *Pithophora* são muito resistentes a herbicidas e toleram concentrações muito maiores de sais cúpricos na água, em comparação a outros tipos de algas.



**Figura 05:** Vista da infestação de algas do gênero *Pithophora* na região do fundo do rio Bonito juntamente com uma massa de algas desprendidas e em fase de desprendimento.

A *Chara* sp. prefere água alcalinizada ou dura, onde bicarbonatos oferecem maior disponibilidade de carbono. Para a fotossíntese utilizam tanto o  $\text{CO}_2$  como carbonatos. Processos químicos determinam a formação de depósitos dolomíticos na superfície dos talos que tornam ásperos.

Havendo condições adequadas, as unidades do gênero *Chara* multiplicam-se intensamente e por isso são temíveis infestantes. A reprodução é 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.

Toleram ambiente pouco iluminado e por isso são capazes de se desenvolver a altas profundidades (Dezenas de metros). Com iluminação intensa tendem a ficar de tamanho reduzido; com menor iluminação tendem a se desenvolver mais.

As Charáceas efetuam fotossíntese e produzem massa vegetal que é importante na cadeia alimentar no meio aquático. As colônias abrigam alevinos de peixes e outros pequenos organismos. Ajudam a despoluir a água; e em geral, onde ocorrem, essa água é limpa.



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

Os locais de ocorrência das macrófitas e algas no reservatório da UHE Cana Brava são dois distintos e únicos.

Assim, de forma geral, o reservatório se encontra num nível inicial da hidrossere, não havendo qualquer risco para a geração de energia elétrica e ao uso da água para fins de irrigação e abastecimento público.

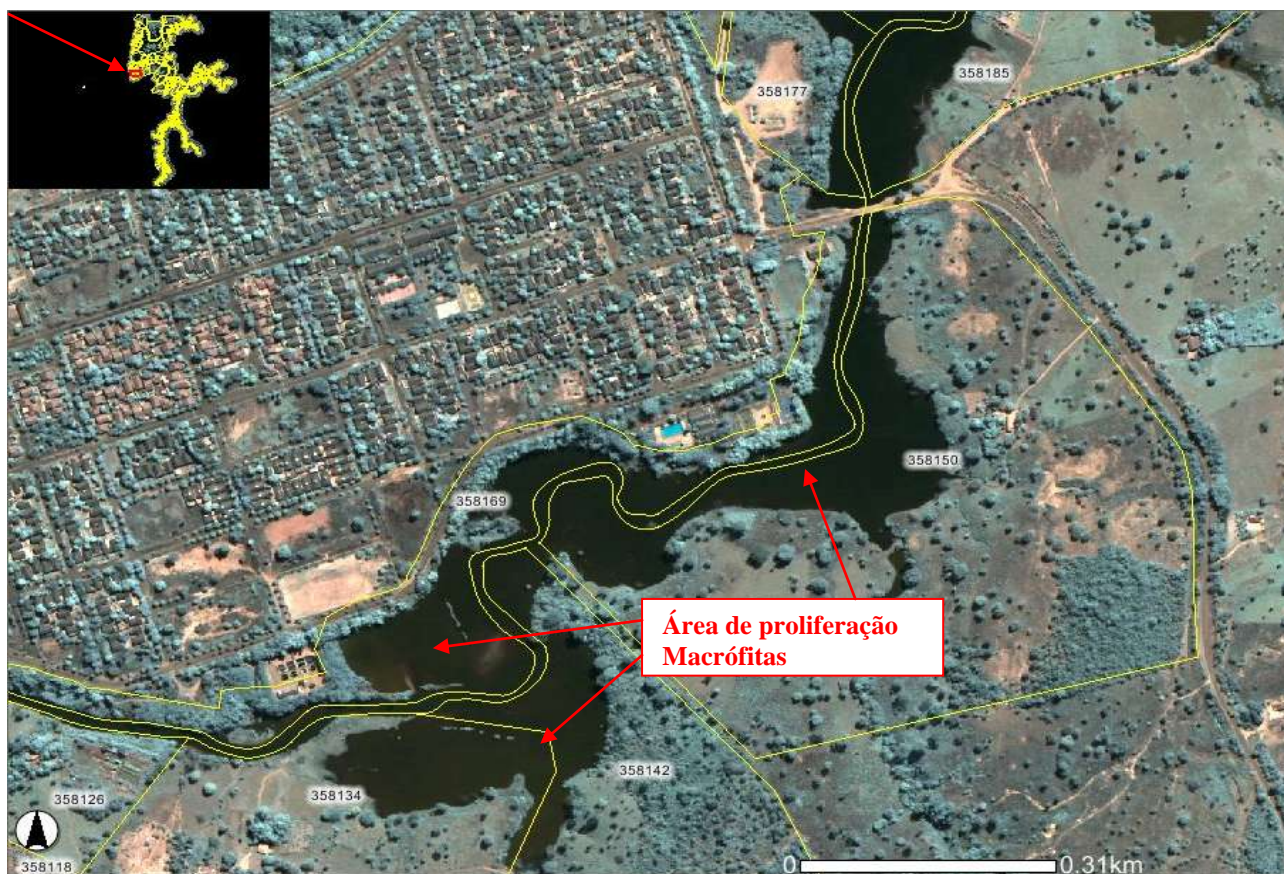
Para os usos múltiplos diversos (Esportes, lazer, navegação, pesca, etc.) dois pontos são considerados restritivos, o primeiro a foz do rio Bonito, como pode ser visto na figura 07. Esta região sofre uma grande deposição de sedimentos o que reduziu a profundidade da coluna de água favorecendo a fixação de macrófitas aquáticas pioneiras e clímax de um ambiente de várzea.

A formação de ambiente de várzea no contexto do reservatório de Cana Brava é desejável, pois tende a ser um estuário de vida aquática, para peixes, aves, roedores, mastofauna, etc., entretanto, esta região ocorre muito próxima à cidade de Minaçú o que no leva manter uma vigilância constante e características preventivas quanto ao surgimento de insetos vetores de enfermidades, podendo ou não levar a estados de agravos de doenças de veiculação hídricas (moluscos e mosquitos - Culicídeos).

Dessa forma, é prudente acionar os órgãos de vigilância ambiental e sanitária a fim de estabelecer critérios de monitoramento e controle de tais endemias.

Temos de considerar que é muito mais eficiente e barato investir num sistema integrado de prevenção de doenças e educação ambiental do que lutar contra a formação da várzea, visto que antes de tudo é um processo natural que ocorre em reservatórios.

Não há qualquer intervenção a ser feita que afete o modelo que segue nesta região. Qualquer ação podem retardar o processo, mas evitá-lo; assim é preferível manter um monitoramento contínuo associado a um programa preventivo de doenças e fomento à educação ambiental que evite o despejo de lixo urbano e doméstico nesta região, além de um controle amplo de carregamento de sólidos nesta região.



Fonte: RO251000214-10 de 25/07/2007 – Tractebel

**Figura 07:** Imagem de satélite da região da foz do rio Bonito próximo à cidade de Minaçu – GO.

Na figura 08 podemos observar a região da desembocadura do rio Bonito que traz muito material sedimentável, este é o foco de controle associado à carga orgânica e de resíduos sólidos que favorecem a proliferação de insetos vetores.

Nesta região não é recomendada qualquer intervenção o que pode vir a desequilibrar um sistema já estabelecido de sucessão vegetal.

O monitoramento da região a cada 10 ou 15 dias é fundamental para a predição da infestação de espécies exóticas ou novas na região.



Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 27/07/2005 – Google Earth

**Figura 08:** Vista aérea da região da ETE de Minaçu – Go, próximo à foz do rio Bonito.

Na foto 09 temos uma visão geral da área da foz do rio Bonito. Da região do Clube até a ponte de concreto é recomendável a retirada da espécie *Salvinia auriculata* que pode trazer sérios riscos à qualidade ambiental da área e à saúde pública além de melhorar esteticamente esta região já desfavorecida para grande quantidade de resíduos sólidos lançados pela população.

Na figura 10 temos a visão da região a jusante da ponte de concreto do rio bonito, ao lado da estação de tratamento de esgoto da cidade de Minaçu. A presença de macrófitas nesta região é importante também para ser um bioindicador da presença de cargas orgânicas e de nutrientes, reiterando assim a eficiência no controle de qualidade da operação da estação.

Em agosto de 2007 não foram verificadas presenças de macrófitas próximas à ETE Minaçu – GO.



Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 27/07/2005 – Google Earth

**Figura 09:** Vista aérea da região da foz do rio Bonito em Minaçu – GO.



Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 27/07/2005 – Google Earth

**Figura 10:** Vista aérea da região da nova ETE de Minaçu –GO e do braço do rio Bonito formado pelo reservatório da UHE Cana Brava.



Na figura 11 vemos o detalhe da região da foz do córrego do Amianto que está tendo um comportamento muito semelhante à foz do rio Bonito.

A presença de Chara nesta região indica que há um processo de eutrofização (descarga e acúmulo de nutrientes) e uma fonte expressiva de Carbonatados, anterior ao enchimento do reservatório e/ou carregado pelas águas do córrego.

Estes indicativos serão melhor investigados durante o ciclo de monitoramento de 2007/2008, conforme descrito no item 8 – Atividades Futuras.



Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 27/07/2005 – Google Earth

**Figura 11:** Vista aérea da foz do córrego do Amianto em Minaçu – GO.

Na figura 12 podemos observar a proximidade da foz do córrego do Amianto a Praia do Sol o que aumenta a preocupação de manter uma sistema de vigilância e controle das macrófitas.



Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 27/07/2005 – Google Earth

**Figura 12:** Vista aérea da região da foz do córrego do Amianto e da Praia do Sol em Minaçu – GO.

## 6 - CONCLUSÕES

A região da foz do rio Bonito tende a estabelecer uma tipologia vegetal de várzea, com espécies de ocupação de áreas úmidas alagáveis em solos aluviais.

A rápida sedimentação na região da foz do Rio Bonito reduziu drasticamente a profundidade média da região permitindo a ocupação por plantas aquáticas de grande porte.

Na região da foz do córrego do Amianto percebemos o início do processo de sedimentação e também um ponto permanente de eutrofização, o que traz inúmeros riscos à saúde pública e também aos usos múltiplos de esportes e lazer na região da Praia do Sol.

De forma geral, o reservatório encontra-se numa condição de baixa infestação de macrófitas, apesar do surgimento da alga *Chara* sp em praticamente todo o seu perímetro.

O estágio da hidrossere é inicial podendo haver crescimentos populacionais de algas e macrófitas associadas principalmente nas regiões do rio Bonito e córrego do Amianto.

## 7 - RECOMENDAÇÕES

É recomendado que se inicie imediatamente a retirada das macrófitas na região da foz do córrego do Amianto com o foco na espécie *Salvinia auriculata*.

Todas as macrófitas contidas na área ao lado do Clube (rio Bonito) até a ponte de concreto deverão ser retiradas juntamente com todos os materiais associados às mesmas. Esta operação deve ser feita o mais rapidamente possível concomitantemente ou posteriormente à limpeza da foz do córrego do Amianto.

Que se faça uma contenção na região da ponte de concreto do rio Bonito a fim de reter as macrófitas do gênero *Salvinia* spp. e suas sucessoras (*Pistia stratiotes*, etc.).

Esta contenção deverá ser verificada diariamente no período chuvoso para que não contribua para a retenção de materiais e plantas que impeçam a total passagem da água pela ponte.

## 8 - ATIVIDADES FUTURAS

Em novembro de 2007 e maio de 2008, períodos seco e chuvoso, serão coletadas 30 amostras de sedimento de forma exploratória (aleatória) em 15 pontos de ocorrência de macrófitas e em 15 pontos de não ocorrência das macrófitas com o objetivo de avaliar as diferenças estruturais e da fertilidade do sedimento e estabelecer as relações de causa e efeito da presença das populações das plantas aquáticas na região da foz rio Bonito e do córrego Amianto.

Concomitantemente, serão coletadas amostras de plantas aquáticas nos pontos de amostragem do sedimento com o objetivo de avaliar as diferenças da biomassa e composição química dos tecidos vegetais e relacionar os resultados com a fertilidade química do sedimento.

Serão avaliados os teores de Oxigênio Dissolvido e Saturado, pH, Condutividade elétrica, Temperatura, Potencial de Óxido Redução e Salinidade da água nos pontos de avaliação.

O Rio Bonito e o córrego do Amianto serão percorridos em 03 trechos, antes do contato com a área urbana, na região urbana intermediária e na foz, antes do contato com o reservatório. Serão coletadas amostras de água superficial (0-20 cm) para fins de análises de Fósforo Total e Ortofosfato, Coliformes Fecais e Totais, Nitrogênio Total, N Amoniacal, N Nitrito, Enxofre, Matéria Orgânica, Óleos e Graxas, pH, Sulfatos, Oxigênio Dissolvido e Saturado, Salinidade e Carga Total (vazão), para simular as cargas de nutrientes que são despejadas no período chuvoso e seco (valores medianos), nos meses de novembro de 2007 e maio de 2008.

## 9 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 1987. **Glossário de Ecologia**. Publicação ACIESP nº 57. primeira edição (definitiva). São Paulo. SP. 271 p.
- AGOSTINHO. A. A.; THOMAZ. S. M.; MINTE-VERA. C. V. & WINEMILLER. K. O. (in press). Biodiversity in the high Paraná River floodplain. *In: Wetlands Biodiversity*.
- AQUATIC VEGETATION QUANTIFICATION SYMPOSIUM: An Overview. **Paper. Page 137 – 187.**
- AZEVEDO NETO. J.M. **Novos conceitos sobre eutrofização**. Revista DAE. v. 48. n. 151. p. 22–28. 1988.
- BANTILAN. R.T.; PALADA. M.C. & HARWOOD. R. Integrated weed management: 1.Key factors affecting crop-weed balance. **In: Annul a Convention of the Pest Control Council of the Philippines. 5. Davao City, 1974. Isolater paper.** 30 p.
- BARRAT-SEGRETAIN. M. H. (1996). Strategies of reproduction, dispersion, and competition in river plants: A review. *Vegetatio*. 123. 13-37.
- BINI. L. M.; THOMAZ. S. M.; MURPHY. K. J. & CAMARGO. A. F. M. (1999). Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia*. 415. 147-154.
- BLANCO. H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico. 38(10): 343-50.** 1972.
- BORNETTE. G.; AMOROS. C. & LAMOUREUX. N. (1998a). Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity. *Fresh. Biol.* 39. 267-283.
- BORNETTE. G.; AMOROS. C.; PIEGAY. H.; TACHET. J. & HEIN. T. (1998b). Ecological complexity of wetlands within a river landscape. *Biological Conservation* 85. 35-45.
- 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.
- DUARTE. C. M. & KALFF. J. (1986). Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophytes communities. *Limnol. Oceanogr.* 31(5). 1072-1080.
- DUARTE. C. M. 1991 - Variance and the description of nature. In: J. Cole. G. Lovett & S. Findlay (Eds.). **Comparative analysis of Ecosystems: Patterns, mechanisms and theories**.

- DUFRENE. M. & LEGENDRE. P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67(3). 345-366.
- ENGEL. S. Ecological impacts of harvesting macrophytes in Halverson Lake. Wisconsin. *Journal of Aquatic Plant Management* 28: 41-45. 1990.
- ENGEL. S. Evaluating estationary blankets and removable screens for macrophyte control in lakes. *Journal of Aquatic Plant Management* 22: 43-48. 1984.
- ESTEVEZ. F.A. 1988. Fundamentos de limnologia. Interciência/FINEP. Rio de Janeiro RJ. 575 p.
- FELICIDADE. N.; Martins. R.C.; Leme. A.A. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. São Carlos. RiMA. 238 p. 2001.
- FERGUSON. F. F. & BUTTLER. J. M. Ecology of Marisa and its potential as an agent for the eliminations of aquatics weeds in Puerto Rico. **In: Southern Weed Conference. 19<sup>o</sup>. XXX. 1966. Proceedings.** p 468-476.
- GOPAL. B. (Ed.) School of Environmental Sciences Jawaharlal Nehru University. New Delhi. Amoros. C. (1991). Changes in side-arm connectivity and implications for river systems management. *Rivers*. 2. 105-112.
- GOTELLI. N.J. and ENTSMINGER. G.L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.22. Acquired Intelligence Inc. & Kesity-Bear.
- HOEHNE. F.C. **Plantas Aquáticas**. Instituto de Botânica. Secretaria da Agricultura – São Paulo – Brasil. 168 p. 1955.
- HUDON. C. (1997). Impact of water level fluctuations on St. Lawrence River aquatic vegetation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54. 2853-2865.
- JOHNSON. R. E. & BAGWELL. M. R.. Effects of mechanical cutting on submerged vegetation in a Louisiana lake. *Journal of Aquatic Plant Management* 17: 54-57 1979
- JUNK. W. J. & PIEDADE. M. T. F. (1997). Plant life in floodplain with special reference to herbaceous plants. In: *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing system*. Junk. W. J. (Ed.). Ecological Studies V. 126. Springer-Verlag. Berlin.
- JUNK. W.J. & FURCH. K (1993). A general review of tropical South American floodplains. *Wet. Ecol. Man.* 2(4): 231-238.
- JUNK. W.J.. BAYLEY. P.B. & SPARKS. R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *In: Proc. Intern. Large River Symp. (LARS)*. D.P. Dodge. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. Eds.. 106: 110-127.
- KHEDR. A. H. A. & EL-DEMERDASH. M. A. (1997). Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta. *Aquat. Bot.* 56. 75-86.
- KISSMANN. KURT G. **Plantas Infestantes e Nocivas**. Tomo I - 2<sup>a</sup> edição. São Paulo. BASF. 825 p.
- KISSMANN. KURT G.; Groth Doris. **Plantas Infestantes e Nocivas**. Tomo III - 2<sup>a</sup> edição. São Paulo. BASF. 725 p.
- KISSMANN. KURT G.; Groth. Doris. **Plantas Infestantes e Nocivas**. Tomo II - 2<sup>a</sup> edição. São Paulo. BASF. 978 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.**
- LORENZI, HARRI. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres. Aquáticas. Parasitas e Tóxicas**. Nova Odessa. São Paulo. 3ª ed. 640 p. 2000.
- LORENZI, HARRI. **Plantas Ornamentais no Brasil: Arbustivas. Herbáceas e Trepadeiras**. Plantarum. Nova Odessa. São Paulo. 3ª ed. 1120 p. 2001.
- MALAVOLTA, EURÍPEDES. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados. mitos, mitificação e fatos**. São Paulo. Produquímica. 153 p. 1994.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J. 1997. Multivariate analysis of ecological data version 3.15 MJM software Gleneden Beach. Oregon. USA.
- MIKOL, G. F. Effects of harvesting on aquatic vegetation and juvenile fish population at Saratoga Lake. New York. . **Journal of Aquatic Plant Management 23**: 59-63. 1985.
- NACIONAL ACADEMY OF SCIENCE PRESS. **Principles of plant and mal pest control: weed control**. Washington. 1971. v.2. 461 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Making Aquatic Weeds Useful: Some Perspectives for Developing Countries**. Washington. D.C. 174 p. 1976.
- NICHOLS, S. A. & LATHROP, R. S. C. Impact of harvesting on aquatic plant communities in Lake Wingra. Wisconsin. **Journal of Aquatic Plant Management 32**: 33-36 (1994)
- ODUM, E.P. 1985. Ecologia. Interamericana. Rio de Janeiro. 434 p.
- PINTO-COELHO, RICARDO MOTTA. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre. Artmed Editora. 252 p. 2000.
- POMPÊO, M. L. M. *et al.* 1997. **Influência da macrófita aquática *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) HITCHCOCK nas características físicas e químicas da água na zona de desembocadura do Rio Paranapanema na Represa de Jurumirim - SP. Rev. Bras. Ecol., 1: 44-53.**
- POTT, VALLI JOANA. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Corumbá – MS. 404 p. 2000.
- RAHEL, F. J. 1984. Factors structuring fish assemblage along a bog lake successional gradient. **Ecology 65**(4): 1276-1289.
- SCHÄFER, A. 1985. Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais. Editora da Universidade. Porto Alegre. UFRGS. 532 p.
- SIPAÚBA - Tavares, L.H. 1988. Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes. São Carlos. DCB/UFSCar. 191 p. (Tese).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Planta Daninha. **Periódico. Vol 20. Edição Especial. Viçosa. 109. 2002.**
- SOUZA, D. C.; THOMAZ, S. M. & BINI, L. M. (2002). Species richness and  $\alpha$ -diversity of aquatic macrophytes assemblages in three floodplain tropical lagoons: evaluating the effects of sampling size and depth gradients.

- SPENCER. N. R. INSECT ENEMIES OF AQUATIC WEEDS. **In:** Weed Science Society of America Annual Meeting. 19<sup>o</sup>. Saint Louis. 1962. **Abstracts.** p. 60-61.
- TAVARES. Lúcia Helena Sipaúba. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 70 p.
- TOBE. JOHN D. (Editor); et al. Florida Wetland Plants: An Identification Manual. **Florida Department of Environmental Protection. Tallahassee. Fl. 598 p. 1998.**
- WARD. J. V. & STANFORD. J. A. (1995). Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. ***Regulated Rivers*** 11. 105-119.
- WARD. J. V. & TOCKNER. K. (2001). Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. ***Fresh. Biol.*** 46. 807-819.
- WARD. J. V. (1998). Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. ***Biological Conservation*** 83(3). 269-278.
- WILE. I. Environmental effects of mechanical harvesting. . ***Journal of Aquatic Plant Management*** 16: 14-20. 1978.
- WILLBY. N. J.; PYGOTT. J. R. & EATON. J. W. (2001). Inter-relationships between standing crop, biodiversity and trait attributes of hydrophytic vegetation in artificial waterways. ***Fresh. Biol.*** 46. 883-902.
- WILSON. S. D. & KEDDY. P. A. (1991). Competition, survivorship and growth in macrophyte communities. ***Fresh Biol.*** 25. 331-337.

RODRIGO BORSARI  
RESPONSÁVEL TÉCNICO  
CREASP 5060488088

**ANEXO 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**  
**CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA ARQUITETURA E**  
**AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO – CREASP**



## **ANEXO 02 – RELAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO**

## **ANEXO 03 – MAPA DOS PONTOS DE MONITORAMENTO**