

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

SETEMBRO DE 2009

1 - INTRODUÇÃO	3
1.1 – A EMPRESA	3
1.2 - O GRUPO SUEZ	3
1.3 – DADOS TÉCNICOS DA USINA E DO RESERVATÓRIO DE CANA BRAVA	4
1.4 – BACIA HIDROGRÁFICA DO TOCANTINS	6
2 – HISTÓRICO	11
2.1 - PRIMEIRO LEVANTAMENTO - 12 A 14 DE FEVEREIRO DE 2003	11
2.2 - SEGUNDO LEVANTAMENTO – 08 A 10 DE SETEMBRO DE 2003	14
2.3 - TERCEIRO LEVANTAMENTO - 12 A 14 DE ABRIL DE 2004	20
2.4 - QUARTO LEVANTAMENTO - 14 A 16 DE SETEMBRO DE 2004	22
2.5 - QUINTO LEVANTAMENTO - 12 A 14 DE JANEIRO DE 2005	24
2.6 - SEXTO LEVANTAMENTO – 27 A 29 DE JUNHO DE 2006	26
2.7 - SÉTIMO LEVANTAMENTO - 23 A 25 DE OUTUBRO DE 2006	29
2.8 - OITAVO LEVANTAMENTO – 27 A 29 DE AGOSTO DE 2007	34
2.9 - NONO LEVANTAMENTO – 05 A 08 DE NOVEMBRO DE 2007	52
2.10 - DÉCIMO LEVANTAMENTO – 19 A 21 DE FEVEREIRO DE 2008	55
2.11 – DÉCIMO PRIMEIRO LEVANTAMENTO – 01 A 03 DE JULHO DE 2008	57
2.12 – DÉCIMO SEGUNDO LEVANTAMENTO – 24 A 26 DE MARÇO DE 2009	73
2.13 – DÉCIMO TERCEIRO LEVANTAMENTO – 14 A 18 DE SETEMBRO DE 2009	77
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
3.1 – LOCAIS E CAUSAS DO SURGIMENTO E PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS NO RESERVATÓRIO DA UHCB	83
3.2 – ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA E SURGIMENTO DAS MACRÓFITAS	85
3.3 – Qualidade da água dos efluentes	107
4 – PLANO DE MANEJO E CONTROLE DAS MACRÓFITAS PRESENTES NO RESERVATÓRIO DA UHCB	112
4.1 – PLANTAS SUBMERSAS	112
4.2 – PLANTAS EMERSAS	114
5 – PROGNÓSTICO E ANÁLISE DE RISCO DA PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS	115
6 – RECOMENDAÇÕES	116
7 - BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA	117
ANEXO 01 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	118
CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA – CREASP	118

1 - INTRODUÇÃO

1.1 – A EMPRESA

A Tractebel Energia, com sede na cidade de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, é a líder em geração privada de energia elétrica no Brasil. Seu parque gerador, com 13 usinas hidrelétricas e termelétricas nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Goiás, tem capacidade instalada de 5.860 MW. No exercício de 2005, a empresa gerou 29.801 GWh - 7,5% da geração total de energia elétrica do Brasil.

Empresa da Suez Energy International, pertencente ao Grupo SUEZ, a Tractebel Energia conta com aproximadamente 900 colaboradores no país e tem como maiores clientes as concessionárias de distribuição de energia e indústrias - além de prestar serviços associados, como a implantação de instalações de co-geração, operação e manutenção de equipamentos de produção de energia e monitoramento da qualidade da energia.

1.2 - O GRUPO SUEZ

SUEZ é um grupo internacional, industrial e de serviços, com origem na França e na Bélgica, que atua no desenvolvimento sustentável, oferecendo para empresas, comunidades e indivíduos soluções inovadoras nos setores de energia e meio ambiente.

Em eletricidade e gás, o know-how da SUEZ abrange toda a cadeia de valor energética - do fornecimento aos serviços associados, exceto a exploração e produção de gás. Tal diversidade permite que suas filiais ofereçam um leque de soluções, para atender às necessidades cotidianas de grupos industriais, empresas e da coletividade.

Atualmente, o Grupo SUEZ possui mais de 157 mil colaboradores em mais de cem países. No setor de energia, é o líder no fornecimento de serviços de energia na Europa e a quinta maior empresa de eletricidade europeia. É também o segundo importador de gás liquefeito nos Estados Unidos. No que diz respeito ao meio ambiente, o Grupo SUEZ ocupa a liderança mundial em serviços de água e de saneamento (em

população atendida) e é o segundo na Europa em gestão de resíduos e em usinas de tratamento de água.



Fonte: <http://www.tractebelenergia.com.br>

Figura 01: Distribuição das usinas geradoras de energia no Brasil operadas pela Tractebel Energia SA.

1.3 – DADOS TÉCNICOS DA USINA E DO RESERVATÓRIO DE CANA BRAVA

RESERVATÓRIO DA UHE CANA BRAVA – UHCB

Área inundada - 139Km²

Volume total - 2,36 x 10⁹m³

Nível d'água a montante máximo normal -330m

CASA DE MÁQUINAS

Queda líquida nominal - 43,1m

Energia assegurada - 273,5MW médios

Capacidade instalada - 465MW

Turbinas francis - 3 de 155MW cada

Tipo da casa de máquinas - abrigada

DESVIO DO RIO

Adufas de desvio (comportas gaveta) - 4 de 5,5m cada x 11m

Adufas de compensação (comportas vagão) - 2 de 4m x 6m

Capacidade total de descarga das adufas - 4.600m³/s

VERTEDOIRO

Vazão máxima excepcional - 17.761m³/s

Nº e dimensões das comportas tipo segmento - 6 comportas de 15m x 20m

TOMADA D'ÁGUA

Vazão máxima por comporta - 415m³/s

Nº e dimensões das comportas tipo vagão - 3 vãos de 7,2m x 10m

BARRAGEM

Barragem central - gravidade em concreto CCR

Barragem margem direita e esquerda -Enrocamento com núcleo de argila

Comprimento total - 1.150m

ENTRADA EM OPERAÇÃO

Unidade 1 - maio/02

Unidade 2 - ago/02

Unidade 3 - set/02

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO

Validade - Janeiro/2008

1.4 – BACIA HIDROGRÁFICA DO TOCANTINS

Área de Abrangência

Área Total: 967.059 km², 11% do território nacional.

Países: Brasil (100%).

Estados: Goiás (26,8%), Tocantins (34,2%), Pará (20,8%), Maranhão (3,8%), Mato Grosso (14,3%), Distrito Federal (0,1%).

Municípios: 470 municípios - Entre as cidades principais destacam-se Belém (PA), Imperatriz (MA), Marabá (PA), Palmas (TO) e Araguaína (TO).

Clima

Tipo Climático: Tropical

Temperatura: A temperatura média anual é de 26°C

Precipitação: As precipitações crescem do sul para o norte, sendo que a média anual é de 1.869 mm, chegando a 2.565 mm na unidade hidrográfica do litoral do Pará.

Insolação: A insolação média anual é da ordem de 2.400 horas

Evapotranspiração: A evapotranspiração média anual na região é de 1.365 mm

Disponibilidade e Usos da Água: Apresenta uma vazão média de 15.432,54 m³/s (9,6 % do total do País) e uma vazão específica de 15,96 L/s/km².

Usos Potenciais

Geração de Energia: O grande potencial hidrelétrico da região e sua localização frente aos mercados consumidores da Região Nordeste colocam a Região Hidrográfica do Tocantins como prioritária para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos. O potencial hidroelétrico instalado nas unidades da federação da Região Hidrográfica totaliza 6.575.782 kW, distribuídos em 28 centrais hidrelétricas (ANEEL, 2002). Entre as hidrelétricas destacam-se a UHE Tucuruí, localizada no baixo Tocantins, e a UHE Serra da Mesa, localizada no alto Tocantins. Somente a UHE Tucuruí é responsável pelo abastecimento de energia elétrica de 96% do estado do Pará e 99% do Maranhão.

Navegação: A navegação fluvial apresenta potencial, principalmente no rio Araguaia, que permitiria o escoamento de 3 milhões de toneladas de soja da região Centro-Oeste. Somente com a construção de eclusas, dragagens e outras obras, será possível a implantação da hidrovia em cerca de 2.000 km da calha principal e 1.600 km dos afluentes. Os impactos ambientais deste empreendimento são atualmente objetos de discussão.

Pesca, Turismo e Lazer: A região possui cerca de 300 espécies de peixes e apresenta uma grande expansão do turismo relacionada à pesca, principalmente no rio Araguaia, sendo uma tendência para o desenvolvimento econômico sustentável da região. A implantação de infra-estrutura básica, com a construção de terminais hidroviários e urbanização de orlas, poderão fomentar o setor. Cabe ressaltar a utilização múltipla dos lagos das hidroelétricas de Tucuruí e Serra da Mesa e Luis Eduardo Magalhães para fins de exploração turística. A pesca também é uma atividade importante para as populações ribeirinhas e indígenas, sendo complementar à agricultura de subsistência, ao extrativismo e à caça. A proteção dos recursos hídricos e do equilíbrio ecológico dos rios é de fundamental importância para essas atividades.

Aspectos Relevantes

Aumentar a rede de distribuição de água e implementar sistemas coleta e tratamento de efluentes domésticos.

Estabelecer diretrizes e implementar ações destinadas à contenção de queimadas e desmatamentos descontrolados. Adicionalmente, fiscalizar e incentivar a manutenção da faixa de vegetação das áreas de proteção ambientais laterais aos corpos d'água.

Contaminação por fontes difusas (agrotóxicos, adubos, sedimentos carregados por ação erosiva em solos mal manejados, entre outros).

Lançamento de efluentes com grande quantidade de matéria orgânica de matadouros e frigoríficos que abatem bovinos e suínos nas proximidades de cursos d'água, com reduzida capacidade de assimilação e transporte pelos rios. É necessário

implementar e/ou melhorar os sistemas de tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos e avaliar seus impactos.

Tendo-se em vista problemas decorrentes do garimpo e da mineração, como a contaminação por metais pesados e o assoreamento, é fundamental a fiscalização dessas atividades e implementação de programas para recuperação ambiental das áreas degradadas.

Definir e implementar um programa para controle da erosão e manejo adequado dos solos, minimizando a contaminação provocada por fontes difusas, principalmente nos mananciais.

Implementar a hidrovia Tocantins-Araguaia, compatibilizando-a com a conservação ambiental e com os usos múltiplos, de modo integrado ao desenvolvimento local e regional.

Desenvolver o potencial hidroenergético através de novos empreendimentos, compatibilizando a conservação ambiental e os usos múltiplos, e integrando-o ao desenvolvimento local e regional.

Incentivar o desenvolvimento de práticas sustentáveis, adaptadas às peculiaridades ambientais da região; incluindo a agricultura familiar, a pecuária, a agroindústria, a piscicultura, o extrativismo e o eco turismo.

População: 7.890.714 habitantes. 4,7% da população do País, sendo 72,0% em áreas urbanas.

Densidade Demográfica: 8,1 hab/km², bem menor que a densidade demográfica do País (19,8 hab/km²).

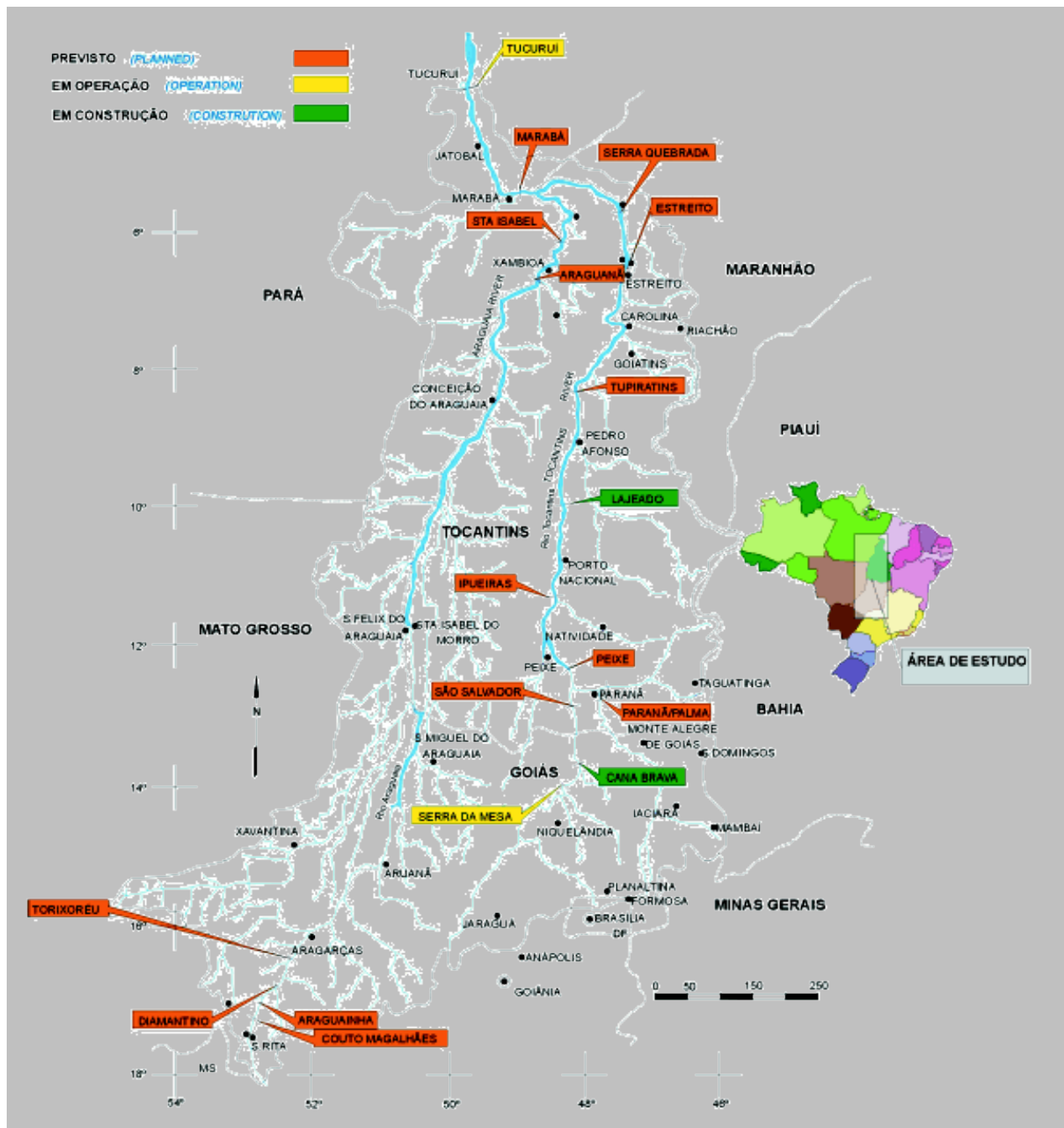


Figura 02: Representação gráfica da bacia hidrográfica do Tocantins e as usinas hidrelétricas previstas, em obra e em operação (dados de 2002).

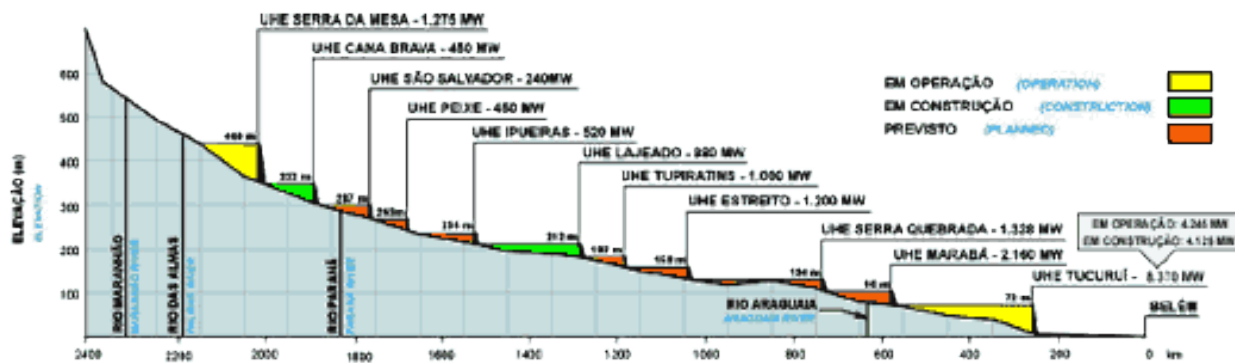


Figura 03: Representação gráfica da Cascata do Rio Tocantins – a Usina de Cana Brava já está em operação desde maio de 2002.

2 – HISTÓRICO

2.1 - PRIMEIRO LEVANTAMENTO - 12 A 14 DE FEVEREIRO DE 2003

O reservatório da UHE Cana Brava apresentou três pontos com macrófitas, sendo estes, os pontos 252, 253 e 254.

Estes pontos estão localizados na foz do Rio Bonito, próximo a cidade de Minaçú e recebe toda a carga da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade.



Figura 04: Vista do ponto de despejo de efluentes, e vista de uma infestação de *Pistia stratiotes* L. mantida na margem pela ação do deplecionamento do reservatório.

A grande quantidade de nutrientes encontrados neste tipo de efluente propicia o rápido crescimento das macrófitas aquáticas. Estas, por sua vez, encontram condições físicas favoráveis no ambiente, que, geralmente, é pouco profundo ou possui galhos e troncos fornecendo um substrato de apoio para as comunidades infestantes.

Neste levantamento foram encontradas duas espécies de macrófitas, a *Pistia stratiotes* L. – alface d'água, e a *Salvinia auriculata* Aubl.. – Orelha de onça ou marrequinha.

Estas espécies são consideradas pioneiras no processo evolutivo de um reservatório ou corpo hídrico.



Figura 05: Vista de algumas plantas de *Salvinia auriculata* Aubl. e a infestação inicial saindo de uma lagoa marginal para um canal que a liga com o reservatório.

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.

O pássaro *Jacana jacana* comumente encontrado nos reservatórios, vulgarmente conhecido como cafezinho, utiliza-se da capacidade de flutuação destas plantas para fazer seu ninho e criar seus filhotes. É uma planta que serve de forrageira para capivaras e outras aves, servindo também como habitat para algumas espécies de caramujos e insetos vetores ou não, de doenças.

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.



Figura 06: Espécies de *Pistia stratiotes* L. livres e enroscadas nos galhos presentes neste braço.

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, não atingindo 30 m² de infestação, o que viabiliza todo o trabalho de retirada e erradicação destas plantas, com alta eficiência.



Figura 07: Vista geral do ambiente onde foram encontradas as plantas de *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia auriculata* Aubl..

2.2 - SEGUNDO LEVANTAMENTO – 08 A 10 DE SETEMBRO DE 2003

Foram identificadas 7 famílias botânicas dentre 17 espécies de macrófitas que ocorreram no reservatório de Cana Brava, em setembro de 2003.

As famílias de maior ocorrência a Onagraceae e Cyperaceae apresentaram –se com 05 espécies representantes, seguidas pela família Gramineae com 03 espécies, seguidas pelas famílias Commelinaceae, Araceae, Lemnaceae e Salviniaceae com apenas uma espécie representante cada.

As famílias Cyperaceae e Onagraceae também são consideradas pioneiras dentro do processo evolutivo do reservatório, pois ocupam papel importante no aumento da diversidade florística do reservatório oferecendo condições para a fixação de novas espécies de macrófitas e possuem o papel de atrair organismos dispersores de propágulos e sementes como é o caso de pássaros e outros animais.

Já a Família Gramineae e a Commelinaceae são famílias tidas como clímax em reservatórios, pois tem a característica de rápido e vigoroso crescimento, dominando os ambientes em que se encontram e acabam por abafar e impedir a entrada de novas espécies, diminuindo consideravelmente a diversidade ecológica da região em que estão inseridas.

Quadro 01: Relação dos códigos das espécies, a espécie, a família botânica e o habitat explorado no reservatório de Cana Brava.

Código	Espécie	Família	Habitat
LUDOC	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos.
HYMAM	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Gramineae	Marginal
LUDEL	<i>Ludwigia elegans</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
CYPRO	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
FIMMI	<i>Fimbristyllis milliacea</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
RCHAU	<i>Rhynchospora aurea</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
CYPFE	<i>Cyperus ferax</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
LEMMI	<i>Lemna minor</i>	Lemnaceae	Flutuante livre
PIIST	<i>Pistia stratiotes</i>	Araceae	Flutuante livre
LUDEL	<i>Ludwigia elegans</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
ECHPO	<i>Echinochloa polystachya</i>	Gramineae	Marginal
LUDSPP (5)	<i>Ludwigia</i> spp	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
CYPSPP (4)	<i>Cyperus</i> spp	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
COMDI	<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	Marginal
LUDSE	<i>Ludwigia sericea</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
SAVAU	<i>Salvinia auriculata</i>	Salviniaceae	Flutuante livre
BRASU	<i>Brachiaria subquadripara</i>	Gramineae	Marginal

O reservatório da UHE Cana Brava apresentou, em setembro de 2003 cinco pontos de monitoramento com a ocorrência de macrófitas sendo os pontos:

252 – *Salvinia auriculata* (AD), *Cyperus rotundus* (BD), *Fimbristyllis milliacea* (BD), *Ludwigia sericea* (BD) e *Rhynchospora aurea* (BD);

253 – *Salvinia auriculata* (AD), *Cyperus ferax* (BD), *Ludwigia sericea* (BD), *Ludwigia elegans* (BD), *Brachiaria subquadripara* (BD) e *Echinochloa Polystachya* (BD);

254 – *Brachiaria subquadripara* (MD), *Commelina diffusa* (BD), *Salvinia auriculata* (MD), *Ludwigia* spp (5) (BD) e *Cyperus* spp (4) (BD);

255 – *Brachiaria subquadriflora* (AD), *Pistia stratiotes* (MD), *Lemna minor* (MD), *Commelina diffusa* (MD), *Ludwigia octovalvis* (MD), *Hymenachne amplexicaulis* (BD) e *Echinochloa polystachya* (BD);

256 – *Ludwigia elegans* (BD), *Ludwigia sericea* (BD) e *Ludwigia octovalvis* (BD);

258 – *Brachiaria subquadriflora* (AD), *Cyperus* spp (4) (BD) e *Ludwigia* sp (BD).

A espécie mais abundante, portanto, de maior importância relativa dentre as macrófitas presentes em setembro de 2003 é a *B. subquadriflora* considerada uma planta problemática em alguns corpos hídricos no Brasil e no mundo.

A *B. subquadriflora* é uma planta exótica introduzida como pastagem em áreas úmidas. Depois de alguns anos de aclimação, esta planta passou a invadir áreas alagadas e margens de corpos hídricos mais profundos. Atualmente esta planta foi observada no pantanal mato-grossense invadindo áreas alagadas e crescendo epifiticamente sobre assembléias de *E. azurea*, *E. crassipes* e outras plantas nativas muito importantes na ciclagem de matéria e na sobrevivência de muitos organismos aquáticos.

Dentre as espécies marginais, *B. subquadriflora* e *C. diffusa*, vem obtendo maior sucesso na colonização do reservatório, provavelmente em decorrência dos deplecionamentos do reservatório proporcionando áreas mais adequadas para instalação destas populações. São espécies que têm dificuldade em se instalar em áreas com maiores profundidades, mas quando já estão instaladas podem sobreviver e crescer com o aumento do nível da água.

Quadro 02: Abundância relativa das macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Cana Brava.

Espécie	AD	MD	BD	MBD	O	O.R. (%)	A	A.R. (%)
LUDOC					0	0,00	0	0,00
HYMAM			1		1	5,00	2	2,90
LUDEL			1		1	5,00	2	2,90
CYPRO			1		1	5,00	2	2,90
FIMMI			1		1	5,00	2	2,90
RCHAU			1		1	5,00	2	2,90
CYPFE			1		1	5,00	2	2,90
LEMMI		1			1	5,00	3	4,35
PIIST		1			1	5,00	3	4,35
LUDEL			2		1	5,00	4	5,80
ECHPO			2		1	5,00	4	5,80
LUDSPP (5)			2		1	5,00	4	5,80
CYPSPP (4)			2		1	5,00	4	5,80
COMDI		1	1		2	10,00	5	7,25
LUDSE			3		1	5,00	6	8,70
SAVAU	2	1			2	10,00	11	15,94
BRASU	2	1	1		3	15,00	13	18,84
O	2	5	13	0	20	100,00	69	100,00

Dentre as populações presentes, a única que têm histórico de problemas em UHE's tipo fio d'água é a *B. subquadripa* que são carregadas pelo fluxo d'água em sub-superfície.

Este tipo de comportamento foi observado nos reservatório de Santana (Light) e Salto Grande (Duke) onde as grandes quantidades de massa causaram problemas às tomadas de água para a estação elevatória e turbinas, respectivamente, portanto esta espécie deve ser a única, atualmente presente, no reservatório, passível de um programa de controle.

Abundância relativa das espécies de macrófitas em Cana Brava

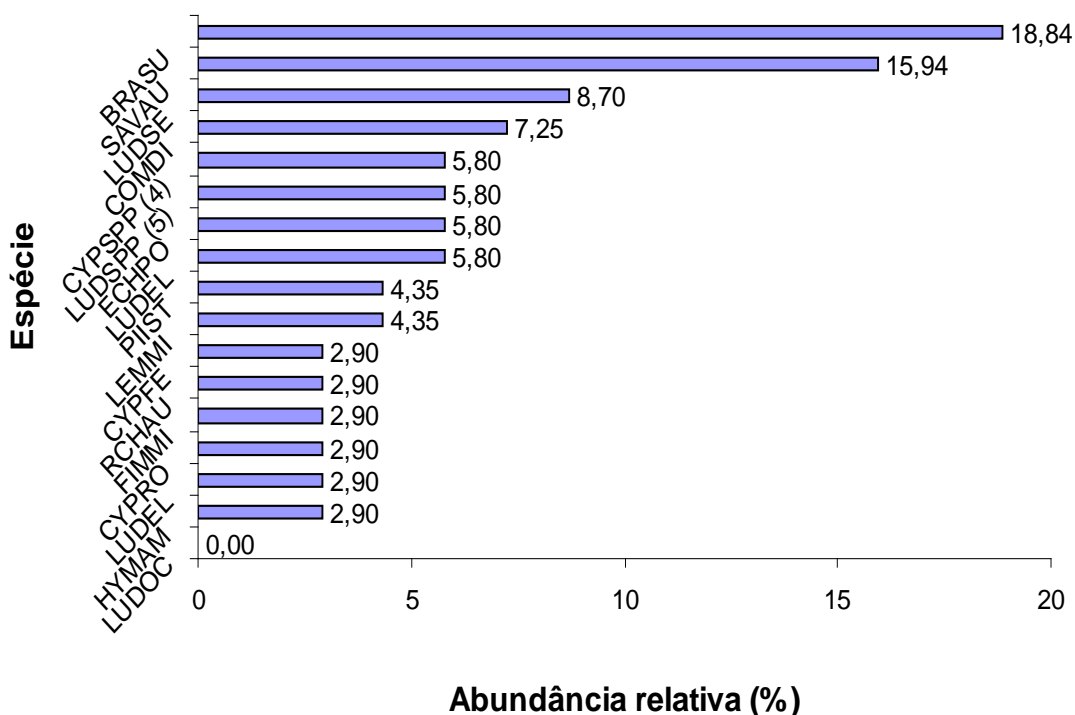


Figura 08: Representação gráfica da abundância relativa das espécies presentes no reservatório da UHE Cana Brava em Setembro de 2003.



Figura 09: Vista de uma infestação de *B. subquadripara* sobre a *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*, e um zoom na *Brachiaria*.

Quanto à distribuição das macrófitas do reservatório da UHE Cana Brava, estas se encontram sempre na bacia do Rio Bonito, bacia esta mais povoada e, portanto de maior interferência antrópica no reservatório.

Pelas avaliações feitas o rio Bonito deve possuir algum tipo de descarga orgânica a montante do reservatório, portanto fora da área de influência do reservatório.

É preciso intervir no sistema como um todo e não só no controle das macrófitas aquáticas na região da foz do Rio Bonito.



Figura 10: Vista da infestação de *S. auriculata* próxima à estação de tratamento de esgoto da Cidade de Minaçú – GO.



Figura 11: Vista das infestações de *C. diffusa* e *Ludwigia* spp.



Figura 12: Vista da região a montante da ETE de Minaçú, com a presença de macrófitas aquáticas.

2.3 - TERCEIRO LEVANTAMENTO - 12 A 14 DE ABRIL DE 2004

Em abril de 2004 percorremos todo o entorno do reservatório da UHE Cana Brava. Detectamos a presença de macrófitas apenas na região marginal do Rio Bonito, próximo à cidade de Minaçú - GO.

De Dezembro de 2003 à Março de 2004 foi feita a operação de limpeza desta região sendo retiradas dali grandes quantidades de material vegetal, tocos, galhos, serrapilheira, lixo sólido, etc.

Pudemos observar que a limpeza desta região foi bem executada e isto refletirá num maior intervalo para a ressurgência das macrófitas. Das espécies que antes ocupavam a região como a *Pistia stratiotes* e a *Salvinia auriculata*, não foram encontrados nem fragmentos.

Entretanto, a espécie *B. subquadripara* continua presente no ambiente com dois grandes tipos de infestação, uma concentrada numa península na foz do rio, já na formação do braço, e outra difusa ao longo de toda margem do reservatório.

Esta espécie é de difícil controle, pois tem um sistema radicular que associada ao mecanismo de propagação dificultam um controle de curto prazo, sendo necessária catação contínua para sua completa erradicação do sistema.

A condição dos solos aluviais presentes no entorno do reservatório, ora favorecem o controle, ora favorecem a proliferação das plantas, dificultando ainda mais a erradicação desta espécie.



Figura 13: Região de deposição do material arenoso, solo aluvial, com a presença da *B. subquadripara* em praticamente toda a região.

Apesar do esforço para a retirada desta espécie, que é observado pela expressiva diminuição da biomassa de plantas atualmente presente, nota-se grande crescimento dos indivíduos para compensar o controle.

Esta espécie por si só não traz grande preocupação do ponto de vista da colonização do corpo hídrico, portanto na condição atual não há risco de proliferação exagerada na lâmina d'água. O risco maior está na dominância desta espécie sobre outras plantas nativas que são extremamente desejáveis para o aumento da diversidade local.



Figura 14: Visões da dominância da *B. subquaripara* sobre as outras plantas que ocupam o ecótono de transição.

Este é um problema no médio e longo prazo, pois, haverá a supressão significativa da vegetação do entorno e dominância desta espécie, diminuindo a diversidade da biota local, limitando sobremaneira a flora e a fauna local.

Nas demais regiões do reservatório não foram encontradas quaisquer indícios de macrófitas potencialmente danosas que merecem qualquer reflexão.

2.4 - QUARTO LEVANTAMENTO - 14 A 16 DE SETEMBRO DE 2004

O reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2004, apresentou apenas duas espécies de macrófitas infestantes a *B. subquaripara* e a *S. auriculata*.

Quanto a esse último aspecto, as macrófitas apresentam-se como componentes diferenciais na biocenose do ambiente aquático, especialmente na promoção de heterogeneidade espacial e sazonal, promovendo maior diversidade de habitats, com reflexos na diversidade biológica do sistema. Wootton (1990) indica que o número de espécies presentes em um ecossistema aquático está associado à gama de habitats e às fontes alimentares disponíveis, atuando como moduladores quali quantitativos da fauna residente, de modo a oferecer condições a uma distribuição mais homogênea entre as espécies, especialmente para formas juvenis e aquelas de pequeno porte (Vazzoler, 1996; Pompêo *et al.*, 1997).



Figura 15: Vista da região da ponte de madeira da rua 20 da cidade de Minaçú – GO por onde passa o Rio Bonito.

No entanto, em algumas condições sob perturbação antrópica, que favoreça a fertilização excessiva, permanente e contínua de um corpo d'água, certas populações de macrófitas são mais beneficiadas que as demais e desenvolvem densas e extensas colonizações, com expressivos efeitos sobre a dinâmica biológica do sistema. As densas colonizações monoespecíficas, por sua vez, podem reduzir a diversidade biológica do sistema, seja pela simplificação da heterogeneidade espacial, pela alta taxa de decomposição orgânica e concomitante consumo e depleção de oxigênio dissolvido, pela degradação da qualidade da água, com alterações de composição, cor, turbidez, transparência, etc. (Azevedo Neto, 1988).

Exemplo dessas infestações por macrófitas aquáticas vem ocorrendo no reservatório da UHE Cana Brava, na região do Rio Bonito, de forma inicial, com a espécie *B. subquadripara* liderando em quantidade e distribuição espacial, em relação às outras espécies presentes, ainda não afetando a diversidade local.

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 16: Vista da região da foz do Rio Bonito, onde detectamos um intenso crescimento da *B. subquadripa*.

Na figura 16 podemos observar que apenas a *B. subquadripa* consegue alcançar a região central do rio, provocando o efeito de reter vários tipos de materiais, desde resíduos sólidos até pequenas folhas e massa de algas que eventualmente possam vir a ocorrer.

2.5 - QUINTO LEVANTAMENTO - 12 A 14 DE JANEIRO DE 2005

A *S. auriculata* e a *P. stratiotes* apresentaram um comportamento similar no padrão de crescimento, com grande associação entre si. No período de Setembro de 2003, observamos o pico de crescimento destas macrófitas, quando, naquele momento recomendamos o controle pela catação manual.

A grande importância da ocorrência e distribuição de macrófitas aquáticas em reservatórios e, sua relação com a fauna de peixes é inegável. (Castro & Arcifa, 1987) argumentam que a diversidade de peixes nos reservatórios é menor e diretamente proporcional aos seus rios formadores e a riqueza de espécies nesses ambientes tem sido associada a algumas variáveis como o desenvolvimento marginal (Eadie & Keast, 1984), fatores como predação e competição (Tonn, 1990), além da complexidade do habitat (Rahel, 1984).

Quanto a esse último aspecto, as macrófitas apresentam-se como componentes diferenciais na biocenose do ambiente aquático, especialmente na promoção de heterogeneidade espacial e sazonal, promovendo maior diversidade de habitats, com reflexos na diversidade biológica do sistema. (Wootton, 1990) indica que o número de espécies presentes em um ecossistema aquático está associado à gama de habitats e às fontes alimentares disponíveis, atuando como moduladores quali quantitativos da fauna residente, de modo a oferecer condições a uma distribuição mais homogênea entre as espécies, especialmente para formas juvenis e aquelas de pequeno porte (Vazzoler, 1996; Pompêo *et al.*, 1997).

Durante os cinco levantamentos feitos no reservatório não observamos qualquer possibilidade de um crescimento profuso e descontrolado de macrófitas aquáticas flutuantes livres vir a ocorrer no reservatório da UHE de Cana Brava. Notamos inclusive que este corpo hídrico possui excelentes condições para promover um controle natural das macrófitas, pois, mesmo sem os dados de qualidade de água notamos que este corpo hídrico tem uma forte tendência a ser Oligotrófico, fato este expresso na vegetação marginal, no tipo de solo (material de origem Quartzito - muito pobre em nutrientes) e conseqüentemente do hidrossolo - Sedimento - e na qualidade da água, pois, em todo o perímetro do reservatório não notamos grandes concentrações de algas.

Outro fator que nos tranqüiliza quanto ao profuso crescimento das macrófitas é quanto ao uso e ocupação da área do entorno do reservatório. Existe uma correlação positiva do uso e ocupação com a proliferação das macrófitas. Em geral o reservatório da UHE Cana Brava não apresenta grandes aglomerados populacionais, tanto no seu entorno direto, quanto nos seus tributários.

Isto faz com que apenas duas regiões sejam as mais preocupantes do ponto de visto do controle das macrófitas, a região do Rio Bonito, que recebe toda a carga orgânica da cidade de Minaçú - GO e a região da Praia construída com o objetivo de fornecer lazer aos moradores e visitantes da cidade, local onde qualquer crescimento de macrófita, também deve imediatamente ser controlado.

Portanto, o nosso prognóstico é de que o reservatório da UHE Cana Brava não apresenta as condições necessárias para o profuso crescimento generalizado de plantas aquáticas, e deve manter esta condição por muito tempo se as medidas no manejo propostas forem adotadas na sua integridade.

2.6 - SEXTO LEVANTAMENTO – 27 A 29 DE JUNHO DE 2006

Foram encontradas macrófitas apenas do Rio Bonito, próximo à cidade de Minaçu - GO, em pequenas quantidades e de forma dispersa com grande diversidade específica (espécies x unidade de área).

Na região da foz do Rio Bonito (área de remanso), com início na ponte de madeira da cidade de Minaçu até a estação de tratamento de efluentes do município, as áreas marginais estão completamente ocupadas por plantas aquáticas ou terrestres, pois neste ecótono de transição as duas ocorrências são possíveis e desejáveis.

Têm-se 21 espécies de plantas aquáticas em condições de coexistência equilibrada numa mesma região e não há crescimento profuso de nenhuma espécie que possa ser uma ameaça à estabilidade do sistema.

Esta condição ocorre em praticamente todos os afluentes de reservatórios, principalmente próximos aos municípios que, de forma geral não possuem um plano de drenagem urbana eficiente e que recupere o material carregado pelas águas das chuvas.

A região em questão está em pleno processo da hidrossere (evolução) para uma área rasa, tendendo à formação de áreas úmidas similares a várzeas no entorno da calha do rio, sendo esta a forma estável vislumbrada num futuro próximo (5 – 10 anos).

Quadro 04: Relação das espécies identificadas e as áreas ocupadas no ecótono de transição água-solo.

Espécie	Código	Família	Área m²
<i>Brachiaria subquadriflora</i>	BRASU	Gramineae	250
<i>Brachiaria mutica</i>	PAMPU	Gramineae	25
<i>Caperonia palustris</i>	CAPPA	Euphorbiaceae	Nd
<i>Cyperus acicularis</i>	CYPAJ	Cyperaceae	Nd
<i>Cyperus brevifolius</i>	KYLBR	Cyperaceae	Nd
<i>Cyperus difformis</i>	CYPDI	Cyperaceae	Nd
<i>Cyperus giganteus</i>	CYPGI	Cyperaceae	Nd
<i>Cyperus papyrus</i>	CYPPA	Cyperaceae	Nd
<i>Cyperus</i> sp	CYPSS	Cyperaceae	Nd
<i>Echinochloa polystachya</i>	ECHPO	Gramineae	35
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	ECOGR	Alismataceae	Nd
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	HYVAM	Gramineae	Nd
<i>Ludwigia elegans</i>	LUDEC	Onagraceae	Nd
<i>Ludwigia</i> sp	LUDSS	Onagraceae	Nd
<i>Panicum repens</i>	PANRE	Gramineae	25
<i>Panicum rivulare</i>	PANRV	Gramineae	25
<i>Panicum</i> sp	PANSS	Gramineae	Nd
<i>Rhynchospora aurea</i>	RCHAU	Cyperaceae	Nd
<i>Rhynchospora</i> sp	RCHSS	Cyperaceae	Nd
<i>Salvinia auriculata</i>	SAVAU	Salviniaceae	250
<i>Typha angustifolia</i>	TYHAN	Typhaceae	100
Total			710

nd – não determinado – poucos indivíduos dispersos.



Figura 17: Vista da calha do rio Bonito e da área marginal ocupada pelas macrófitas, predominantemente a *Brachiaria subquadriflora*.



Figura 18: A *Typha angustifolia* e a vegetação desenvolvida nas áreas menos profundas.



Figura 19: Vista da baixa profundidade do reservatório e o avanço da vegetação aquática presente no ecótono de transição.

2.7 - SÉTIMO LEVANTAMENTO - 23 A 25 DE OUTUBRO DE 2006

O sétimo levantamento de macrófitas feito no reservatório da UHE Cana Brava nos mostrou a aceleração no processo de formação de várzea na região do Rio Bonito, onde não houve a possibilidade de chegada até a ponte de madeira da Rua 20, local antes facilmente visitado. Houve um processo acelerado de assoreamento desta região e as macrófitas têm encontrado um local ótimo para o seu desenvolvimento, favorecendo o surgimento de vegetações típicas de várzea (*Typha* sp, etc.), como podemos observar na figura 20.



Figura 20: Vista da região da foz do Rio Bonito, local onde se verifica acelerado assoreamento.

Nesta região as macrófitas estão presentes por efeito das condições de diminuição da profundidade o que permite o acesso do sistema radicular ao sedimento, rico em nutrientes. Assim as plantas são efeitos e não causas da formação de várzeas.

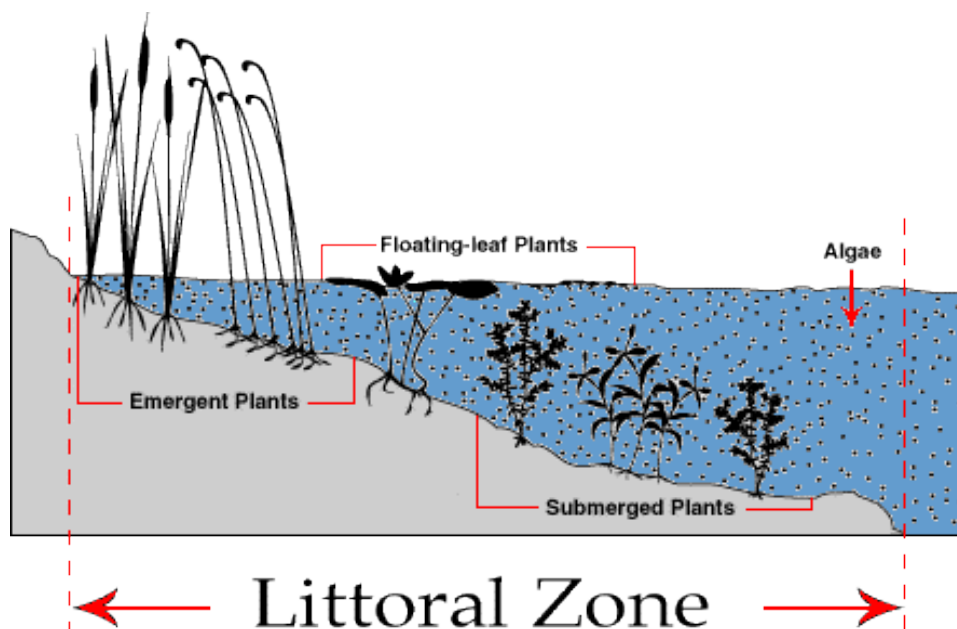


Figura 21: Esquema de ocupação das regiões marginais e de menor profundidade nos corpos hídricos.

Após informação da Tractebel sobre uma espécie que vinha se desenvolvendo na região da Praia do Sol, em novembro de 2006 identificamos como sendo a *Chara rusbyana* Howe.

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.



Figura 22: Vista da espécie infestante - *Chara rusbyana*.

No Brasil quase não existem nomes populares para chamar estas algas. 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.



Figura 23: Vista do local onde foram encontradas as infestações de *Chara rusbyana*.

As Charophyceae são ainda muito pouco estudadas no Brasil. São ervas perenes submersas e fixas. As Caráceas 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.

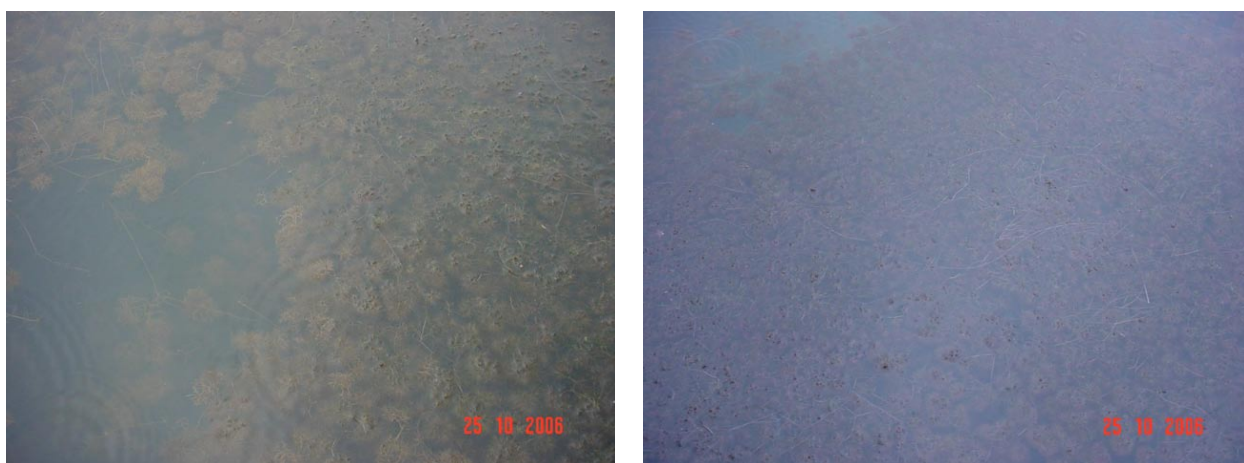


Figura 24: Vista geral das infestações de *Chara rusbyana* na região da Praia do Sol.

Toleram ambiente pouco iluminado e por isso são capazes de se desenvolver a grandes profundidades na água. Há referência de se ter encontrado essas algas a dezenas de metros de profundidade. Com iluminação intensa ficam de tamanho reduzido, com menos iluminação tendem a se desenvolver mais.

Quanto à importância econômica, temos:

- A) Positiva: São alimento e abrigo de fauna aquática. As plantas deste gênero são inseticidas, por isso, geralmente impedem a criação de mosquitos. Despoluem a água, como filtro biológico, em geral onde ocorrem essas algas a água é límpida.

- B) Negativa: Quando ocorrem em grande quantidade perturbam atividades como as esportivas e de lazer, e dificultam o fluxo e renovação da água em canais e

outros cursos, além disso, as algas produzem uma substância química assemelhada àquela que dá o cheiro característico ao alho e por isso quando esmagadas exalam tal odor pungente.

Chara spp. Muskgrass

Chara spp.
Muskgrass

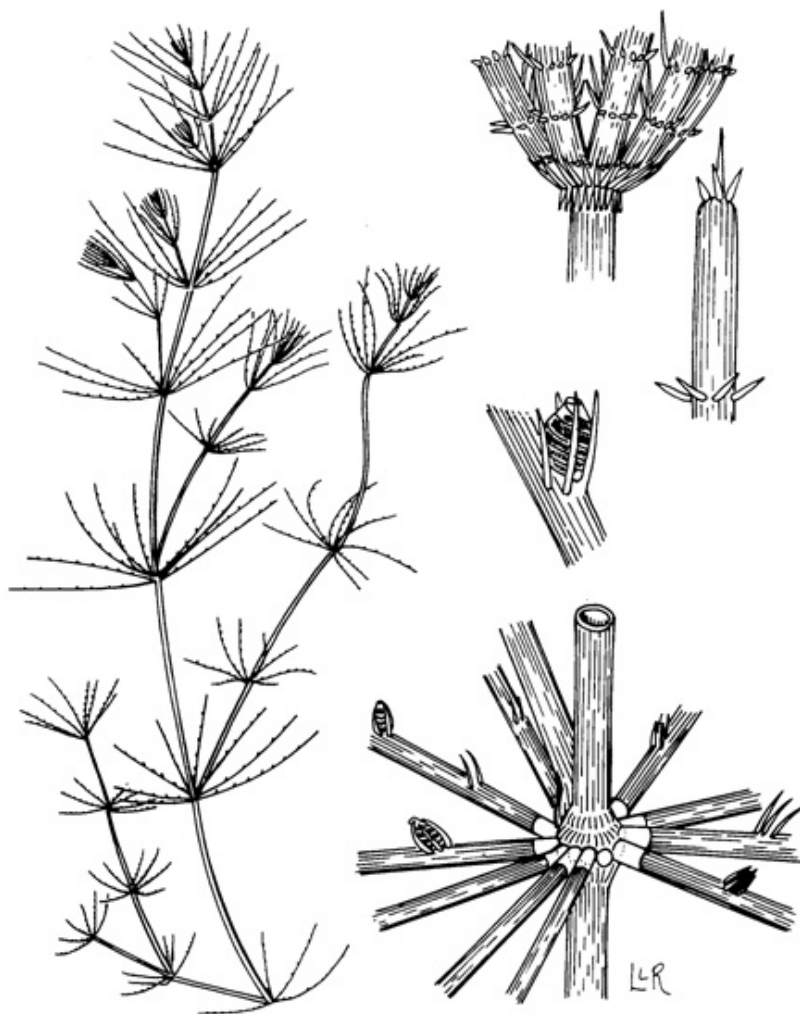


illustration provided by:
IFAS, Center for Aquatic Plants
University of Florida, Gainesville, 1990

Figura 25: Detalhes das estruturas da *Chara* spp. – por Laura L. Reep., do Centro de Plantas Aquáticas da Universidade da Flórida – EUA.

2.8 - OITAVO LEVANTAMENTO – 27 A 29 DE AGOSTO DE 2007

Em Agosto de 2007 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 subquadriflora*, *Salvinia auriculata*, *Lemna* sp., *Panicum repens*, *Commelina diffusa*, *Paspalum repens*, *Brachiaria mutica*, *Ludwigia* spp (5), *Echinodorus grandiflorum*, *Echinochloa polystachya*, *Cyperus* spp. (6), *Bulbostylis 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 subquadriflora* – 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 estágios 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 salva-vidas, 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 26: 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 27: 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 C₄. 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 28: 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 29: 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

invernais 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 30: 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 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 31: 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.

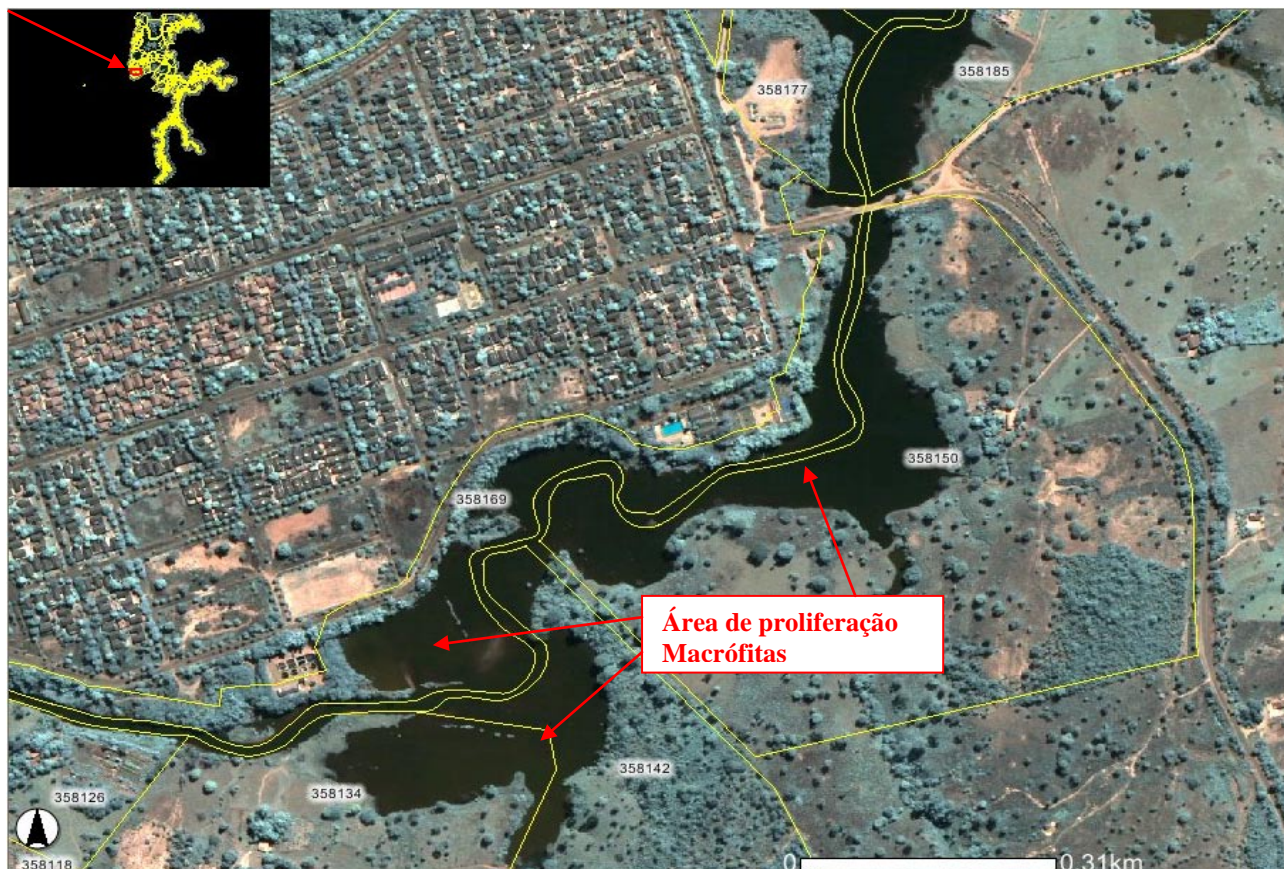
Assim, de forma geral, o reservatório se encontra num nível inicial da hidrossere, não havendo qualquer risco para a geração de energia elétrica e ao uso da água para fins de irrigação e abastecimento público.

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 32. 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).

Temos de considerar que é muito mais eficiente 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 houve qualquer intervenção no modelo de hidrossere que perpetua nesta região. Qualquer ação de controle pode retardar o processo, mas nunca 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, do que um controle de macrófitas mais intenso que o atual na região.



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

Figura 32: Imagem de satélite da região da foz do rio Bonito próximo à cidade de Minaçu – GO.

Na figura 33 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 33: Vista aérea da região da ETE de Minaçú – Go, próximo à foz do rio Bonito.

Na figura 34 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 35 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 Minaçú. 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 Minaçú – GO.



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

Figura 34: Vista aérea da região da foz do rio Bonito em Minaçu – GO.



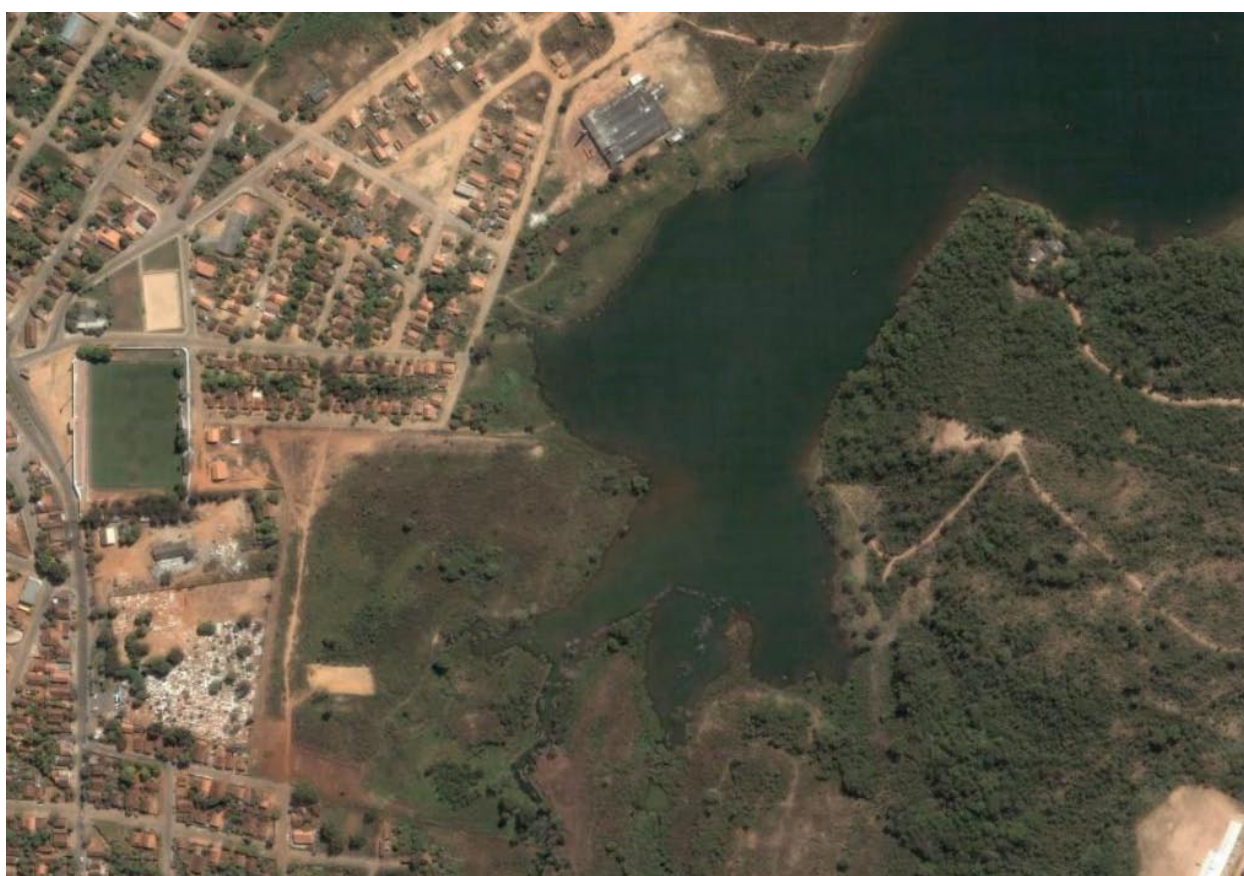
Fonte: Imagem de Satélite Terrametrics de 27/07/2005 – Google Earth

Figura 35: 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 36 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.

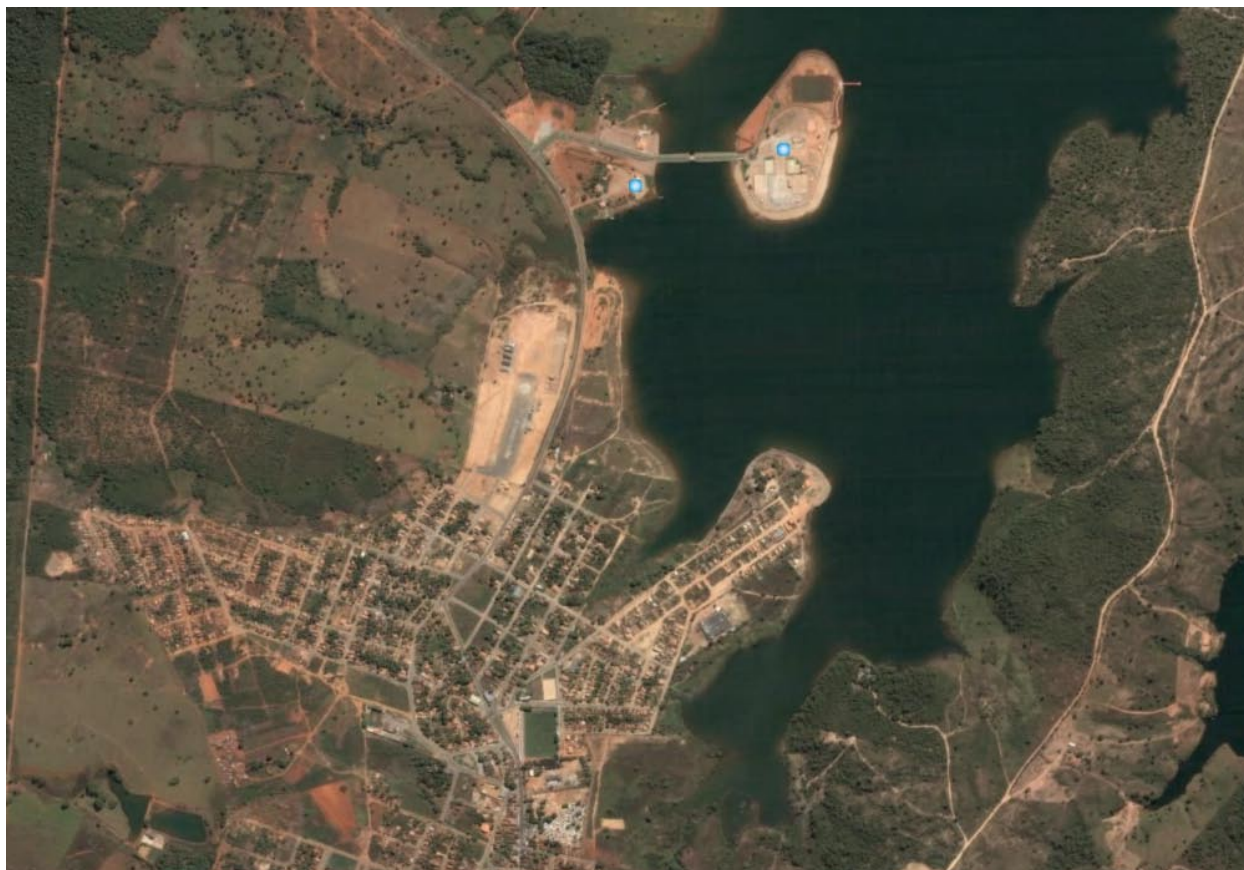
Estes indicativos serão melhor investigados durante o ciclo de monitoramento de 2007/2008, conforme descrito no item 8 – Atividades Futuras.



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

Figura 36: Vista aérea da foz do córrego do Amianto em Minaçu – GO.

Na figura 37 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 37: Vista aérea da região da foz do córrego do Amianto e da Praia do Sol em Minaçu – GO.

2.9 - NONO LEVANTAMENTO – 05 A 08 DE NOVEMBRO DE 2007

Em Novembro de 2007 a região do rio Bonito e córrego Amianto foram percorridas com barco e via terrestre para fins de visualização e registro das condições de crescimento das plantas aquáticas.

Foram coletadas amostras de água nas regiões do rio Cascatinha e Correntes, afluentes diretos do Rio Bonito, na região da ponte da rua 20, região esta intermediária do Rio onde a mistura das águas está consolidada, e na região da ponte de vai para o Aeroporto de Minaçu - GO, a jusante das infestações de macrófitas estabelecidas.

Foram coletadas amostras na lagoa a jusante da ETE da SAMA, na região intermediária do córrego amianto, no meio da cidade de Minaçú – GO, e na região da foz, já na área de influência do reservatório.

Serão analisados os seguintes parâmetros:

1. Estreptococos fecais NMP/100ml,
2. *Escherichia coli* NMP/100ml
3. Clorofila a - µg/l
4. Óleos e Graxas – mg/l
5. Sólidos Totais mg/l
6. Sólidos Totais dissolvidos – mg/l
7. Alcalinidade Total – mg/l
8. Dureza Total – mg/l
9. Cálcio Total – mg/l
10. Ferro dissolvido – mg/l de Fé
11. Nitrogênio nítrico - µg/l
12. Nitrogênio total – mg/l
13. Nitrogênio amoniacal total – mg/l de N
14. Cor verdadeira – mg Pt/l
15. Fósforo Total – mg/l P
16. Fosfato (como P)
17. Matéria Orgânica - %
18. Sulfato total - mg/l SO⁴
19. Alumínio
20. Arsênio
21. Bário
22. Berílio
23. Boro
24. Cádmio
25. Chumbo
26. Cobalto
27. Cobre

28. Estanho
29. Cromo
30. Ferro
31. Lítio
32. Manganês
33. Mercúrio
34. Níquel
35. Prata
36. Selênio
37. Vanádio
38. Zinco

Estas análises foram estudadas e avaliadas as condições específicas das cargas de nutrientes lançados no reservatório quanto a fonte de contribuição.

Na região do Rio Bonito, predominantemente há a permanência apenas de macrófitas emersas, portanto, dispensando a análise do sedimento.

Na região do encontro do córrego Amianto com o reservatório de Cana Brava, há a proliferação de macrófitas submersas. Neste local, foram coletas 30 amostras de sedimento de 0-20 cm de profundidade com o uso do coletor de Van Veen.

15 amostras foram coletadas em 03 repetições de 05 locais com infestação de macrófitas e 05 locais sem a infestação de macrófitas, onde serão analisados os parâmetros de fertilidade fósforo total e matéria orgânica, além das características físicas de textura do sedimento, quanto a areia grossa, areia fina, silte e argila.

Com isso esperamos ter parâmetros para avaliar o sucesso da perpetuação das plantas aquáticas nesta região.

2.10 - DÉCIMO LEVANTAMENTO – 19 A 21 DE FEVEREIRO DE 2008

Em fevereiro de 2008 a região do rio Bonito e córrego Amianto foram percorridas e avaliadas de barco e via terrestre para fins de visualização e registro das condições de crescimento das plantas aquáticas.

Foram coletadas amostras de água nas regiões do rio Cascatinha e Correntes, afluentes diretos do Rio Bonito, na região da ponte da rua 20, região esta intermediária do Rio onde a mistura das águas está consolidada, e na região da ponte de vai para o Aeroporto de Minaçú - GO, a jusante das infestações de macrófitas estabelecidas.

Serão analisados os seguintes parâmetros:

1. Clorofila a – $\mu\text{g/l}$
2. Matéria Orgânica – mg/l
3. Cálcio Total – mg/l
4. Alcalinidade Total – mg/l
5. Selênio – mg/l
6. Mercúrio – mg/l
7. Fósforo Total – mg/l P
8. Fosfato (como P) – mg/l
9. Nitrogênio nítrico – mg/l
10. Nitrogênio nitrato – mg/l
11. Nitrogênio total – mg/l
12. Nitrogênio amoniacal total – mg/l de

Estas análises serão estudadas, comparadas e avaliadas as condições específicas das cargas de nutrientes lançados no reservatório quanto à fonte de contribuição para que possam vir a favorecer a permanência das macrófitas no reservatório.

Na região do Rio Bonito há a permanência de macrófitas emersas dispensando a análise do sedimento.

Na região do encontro do córrego Amianto com o reservatório de Cana Brava, há a proliferação de macrófitas submersas. Neste local, foram coletadas 30 amostras de sedimento de 0-20 cm de profundidade com o uso do coletor de Van Veen, sendo 5 amostras coletadas em 03 repetições em 05 locais com infestação de macrófitas e 05 locais sem a infestação de macrófitas, onde serão analisados os principais parâmetros de fertilidade: fósforo total e matéria orgânica, além das características físicas de textura do sedimento, quanto a areia grossa, areia fina, silte e argila.

Foram tomadas amostras de biomassa das espécies submersas na região do córrego amianto, para comparar com os dados coletados em Novembro de 2007.

A metodologia de avaliação é a retirada de porções de macrófitas com o auxílio de um amostrador do tipo saca-rolhas, conforme apresentado na figura 38.



Figura 38: Vista do amostrador de macrófitas submersas.

Com isso esperamos ter parâmetros para avaliar o sucesso da perpetuação das plantas aquáticas nesta região e ainda identificar as condições de crescimento e controle para as condições do reservatório de Cana Brava.

2.11 – DÉCIMO PRIMEIRO LEVANTAMENTO – 01 A 03 DE JULHO DE 2008

Em Julho de 2008 foram identificadas 23 espécies de macrófitas presentes na região do reservatório da UHE Cana Brava.

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*.

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 nú.

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 um deslocamento aéreo.

É uma planta forrageira eventual. Serve de abrigo e alimento para roedores, e forma ótimo ambiente para a instalação de ninhos de 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 sete toneladas por 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/ha, 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 1.500 a 5.000 l/ha, metade do rendimento que a cana-de-açúcar oferece.

Serve para biofertilizante e biogás. É cultivada como filtro biológico em sistemas de tratamento de 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 ferida 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 chamadas taboal ou tabual. Tem alta taxa de fotossíntese. 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.



Fonte: Rodrigo Borsari

Figura 39: 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, apresentada na Figura 40, é uma planta perene, prostrada ou sub-ereta, 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 para 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 para 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* popularmente chamada de cigarrinha, praga muito danosa a diversas outras gramíneas, inclusive as cultivadas como o arroz, trigo, milho, cana, etc.



Fonte: Rodrigo Borsari

Figura 40: 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, apresentada na Figura 07.

É uma erva anfíbia ou emergente ou semi flutuante 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/ha, 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 (*Schizodom nasutus*).

A sua propagação é por estolão, divisão de touceiras ou por semente. É uma das aquáticas mais rápidas a rebrotar e colonizar o terreno, o que está de acordo com sua via fotossintética do tipo C₄. Pode sobreviver a secas, diminuindo de tamanho. Também tem uma fase aquática e uma terrestre o que diminui suas infestações sob pressão de pastejo. Não tem rizomas, somente gemas aéreas, por isso não tolera fogo, uma das razões pelas quais não se deve 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.



Fonte: Rodrigo Borsari

Figura 41: 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 – Figura 08.

Os tecidos desse vegetal não têm 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 hidro repelentes dificultando sua flutuação, exercendo um bom 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 65 t/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 à reprodução de mosquitos.



Fonte: Rodrigo Borsari

Figura 42: 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 agrupados 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 importantes 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 usados 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 – Figura 43 – 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 retém gases formando colchões flutuantes, especialmente em locais de água parada ou de baixa movimentação. Essas algas realizam 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 do filamento. Ocorre também por estruturas reprodutivas chamadas aquinetes, que se formam quanto diminui o suprimento de N, sendo formas de resistência a condições adversas de nutrição. A formação destas estruturas é comum em locais de água parada 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 43: 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, apresentada na figura 44, prefere água alcalina ou dura, onde bicarbonatos oferecem maior disponibilidade de carbono. Para a fotossíntese utilizam tanto o 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.

Tolera 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, essas algas a água é límpida.



Figura 44: Vista da infestação de *Chara* sp. na região da foz do córrego do Amianto em agosto de 2007.

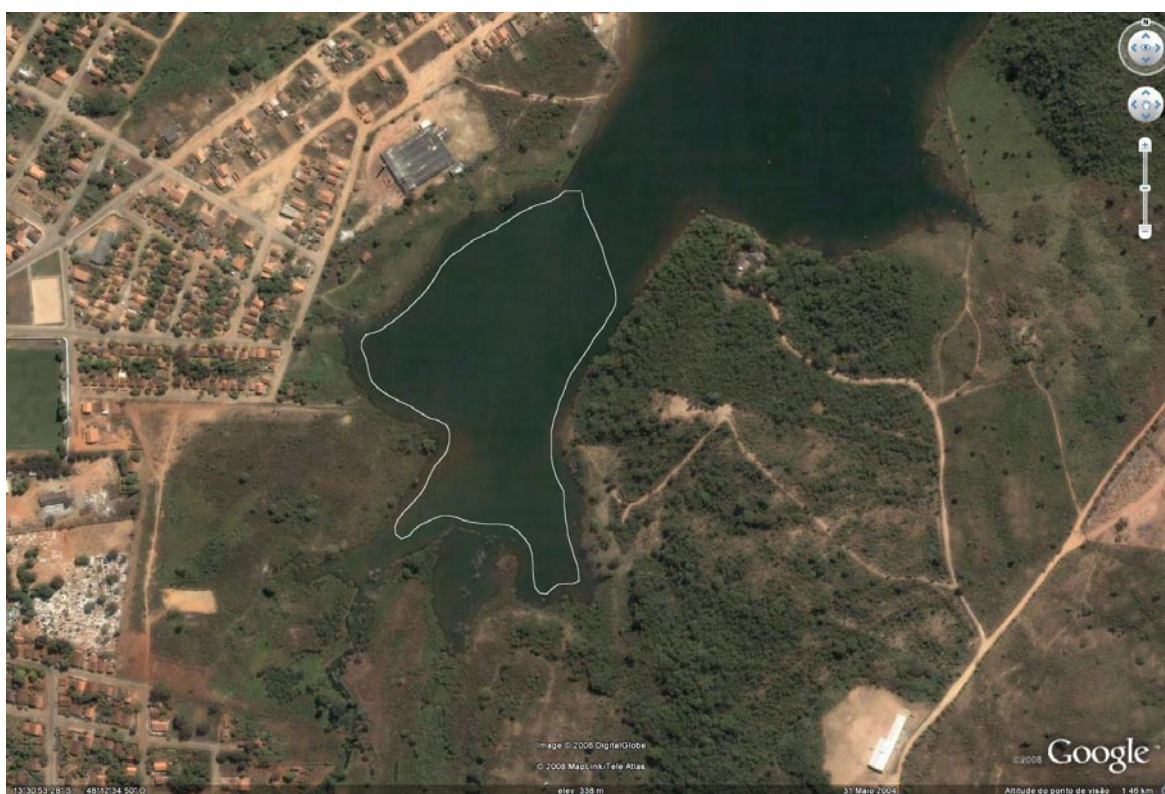
Os locais de ocorrência das macrófitas e algas no reservatório da UHE Cana Brava são dois, distintos e únicos, a foz dos córregos varjão e amianto, que podem ser vistos na figura 45.

A primeira questão a ser respondida é quanto a origem ou fonte de chegada desta espécie no reservatório. Esta não é uma resposta fácil de afirmar, porém avaliamos as seguintes prováveis hipóteses, a primeira é a chegada pelas aves aquáticas que se alimentavam de organismos aquáticos em outros corpos hídricos

carregando consigo propágulos viáveis das macrófitas que se estabeleceram na região da praia do Sol.

Outra hipótese é a chegada de propágulos via embarcações e veículos que foram utilizados em locais onde já havia esta espécie, e; outra possibilidade bastante aceita pela comunidade científica, é a chegada de propágulos pelos aquaristas que após limpeza de seus aquários lançam propágulos viáveis nos sistemas de drenagem da cidade culminando pela sua perpetuação em sistemas maiores e mais complexos.

Em novembro de 2007 a biomassa da *Chara* sp foi avaliada em cinco pontos de distribuídos na região da foz do córrego amianto apresentada na figura 46.



Fonte: Google Earth

Figura 45: Vista da região de coleta de biomassa na foz do córrego amianto.



Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/9926249>

Figura 46: Contexto de inserção do córrego amianto na cidade de Minaçu – GO.

A biomassa expressa o potencial de crescimento de uma planta, quanto maior a biomassa maior a capacidade de crescimento da planta. Durante o período de novembro de 2007 e julho de 2008 notamos que houve uma redução significativa de até 60% em peso, como podemos observar no quadro 05. Neste período houve dois eventos importantes no reservatório, dois deplecionamentos programados pela ONS com vistas ao manejo da água nos reservatórios da cascata do rio Tocantins. O primeiro evento foi em dezembro de 2007 e o segundo em junho de 2008.

Ambos eventos afetaram positivamente o controle das macrófitas aquáticas no reservatório pois houve uma visível redução na área infestada pelas macrófitas, podendo inclusive ser utilizado como ferramenta de manejo no futuro plano de manejo a ser proposto.

Quadro 05: Relação da média da biomassa de *Chara* sp coletada em cinco pontos na região da foz do córrego Amianto.

Espécie*	nov/07	fev/08	jul/08	Média
	kg/ha			
<i>Chara</i> sp	2,568	1,134	0,957	1,55
<i>Salvinia auriculata</i>	0,325	0,254	0,337	0,31

* - Média de 05 amostras

No quadro 06 observamos que o rio Bonito não é um ambiente com grande potencial à eutrofização crônica. O Ph é próximo à neutralidade o que compensa a grande quantidade de fósforo total presente na região da ponte da rua 20, sendo sua fonte, predominantemente de origem doméstica, pois é um elemento presente em detergentes e sabões muito utilizados em residências, e, presente em dejetos humanos. Apesar disso, o teor de clorofila A que exprime a quantidade de algas é baixo, não passando de traços. Todas as formas de nitrogênio possuem níveis baixos em toda a extensão do rio Bonito e os teores de matéria orgânica são medianos.

Entretanto, a foz do rio Bonito possui grandes quantidades de macrófitas, principalmente a *Salvinia*. A presença de matéria orgânica dissolvida na água, ainda que em pequenas quantidades, a grande quantidade de materiais orgânicos oriundos da região urbana promove, nesta região, grandes mudanças nos ciclos reprodutivos das macrófitas, acelerando a sua proliferação e aumentando a abundância de indivíduos.

No quadro 07 temos os pontos de monitoramento do córrego amianto. O ponto SAMA é o ponto das nascentes, logo após o sistema de tratamento da empresa SAMA ponto este de altos valores de Clorofila A e alcalinidade que vão sendo reduzidos à medida que passa pela região urbana de Minaçú.

Quadro 06: Relação de resultados das análises de qualidade da água coletada em três pontos do rio Bonito em novembro e julho de 2007.

PARÂMETRO	NOVEMBRO DE 2007			JULHO DE 2008		
	MONTANTE	MEIO	FOZ	MONTANTE	MEIO	FOZ
pH	6,52	6,35	6,74	6,87	6,68	6,71
T°C	22,3	21,6	23,1	21,8	20,8	21,3
Clorofila A µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Alcalinidade Total mg/L	56	97	166	64	85	148
Cálcio mg/L	12,4	26,5	26,5	11,6	31,5	40,2
Nitrito (como N) mg/L	< 0,02	0,11	0,4	< 0,02	<0,02	0,03
Nitrato (como N) mg/L	0,1	1,5	1	0,2	1,8	2,3
Nitrogênio Amoniacal mg/L	<0,1	0,44	0,92	<0,1	<0,1	1,2
Nitrogênio Total Kjeldahl mg/L	0,47	1,1	1,4	0,57	1,3	1,5
Matéria Orgânica mg/L	2	2,5	2	1,8	3,2	4
Fósforo Total µg/L	15	0,89	4	14	1,2	4,8
Fosfato (como P) mg/L	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,02	< 0,04	< 0,04
Mercúrio mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Selênio mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005

Quadro 07: Relação de resultados das análises de qualidade da água coletada em três pontos do córrego Amianto em novembro e julho de 2007.

PARÂMETRO	NOVEMBRO DE 2007			JULHO DE 2008		
	SAMA	MONTANTE	FOZ	SAMA	MONTANTE	FOZ
pH	7,05	6,98	6,56	7,12	6,96	7,1
T°C	23,3	22,9	23,6	22,4	21,9	23,6
Clorofila A µg/L	45	13	< 10	62	18	< 10
Alcalinidade Total mg/L	63	66	92	75	56	84
Cálcio mg/L	15,7	10,3	18,2	13,2	18,9	24,3
Nitrito (como N) mg/L	0,12	< 0,02	< 0,02	0,17	< 0,02	< 0,02
Nitrato (como N) mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal mg/L	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	0,29	< 0,1
Nitrogênio Total Kjeldahl mg/L	0,51	0,49	0,6	0,74	0,6	0,58
Matéria Orgânica mg/L	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
Fósforo Total µg/L	521	0,09	1,5	385	2,1	3,6
Fosfato (como P) mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Mercúrio mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Selênio mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005

O sistema de tratamento da água da empresa SAMA mostra-se eficiente para todas as formas de nitrogênio e também de fósforo que está imobilizado. A forma

disponível deste elemento possui pequenas quantidades no córrego e na região da foz não sendo possível a sua correlação com o crescimento de espécies submersas.

As quantidades encontradas de metais como o mercúrio e o selênio são traços e não trazem qualquer tipo de preocupação para uma possível contaminação do ambiente.

2.12 – DÉCIMO SEGUNDO LEVANTAMENTO – 24 A 26 DE MARÇO DE 2009

Em Março de 2009 foram identificadas 22 espécies de macrófitas até o mês de março de 2009, no reservatório da UHE Cana Brava.

A maior concentração de espécies ocorre na foz do rio Bonito e Amianto, com 19 e 11 ocorrências de espécies, respectivamente. A espécie mais abundante em todo o reservatório é a *Chara rusbiana* e a mais freqüente é a *Nitella diffusa* e as Cyperaceas com grandes alternâncias de espécies em diferentes localidades.

Todas as espécies identificadas são pioneiras e ocorrem primeiramente em ambientes alterados ou modificados. Apresentam como características gerais a grande capacidade de adaptação e força de deslocamento para áreas antes sem ocupação pelas macrófitas.

A família Characeae está representada por duas espécies de algas filamentosas de ampla capacidade de distribuição. São importantes do ponto de vista de indicadores biológicos, pois variam as áreas de infestação e biomassa à medida que alterações ambientais importantes ocorrem, como por exemplo, variação no pH da água, variação na altura da coluna da água, entre outros. A tendência é que dentre as espécies pioneiras não hajam grandes alterações na composição específica atual, devendo ocorrer a partir desta fase um processo sucessional mais elaborado com a entrada de espécies mais aptas e desenvolvidas como é o caso de macrófitas submersas (*Egeria* spp, *Cabomba* spp, *Ceratophyllum* spp.) e emersas como o aguapé (*Eichhornia* spp), entretanto o processo de monitoramento contínuo permitirá a predição ou detecção precoce da chegada destas espécies.

Quadro 08: Relação de espécies de macrófitas identificadas no reservatório de Cana Brava até março de 2009.

Espécie	Família	Habitat
<i>Pistia stratiotes</i>	Araceae	Flutuante livre
<i>Chara rusbiana</i>	Characeae	Flutuante livre
<i>Nitella diffusa</i>	Characeae	Flutuante livre
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	Marginal
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Fimbristyllis milliacea</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Rhynchospora aurea</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Cyperus ferax</i>	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Cyperus</i> spp	Cyperaceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Lemna minor</i>	Lemnaceae	Flutuante livre
<i>Utricularia gibba</i>	Lentibulariaceae	Flutuante livre
<i>Utricularia globosa</i>	Lentibulariaceae	Flutuante livre
<i>Ludwigia actovalvis</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Ludwigia elegans</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Ludwigia elegans</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Ludwigia</i> spp	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Ludwigia sericea</i>	Onagraceae	Epífita, marginal, ambientes úmidos
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Poaceae	Marginal
<i>Echinochloa polystachya</i>	Poaceae	Marginal
<i>Brachiaria arrecta</i>	Poaceae	Marginal
<i>Panicum repens</i>	Poaceae	Marginal
<i>Salvinia auriculata</i>	Salviniaceae	Flutuante livre



Fonte: <http://io.uwinnipeg.ca/~simmons/2152web/2152/nitella1.jpg>, em 07/05/2009.

Figura 47: Vista de indivíduos de *Nitella* sp.

A *Utricularia* L. (do latim *utriculus*= pequena garrafa) é uma planta carnívora da família Lentibulariaceae. As espécies desta família são semi aquáticas ou aquáticas. A utricularia desenvolveu um estranho sistema de armadilhas com válvulas conseguindo pegar e digerir pequenos seres aquáticos e insetos.



Fonte: http://www.floralimages.co.uk/images/utricularia_vulgaris_10ad.jpg, em 07/05/2009, © J R Crellin 2006.

Figura 48: Vista de um indivíduo de *Utricularia* sp.

No quadro 09 está relacionada a biomassa das duas principais espécies que ocorrem no reservatório de Cana Brava, a *Chara*, espécie mais importante em biomassa e a *Salvinia* espécie mais importante em área ocupada. A média atual das duas espécies é de 1,78 e 0,36 toneladas por hectare de biomassa seca, respectivamente.

Quadro 09: Relação da média da biomassa das duas principais macrófitas.

Espécie*	nov/07	fev/08	jul/08	mar/08	Média
	t/ha				
<i>Chara rusbyana</i> ¹	2,57	1,13	0,96	2,46	1,78
<i>Salvinia molesta</i> ²	0,33	0,25	0,34	0,52	0,36

* - Média de 05 amostras

¹ – Coletada na foz do córrego Amianto

² – Coletada na foz do rio Bonito

2.13 – DÉCIMO TERCEIRO LEVANTAMENTO – 14 A 18 DE SETEMBRO DE 2009

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, o Corrego Amianto, ambos na região da foz, e a em dois locais na região da encosta da serra, 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 10 são apresentadas as coordenadas geográficas, espécies e área de cobertura das macrófitas dos pontos de ocorrência de macrófitas em Setembro de 2009.

Quadro 10: 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

Ponto	Latitude	Longitude	Espécie	Área m ²
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
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			0,0001% da área total do reservatório	103.722

As densidades observadas no rio Bonito são altas, entretanto, bem menores que já ocorreu na região, nos demais pontos as áreas são diminutas. O processo de crescimento das assembléias 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, uma forte pressão de colonização pela alga *Chara rusbyana* ou simplesmente Chara. Esta alga é pioneira no processo de colonização de um corpo hídrico e pressiona o ambiente para perpetuar assembléias 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 elementos 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.

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 realmente vislumbrem um efetivo controle e redução da população.

De maneira geral, o reservatório de Cana Brava encontra-se numa condição de baixa infestação e baixo acúmulo de biomassa.



Figura 52: Vista da ocorrência de *Chara rusbyana* em ambiente de baixa profundidade e alta transparência, em setembro de 2009.



Figura 53: Vista do *Hydrodictyonum* spp, alga filamentosa recém identificada no reservatório de Cana Brava, em setembro de 2009.



Figura 54: Vista do *Hydrodictyonum* spp, alga filamentosa recém identificada no reservatório de Cana Brava, em setembro de 2009.



Figura 55: Vista da ocorrência de macrófitas na região marginal do rio Bonito, em setembro de 2009.



Figura 56: Vista da ocorrência de macrófitas na região da foz do rio Bonito, antes da ponto de concreto, em setembro de 2009.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 Salvínias) 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 55 temos as regiões de surgimento de macrófitas no reservatório e as respectivas áreas estimadas em outubro de 2006.



Figura 55: 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.

Quadro 11: Relação dos pontos de monitoramento, a localização, coordenadas geográficas e o referencial em relação à barragem da UHE Cana Brava.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	LONG.(W)	LAT.(S)	REFERENCIAL
1	Tocantins/Córrego Florêncio	48°09'09"	13° 46'23"	Montante
2	Rio Preto	48°03'36"	13°42'10"	Montante
5	Rio São Félix	48°06'27"	13°32'47"	Montante
6	Tocantins/ Foz São Félix	48°05'28"	13°32'47"	Montante
7*	<i>Rio Bonito</i>	<i>48°10'36"</i>	<i>13°29'09"</i>	<i>Montante</i>
8*	<i>Córrego Varjão</i>	<i>48°12'05"</i>	<i>13°29'03"</i>	<i>Montante</i>
10	Rio do Carmo	48° 02'46"	13°25'36"	Montante
15	Tocantins/Rio Cana Brava	48°09'56"	13°11'49"	Jusante
18*	<i>Praia de Minaçu - parte interna</i>	<i>48° 12'37"</i>	<i>13° 30'17"</i>	<i>Montante</i>
19*	<i>Praia de Minaçu - parte externa</i>	<i>48° 12'33"</i>	<i>13° 29'53"</i>	<i>Montante</i>
20	No meio do reservatório	48°09'33"	13°26'59"	Montante
21	Tocantins/Próximo à UHE Cana Brava	48°08'29"	13°24'24"	Montante
22*	<i>Rio Bonito (acima do ponto 7)</i>	<i>48° 14'04"</i>	<i>13° 33'03"</i>	<i>Montante</i>

* Pontos de ocorrência de macrófitas. – Fonte: Relatório do programa de monitoramento limnológico - da fase reservatório- Junho 2006

Através dos relatórios do monitoramento limnológico enviados pela empresa CEM, 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.
- 3 – Reunimos as médias históricas totais.

Dentre os parâmetros avaliados no monitoramento limnológico destacamos os de mais interesse para nosso estudo, conforme apresentamos no quadro 12.

Quadro 12: Relação dos parâmetros estudados em relação ao surgimento e desenvolvimento de comunidades de macrófitas.

Parâmetro	Metodologia de Quantificação
pH	potenciométrico
Condutividade elétrica	potenciométrico
Alcalinidade	titulação com ácido sulfúrico
Cloreto	titulação com nitrato de mercúrio
Dureza total	titulação usando método EDTA
Nitrato	Espectrofotometria pelo método Redução de Cádmio
Nitrito	Espectrofotometria pelo método Diazotação
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotometria pelo método do Salicilato
Orto-fosfato	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico
Fósforo total	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico
Sulfato	Espectrofotometria pelo método do Sulfa Ver 4
Sulfeto	Espectrofotometria pelo método do Azul de Metileno
Coliformes totais	tubos múltiplos

Analisamos 2 panoramas;

A - Entre pontos, através das médias históricas anuais

B – entre épocas do ano, pelos resultados obtidos em todas as coletas.

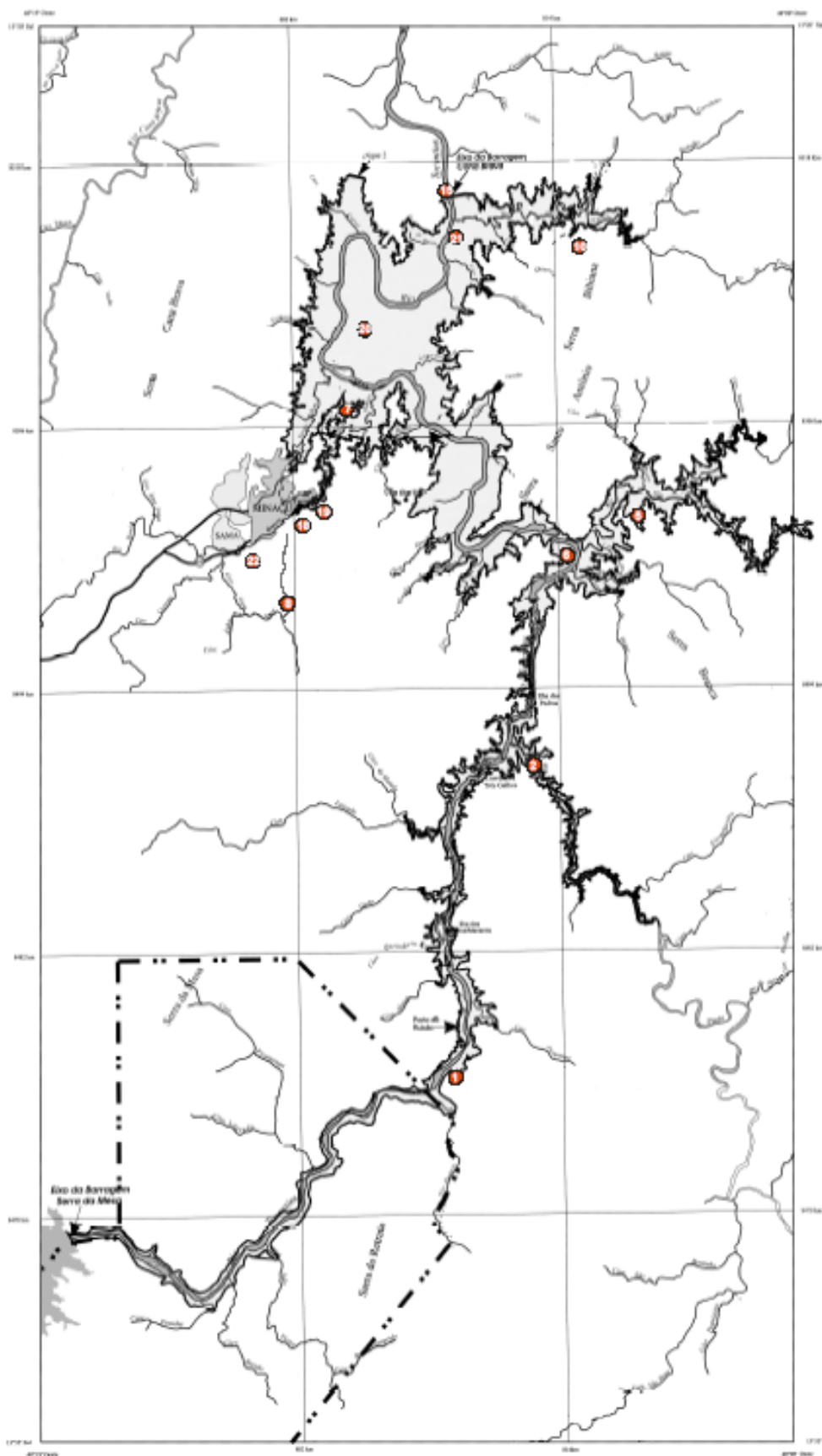


Figura 56: Representação gráfica dos pontos de monitoramento da qualidade da água do reservatório da UHCB.

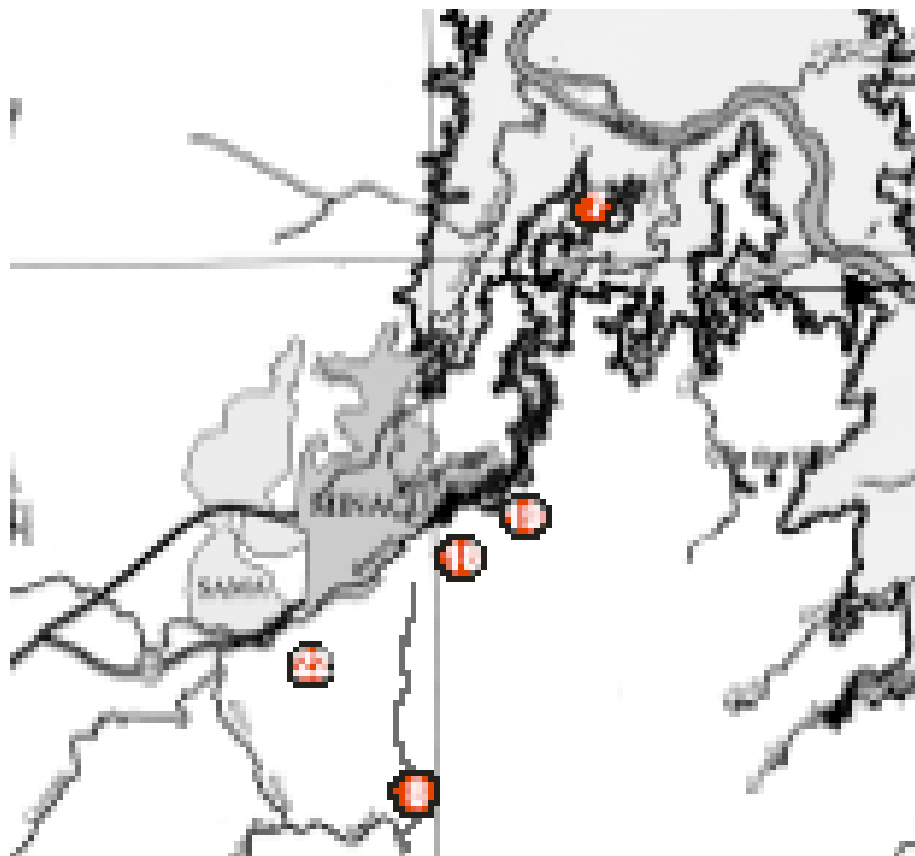


Figura 57: Representação gráfica dos pontos de monitoramento da qualidade da água nos locais de ocorrência das macrófitas.

Quadro 13: Relação das médias históricas dos resultados obtidos no monitoramento limnológico dos diferentes parâmetros, na fase Reservatório.

Época	Ponto 07	Ponto 08	Ponto 22	Ponto 18	Ponto 19	Outros
pH	7,35	7,27	7,33	7,03	7,20	7,18
Condutividade - ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	85,86	120,05	141,32	89,06	86,81	76,90
Dureza - (mg/l em CaCO_3)	32,7	36,7	58,7	34,9	34,3	31,5
Alcalinidade - (mg/l em CaCO_3)	35,4	43,8	60,8	36,2	38,0	31,9
Cloretos - (mg/l Cl^-)	1,71	2,50	3,16	2,06	2,06	1,80
CO_2 - (mg/l)	5,39	7,79	6,85	4,63	4,47	5,32
Nitrato - (mg/l NO_3^-)	0,15	0,18	0,41	0,26	0,20	0,21
Nitrito - (mg/l NO_2^-)	0,005	0,006	0,014	0,005	0,006	0,007

Época	Ponto 07	Ponto 08	Ponto 22	Ponto 18	Ponto 19	Outros
Amônia - (mg/l NH ₃)	0,108	0,124	0,171	0,052	0,067	0,116
STD - (mg/l)	62	75	89	54	53	52
Sulfetos - (mg/l S ⁻)	0,0021	0,0042	0,0077	0,0029	0,0038	0,0128
Sulfatos - (mg/l SO ₄ ⁻)	2	3	5	2	2	2
OrtoFosfato - (mg/l PO ₄ ⁻)	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 57 - que não afeta os processos de ciclagem de nutrientes.

Quando avaliamos a variação temporal do pH – Figura 58 – 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*.

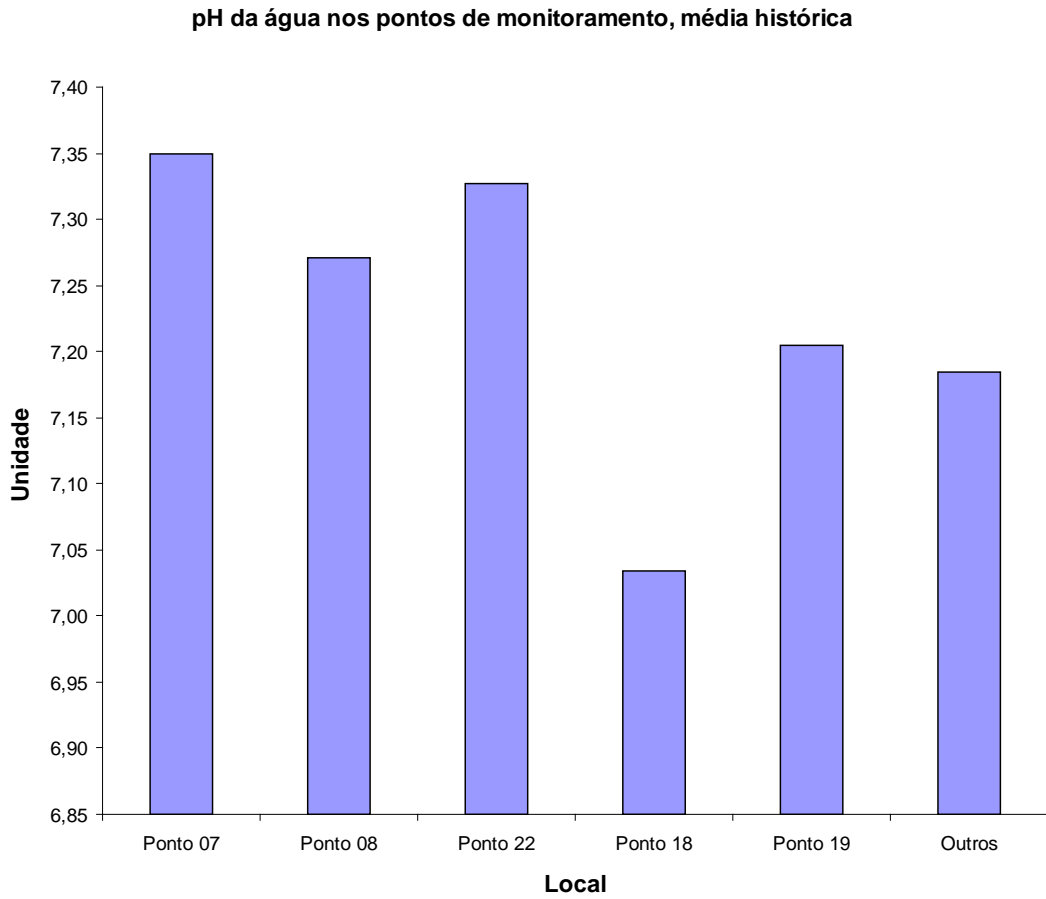


Figura 57: Representação gráfica do pH médio histórica nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

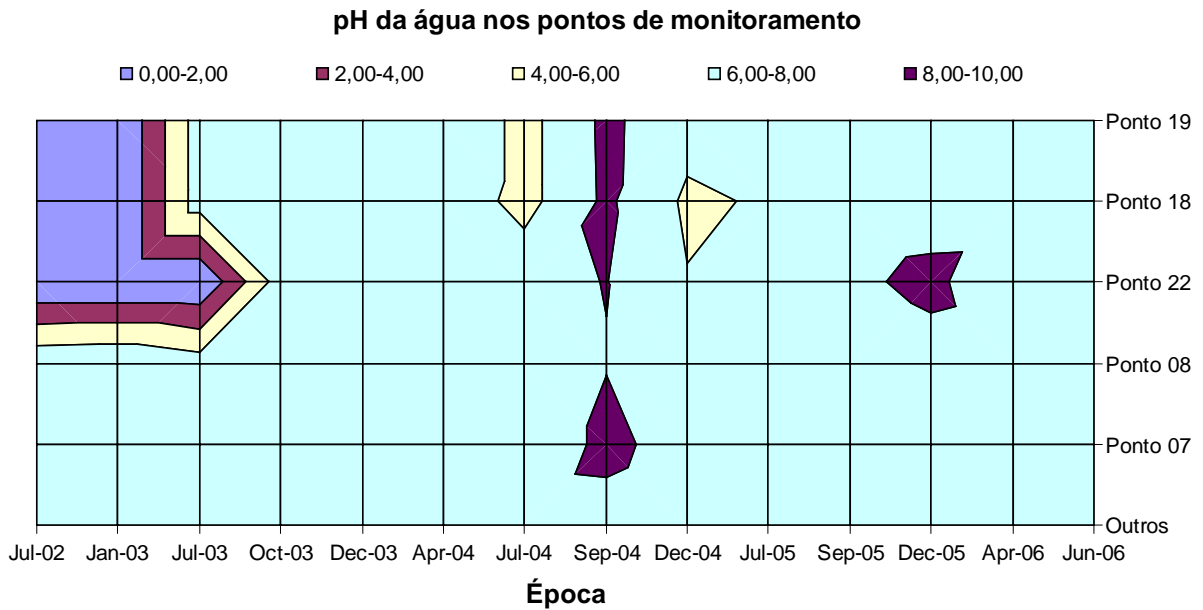


Figura 58: Representação gráfica do comportamento do pH da água em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

Sólidos Totais Dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos apresentam o panorama do carregamento de materiais para o reservatório. O Rio Bonito é sem dúvida nenhuma o grande carregados de sólidos para o reservatório. Na figura 59 temos o ponto 22, acima do ponto 07 como o ponto com maiores quantidade de sólidos em suspensão, seguido pelo ponto 08 que fica a montante.

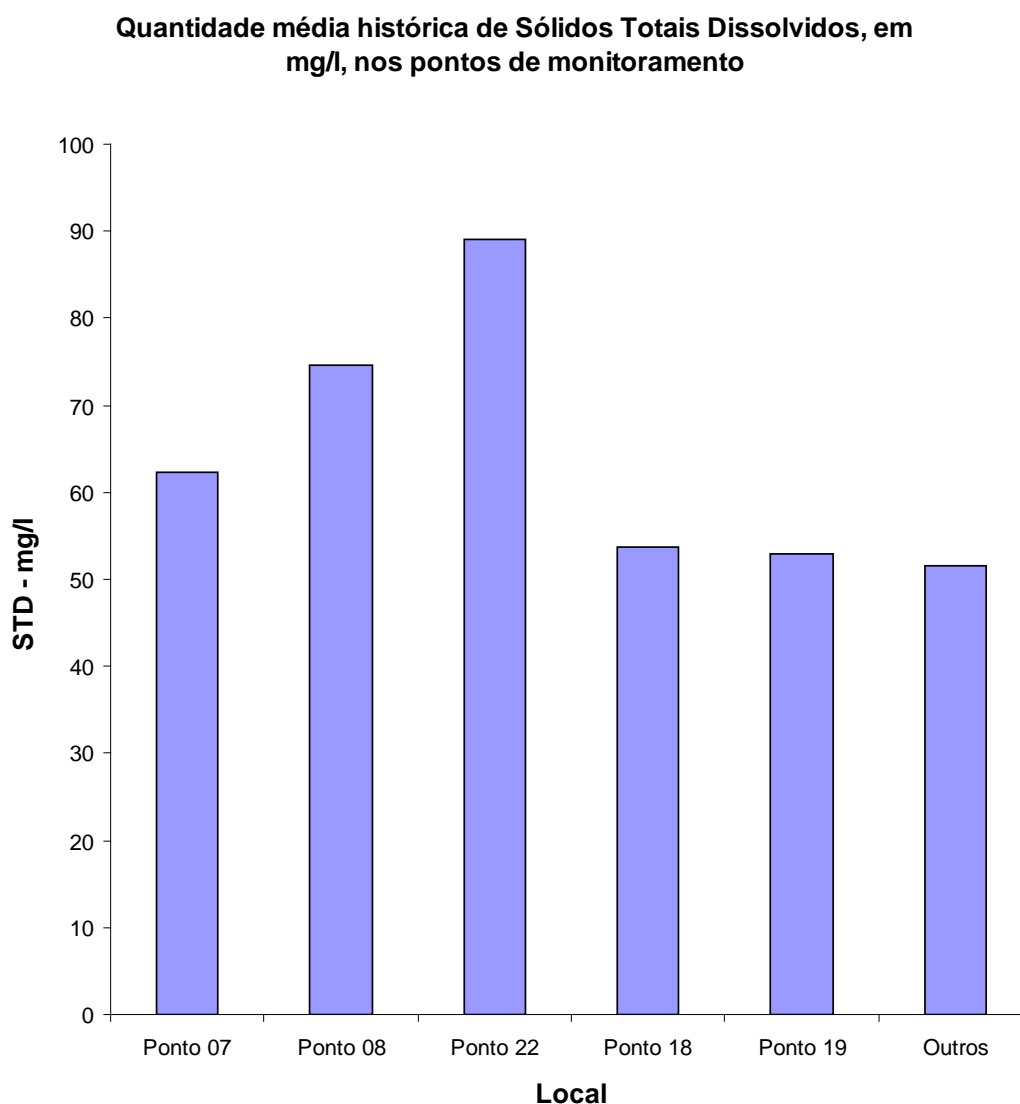


Figura 59: Representação gráfica da quantidade média histórica de Sólidos Totais Dissolvidos, nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Estes valores são altos para os padrões e localização do reservatório, ainda mais com a perspectiva da baixa profundidade do local e surgimento de vegetação de várzea o que aumenta ainda mais a sedimentação localizada, com isso, os valores tendem a diminuir, mas os efeitos indesejáveis de redução da vazão do Rio Bonito na foz tende aumentar pela redução na profundidade e o espraiamento (alargamento) da Foz, trazendo consigo um grande acúmulo de resíduos sólidos o que favorece, associada ao aumento na quantidade de macrófitas, a proliferação de insetos vetores de doenças.

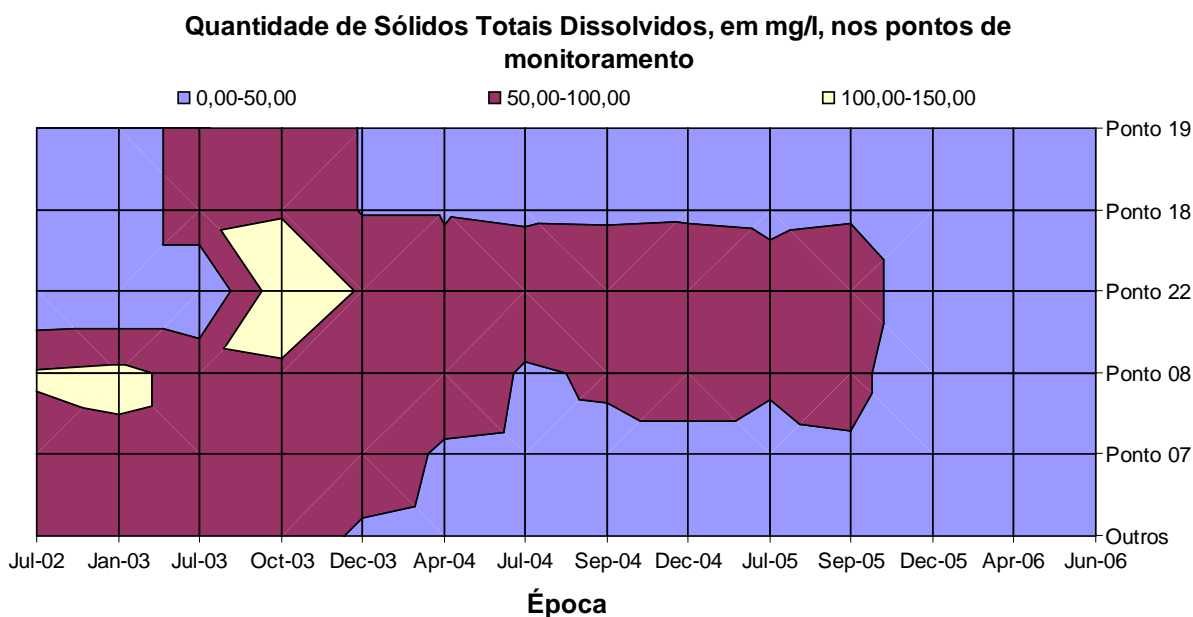


Figura 60: Representação gráfica do comportamento do Teor de Sólidos Dissolvidos Totais na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

Condutividade

A condutância específica (condutividade) é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. A condutividade da água depende de suas concentrações iônicas e da temperatura.

A condutância específica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À

medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta.

Os valores da condutividade elétrica da água, a dureza da água e a alcalinidade corroboram os comentários anteriores para a manutenção das macrófitas na Foz do Rio Bonito e na região da Praia do Sol, na cidade de Minaçú – GO – Figura 61.

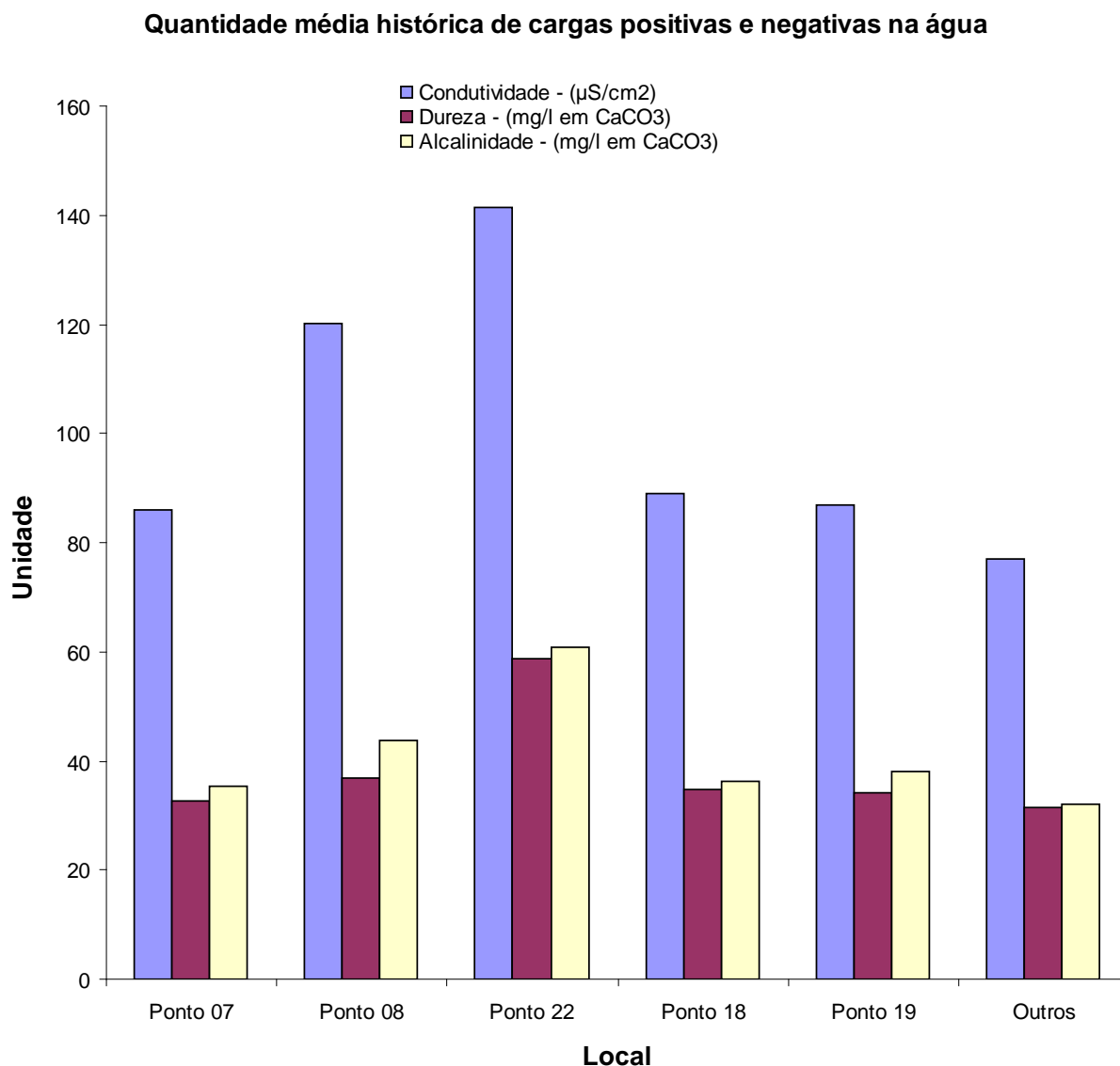


Figura 61: Representação gráfica da quantidade média histórica de cargas iônicas e aniônicas, nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Notamos na figura 62 a 64 alterações expressivas nas cargas iônicas principalmente na região do ponto 22, 8, 7, 18 e 19, com destaque para a Figura 63

que apresentou aumento significativo no grau de Dureza da água de Abril a Junho de 2006, o que indica um aumento de até 300% na quantidade de carbonato de cálcio, fundamental para o surgimento de algas como a *Chara rusbyana*, também evidente com o aumento da Alcalinidade na região, conseqüentemente.

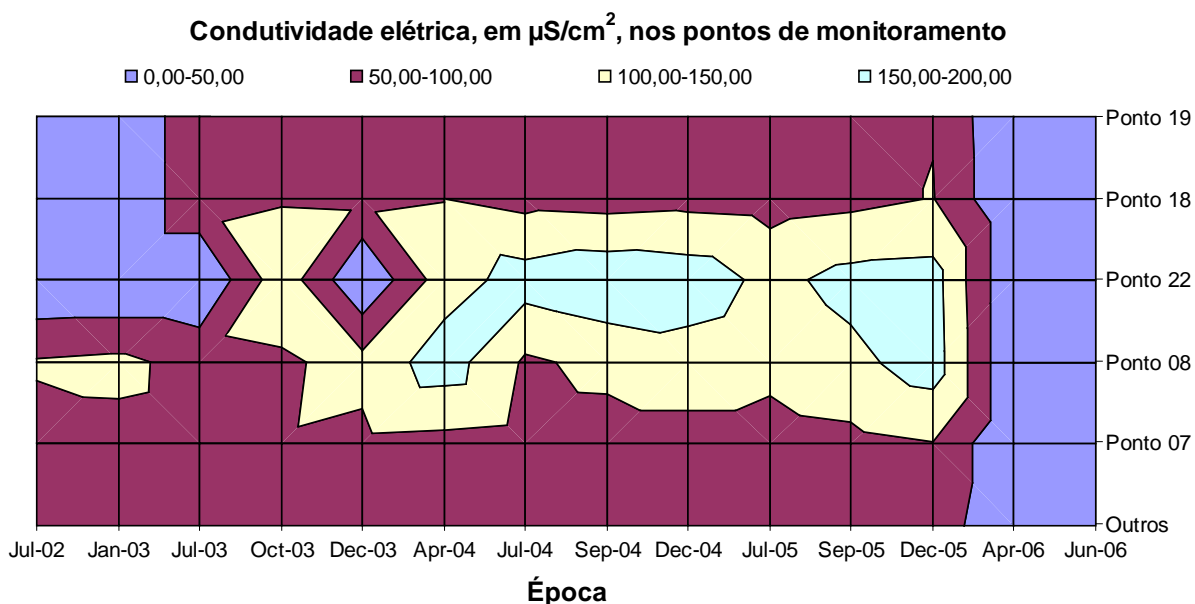


Figura 62: Representação gráfica do comportamento da condutividade elétrica da água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

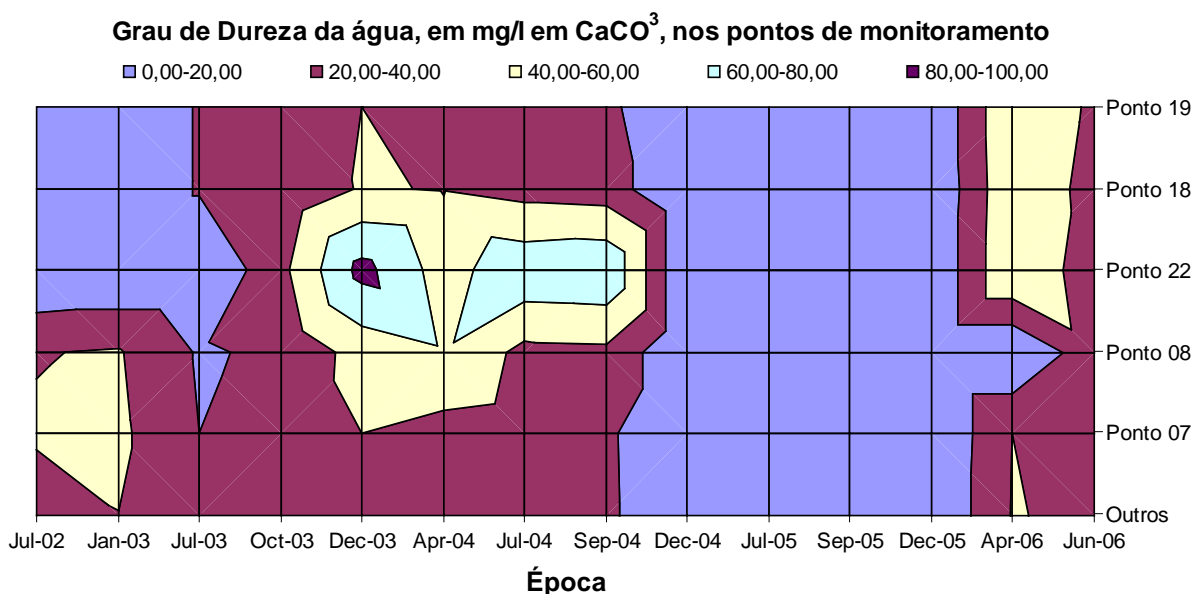


Figura 63: Representação gráfica do Grau de Dureza da água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

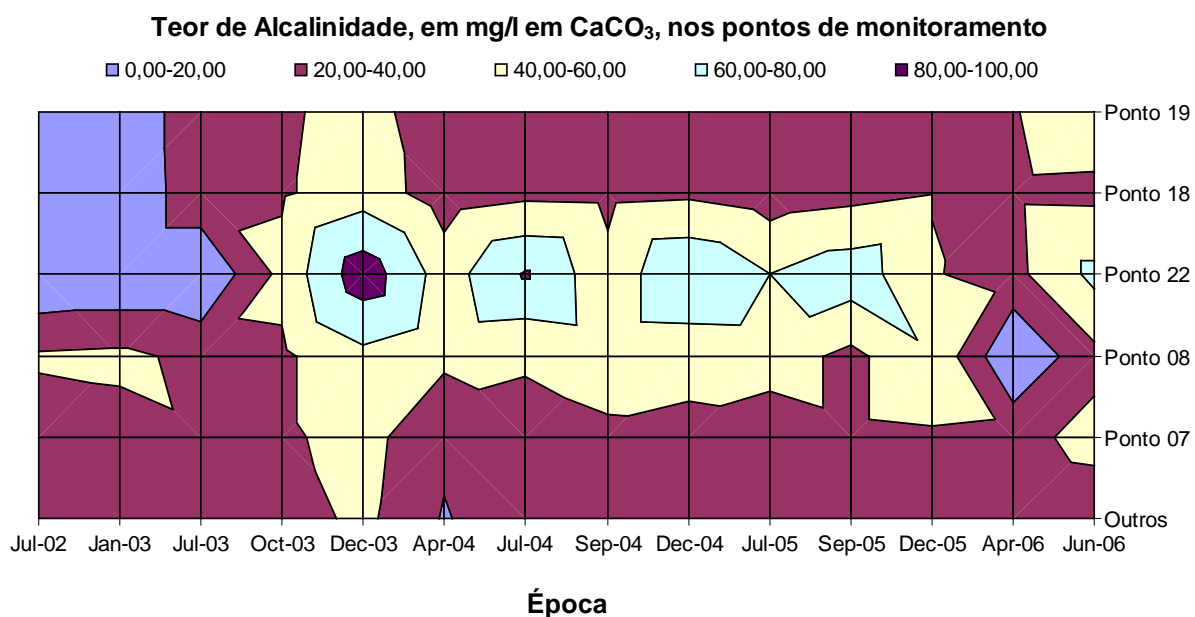


Figura 64: Representação gráfica do Teor de Alcalinidade da água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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 65 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.

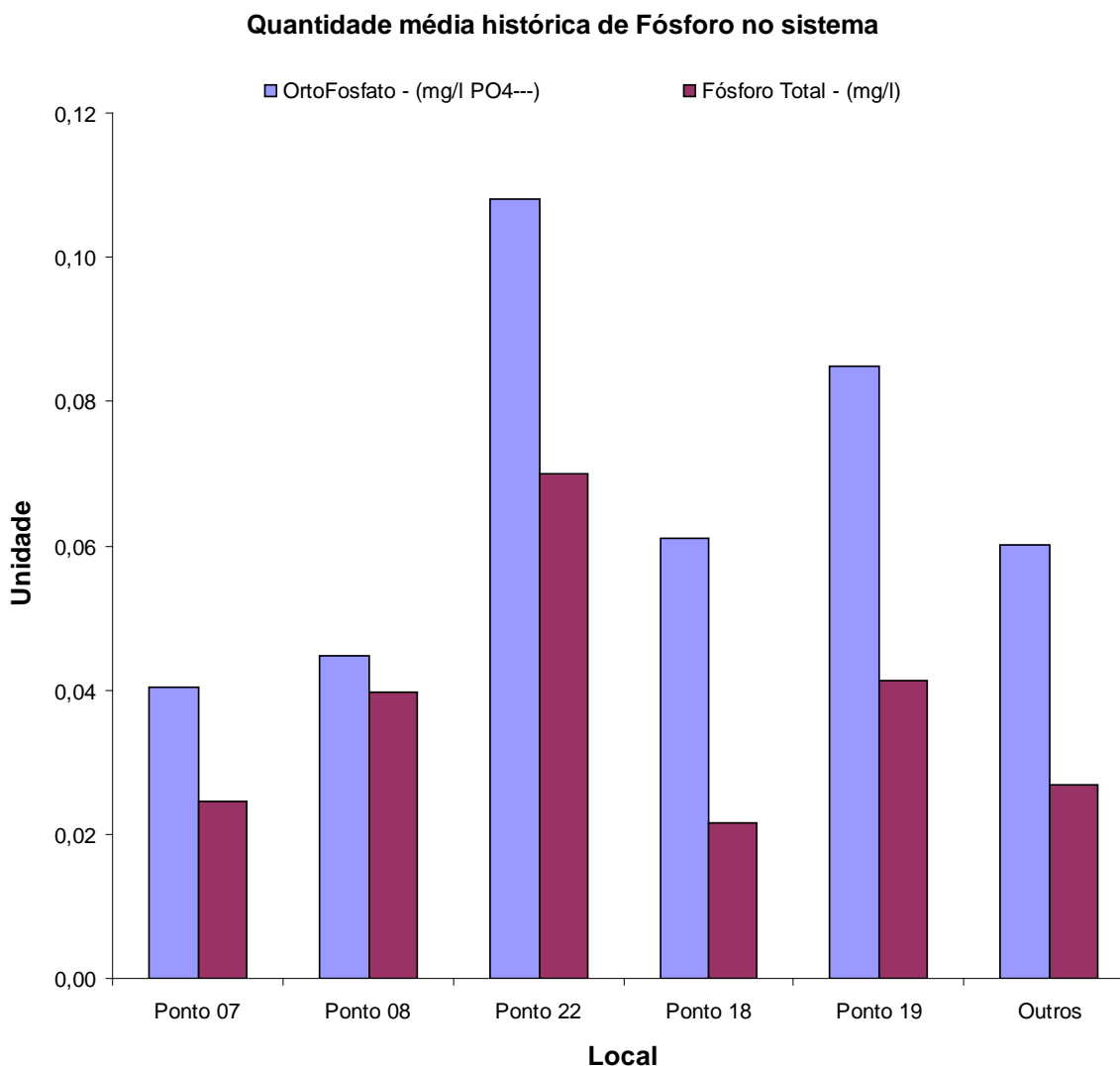


Figura 65: Representação gráfica da quantidade média histórica de Fósforo nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

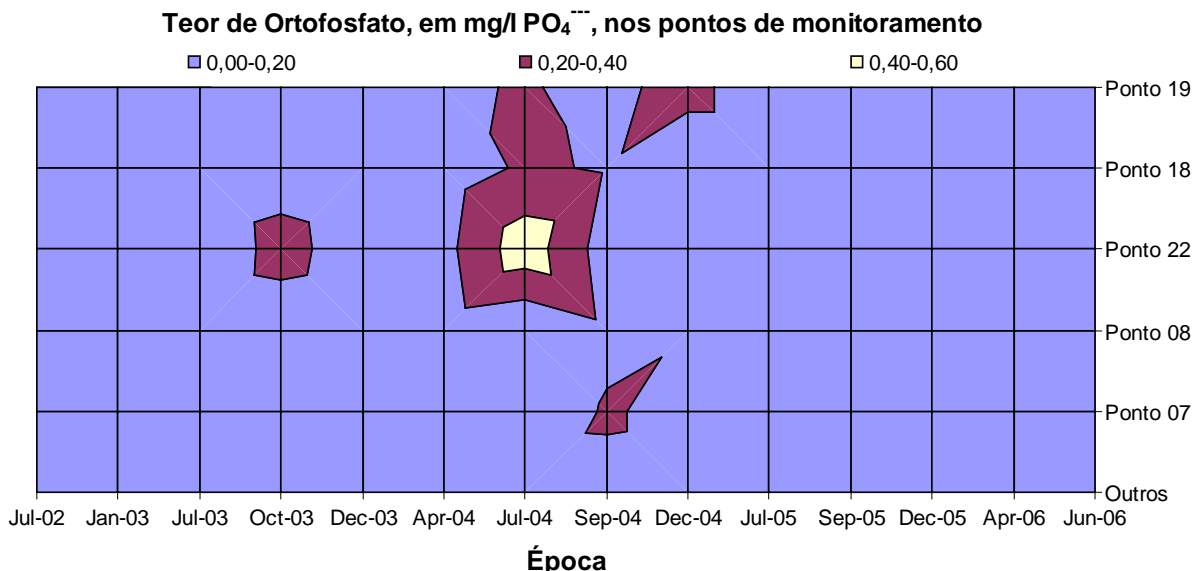


Figura 66: Representação gráfica do comportamento do Teor de Ortofosfato na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

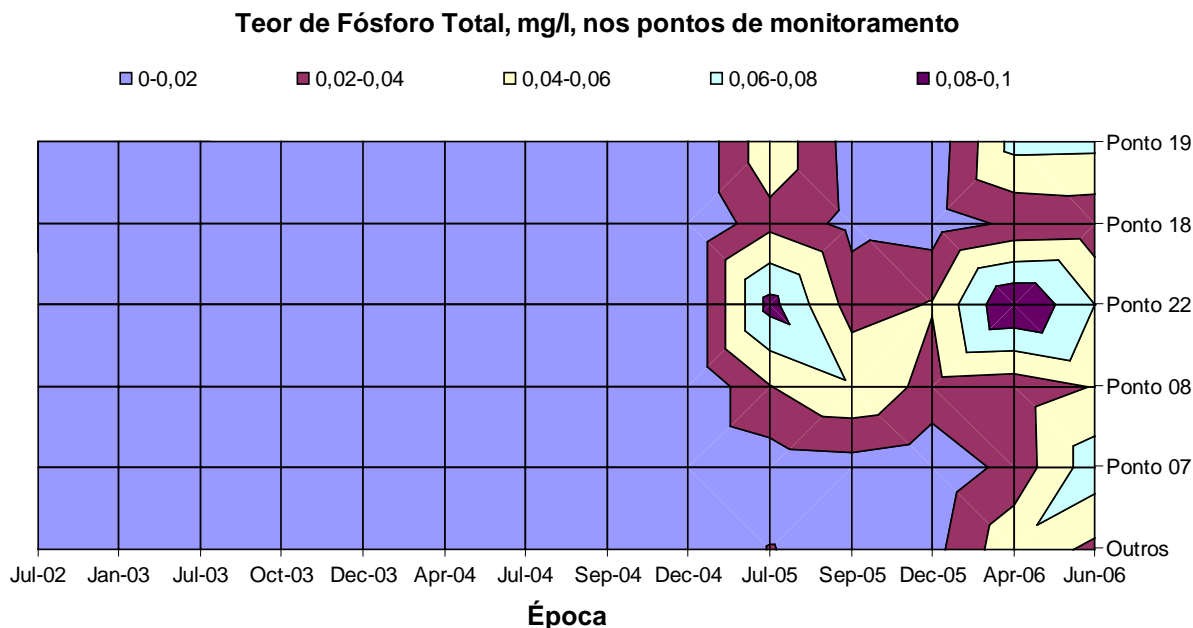


Figura 67: Representação gráfica do comportamento do Teor de Fósforo Total na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

Sulfatos

Os Sulfatos como fonte de enxofre tem grande importância no desenvolvimento de populações de macrófitas, principalmente da *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes*.

A principal fonte de Sulfatos também são as emissões orgânicas de dejetos humanos. Também são, em parte, fornecidos pela degradação da matéria orgânica acumulada no sedimento.

Na figura 68 notamos que os fluxos de macrófitas observados em Abril de 2004, Janeiro de 2005 e Janeiro de 2006 tem grande ligação com os Teores de Sulfato na água, nos pontos 22 e 08.

Na Figura 69 podemos observar as tendências, principalmente no Rio Bonito onde observamos no ponto 22 valores de até 4,5 mg/l e no ponto 07 com valores em torno de 1,5, o que nos indica que neste trecho está havendo o consumo do Sulfato, pela própria absorção pelas macrófitas.

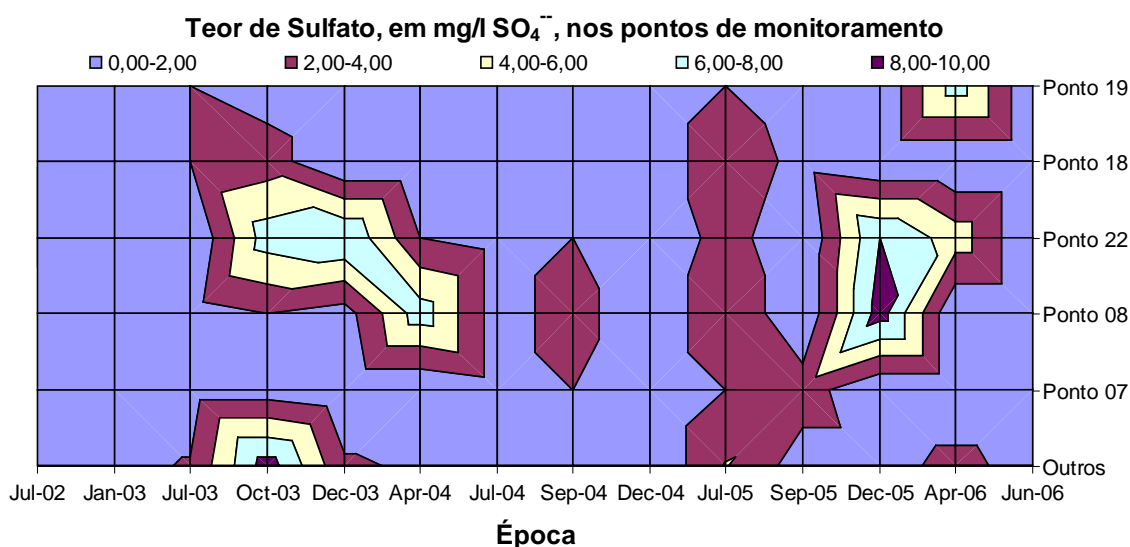


Figura 68: Representação gráfica do comportamento do Teor de Sulfato na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

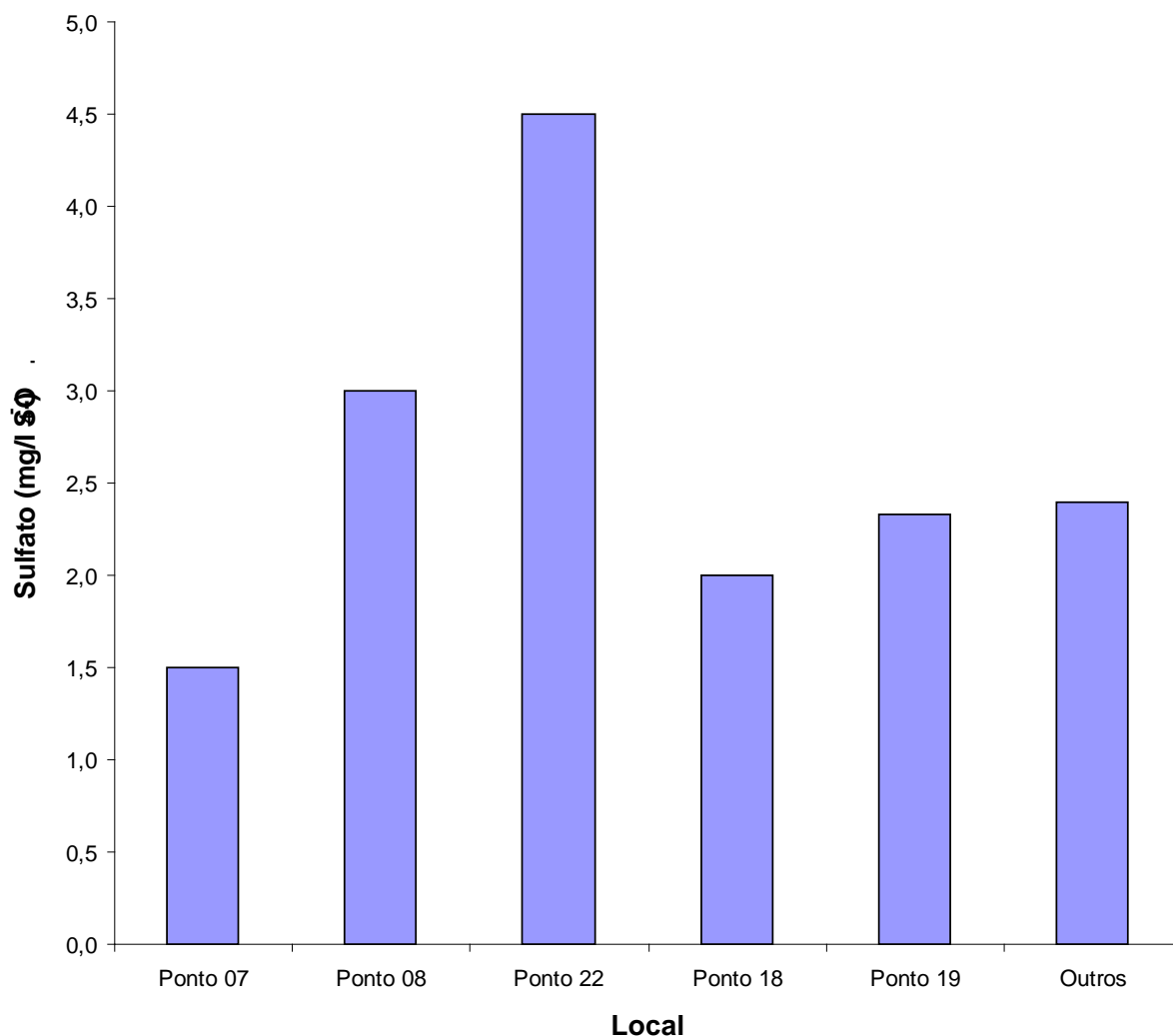
Quantidade média histórica de Sulfatos nos pontos de monitoramento

Figura 69 Representação gráfica da quantidade média histórica de Sulfatos nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Nitrogênio Nitrato

É a principal forma de nitrogênio configurado encontrado nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5 mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de Nitrogênio Nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes.

Nitrogênio Nitrito

É uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

Nitrogênio Amoniacal (Amônia)

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e, sua concentração, que normalmente é baixa, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes.

Os teores médios históricos de todas as formas de nitrogênio monitoradas não indicam quantidades suficientes para influenciar processos tóxicos para animais e plantas – Figura 42 - mas corroboram com a interpretação da presença de efluentes orgânicos na região do Rio Bonito e na Praia do Sol – Figuras 70 a 74.

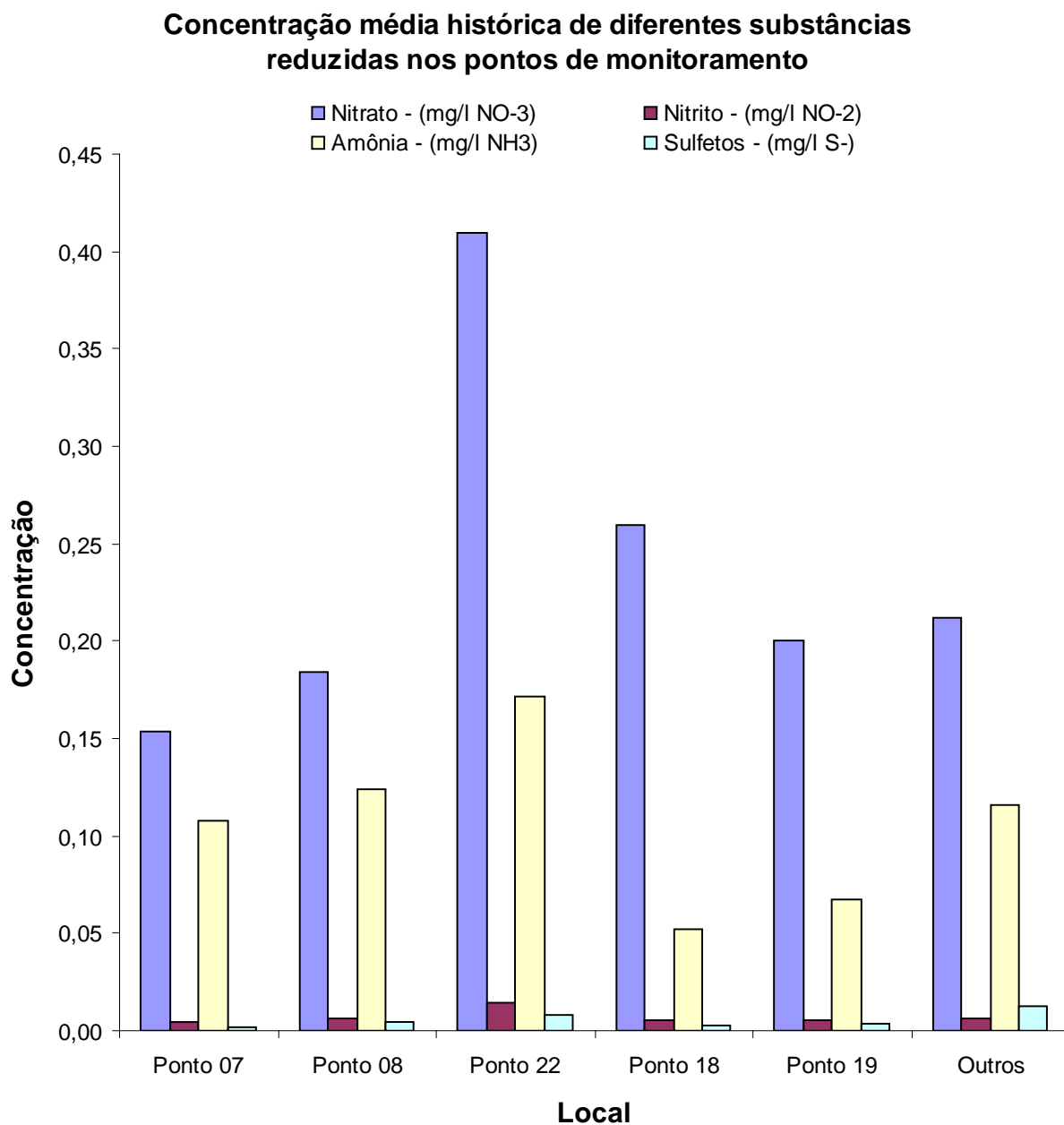


Figura 70: Representação gráfica da quantidade média histórica de Diferentes substâncias reduzidas nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

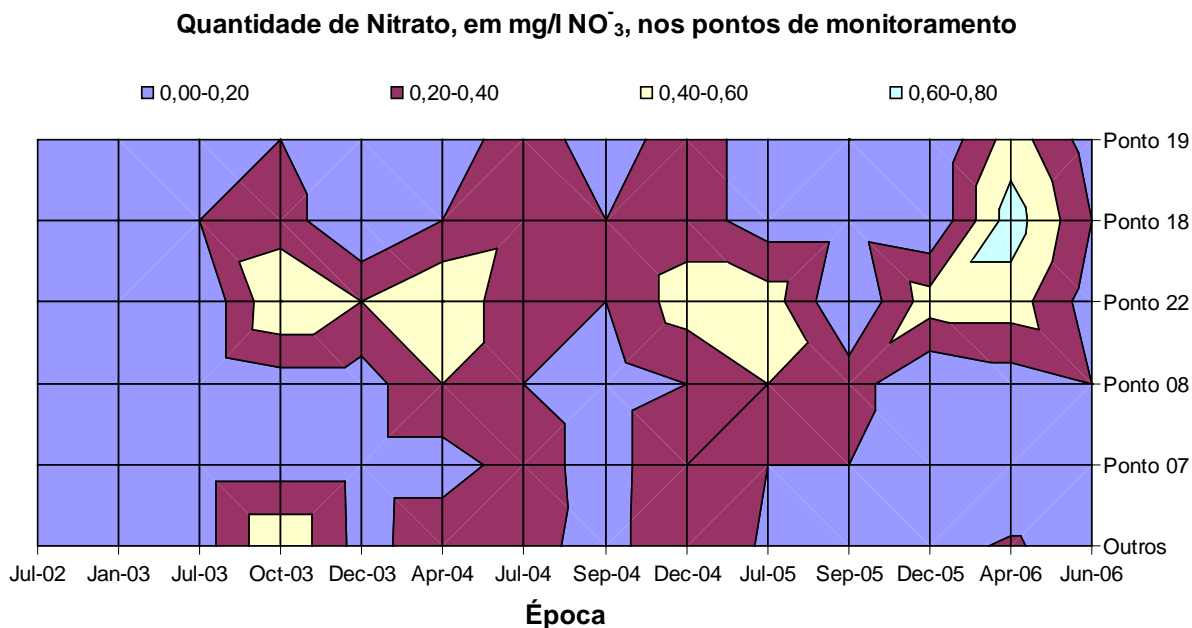


Figura 71: Representação gráfica do comportamento do Teor de Nitrato na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

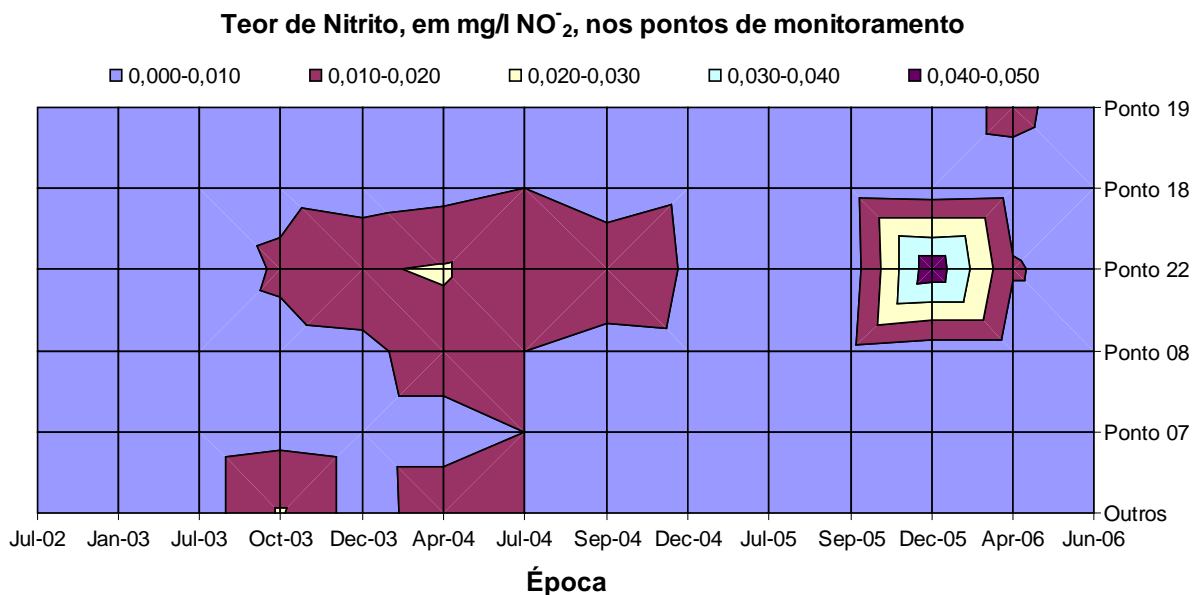


Figura 72: Representação gráfica do comportamento do Teor de Nitrito na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

Teor de Amônia, em mg/l NH₃, nos pontos de monitoramento

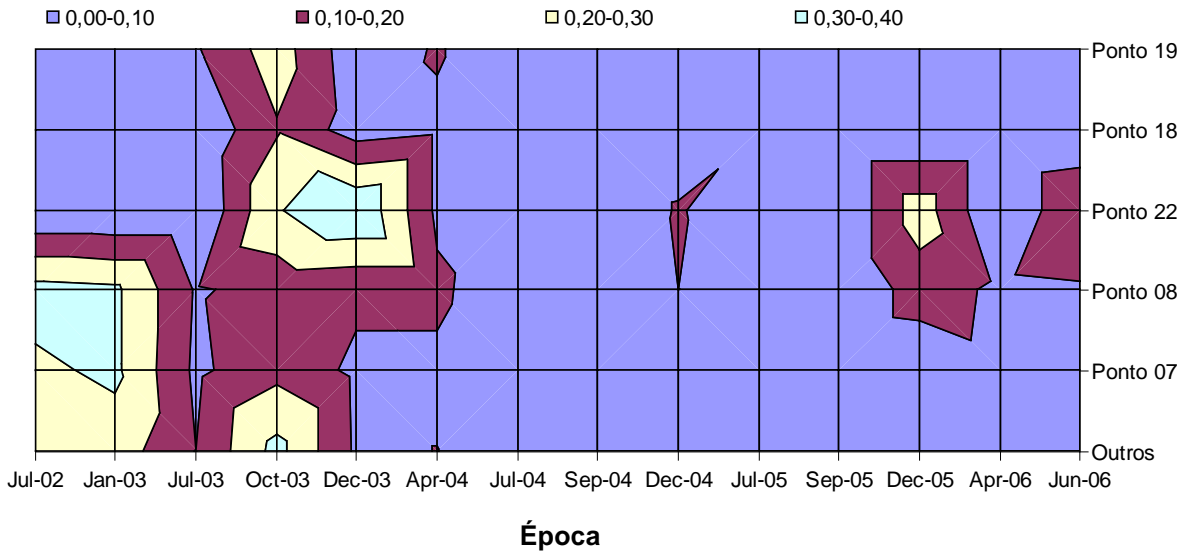


Figura 73: Representação gráfica do comportamento do Teor de Amônia na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

Teor de Sulfeto, em mg/l S⁻, nos pontos de monitoramento

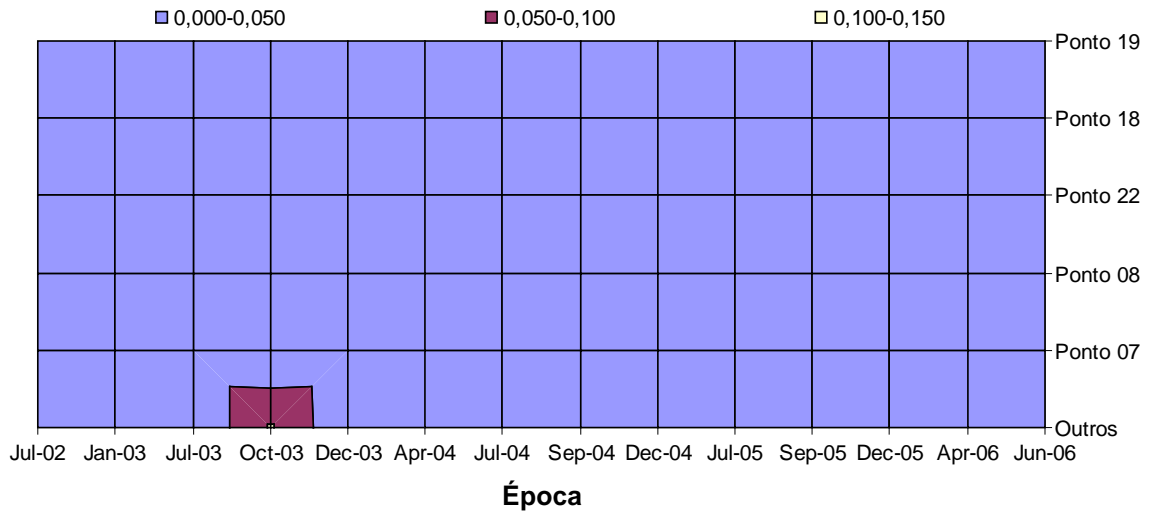


Figura 74: Representação gráfica do comportamento do Teor de Sulfeto na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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.

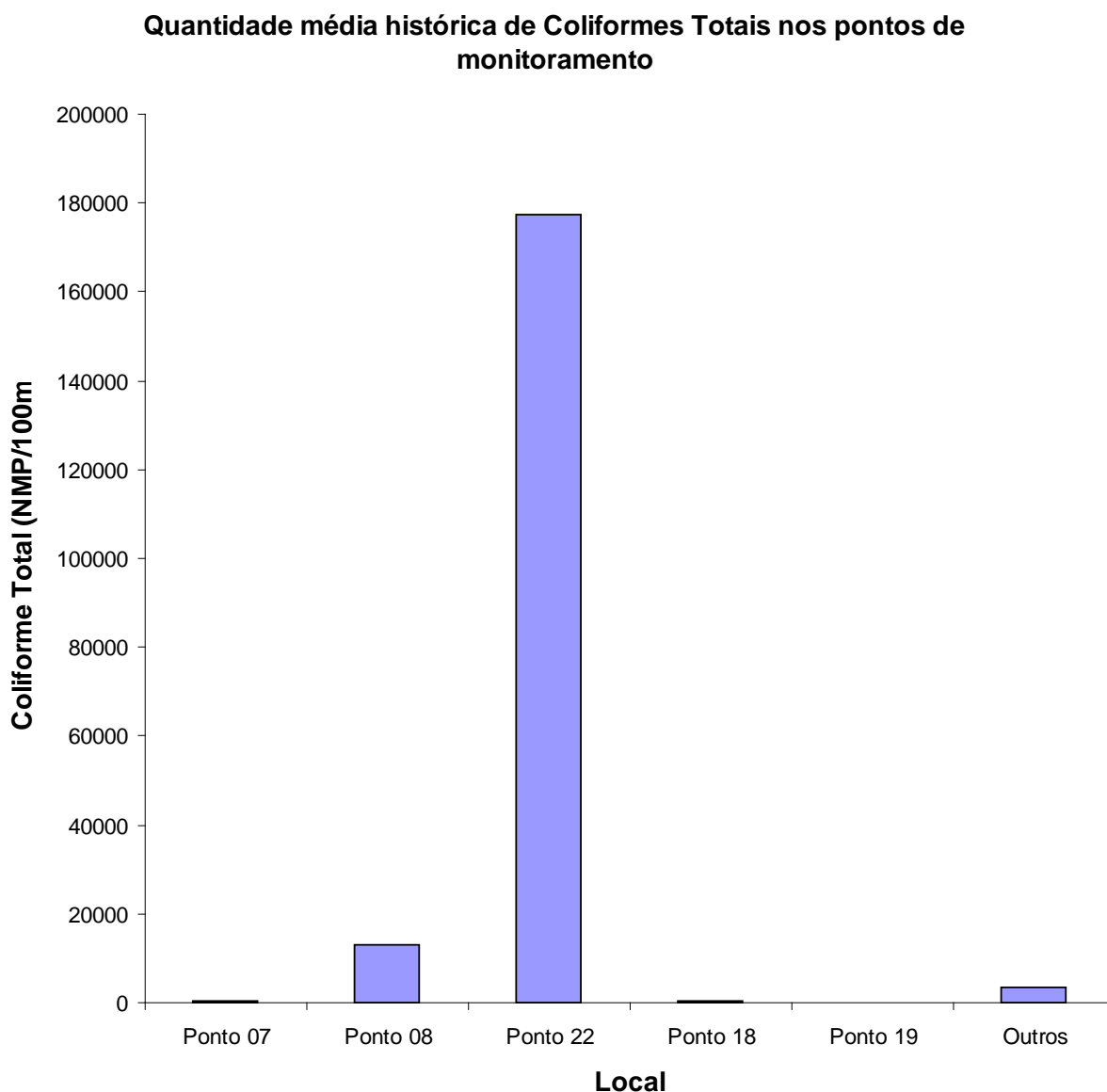


Figura 75: Representação gráfica da quantidade média histórica de Coliformes Totais nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Os pontos 22 e 08 indicam a presença de emissão de efluentes sanitários que ocorreram nos períodos pós-enchimento até Dezembro de 2003 – Figura 75 - e hoje estão estáveis em baixos níveis, indicando boa eficiência da ETE de Minaçú – GO no tratamento do esgoto doméstico.

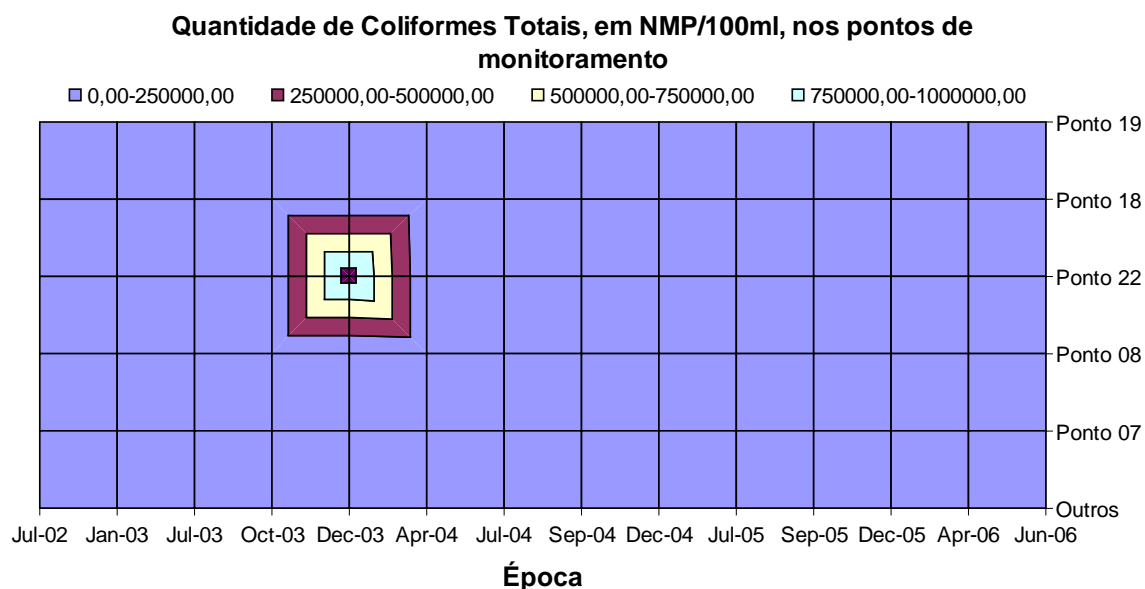


Figura 76: Representação gráfica do comportamento da quantidade de Coliformes Totais na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

3.3 – Qualidade da água dos efluentes

Ao longo da avaliação de Março 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 49.

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 49: 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 50: 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 51 e 52 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 10 e comparados com as metas estabelecidas pela resolução CONAMA 357/05, para os parâmetros analisados.



Figura 51: 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 52: Vista do acúmulo de água enegrecida próximo ao emissário da ETE de Furnas, em 24 de março de 2009.

Quadro 14: 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	-
Mercúrio	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, 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 plantônicas 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 77: 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 78: 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

 CREA-SP	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- N° DA ART	
Anotação de Responsabilidade Técnica Lei Federal N°. 6.496 de 07/12/77		92221220090332717	
CONTRATADO			
2 - N° DO CREASP DO PROFISSIONAL 5060488088		3 - N° 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 N°	8 - HÁ OUTRAS ARTs VINCULADAS 1 - Não	
9 - ALTERAÇÃO/COMPL./SUBST. DA ART 1 - Não		10 - SUBEMPREITADA 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 - N° 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			
N° 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 n°.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