

Engenharia e Meio Ambiente



BORSARI

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

Jaboticabal - SP - CEP. 14.870-300

Fone/Fax: 16 3913 4777 / 9785 2829

www.borsariengenharia.com.br

contato@borsariengenharia.com.br

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

AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE SURGIMENTO ANÁLISE DE RISCO DA PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS PLANO DE CONTROLE E MANEJO



Imagem: Satélite Cybers de 08 de agosto de 2006 - <http://www.cbbers.inpe.br>

Pedido - <http://imagens.dgi.inpe.br/cdsr/rodrigoborsari106282>

**JABOTICABAL
NOVEMBRO DE 2006**

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 européia. 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

VERTEDOURO

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 ambiental 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).

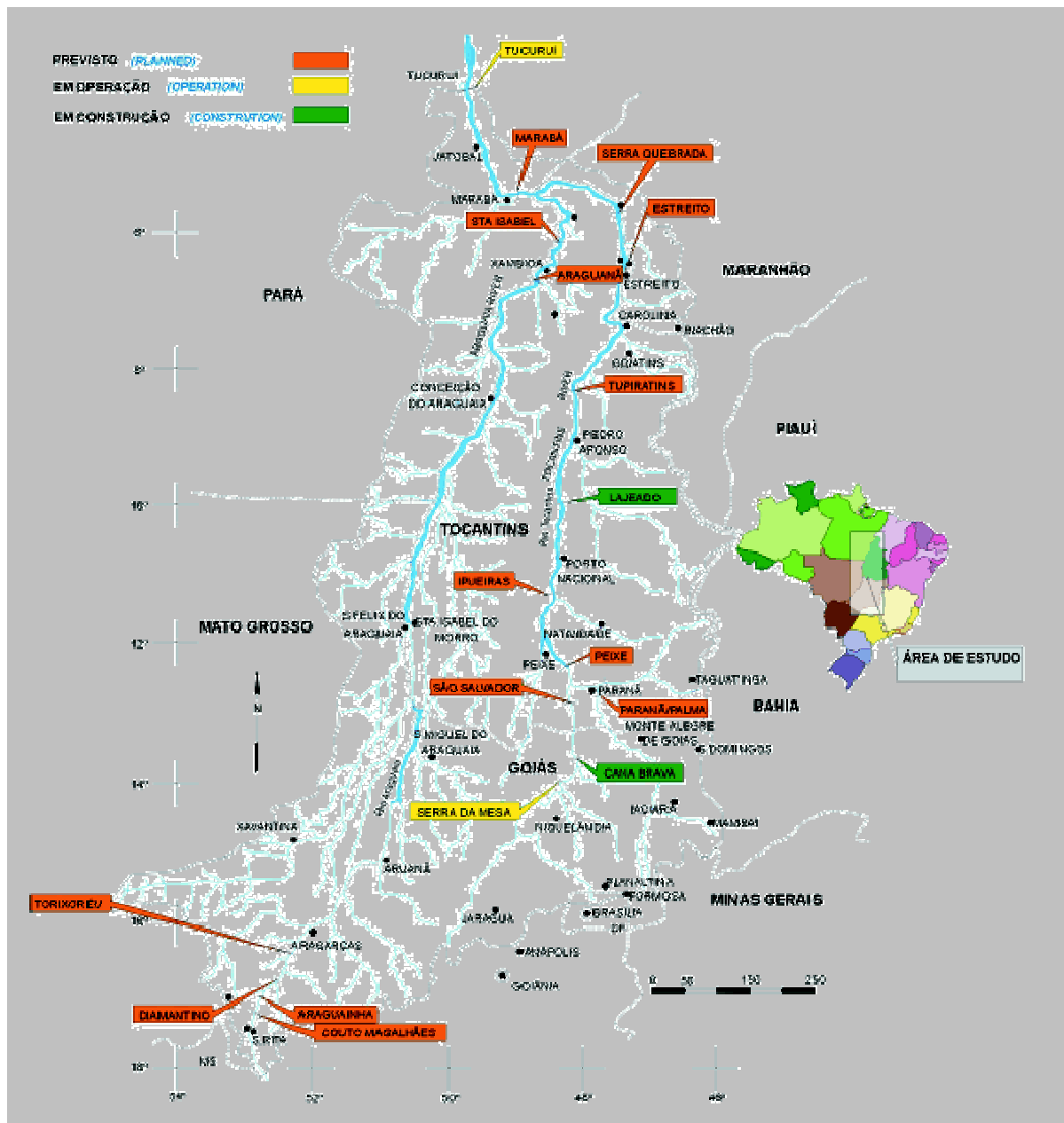


Figura 02: Representação gráfica da bacia hidrográfica do Tocantins e as usinas hidrelétricas previstas, em obra e em operação (dados de 2002).

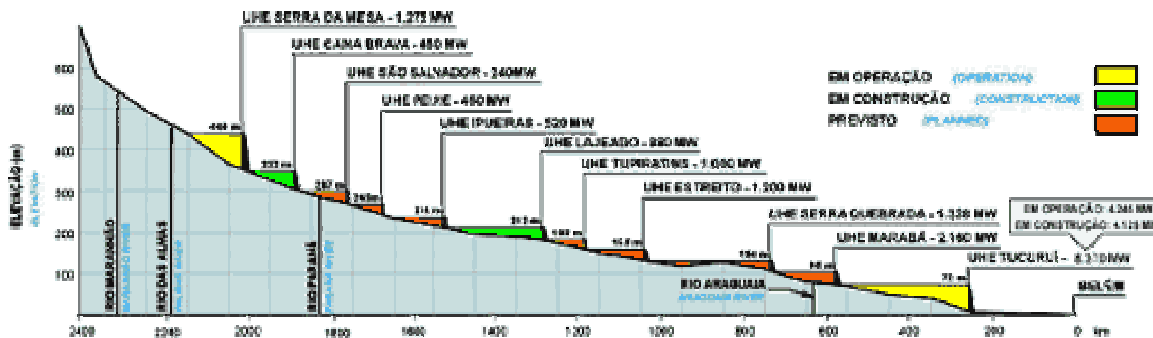


Figura 03: Representação gráfica da Cascata do Rio Tocantins – a Usina de Cana Brava já está em operação desde maio de 2002.

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 Minaçu 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 subquadripara* (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 subquadripara* (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. subquadripara* considerada uma planta problemática em alguns corpos hídricos no Brasil e no mundo.

A *B. subquadripa* 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. subquadripa* 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 carreadas 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

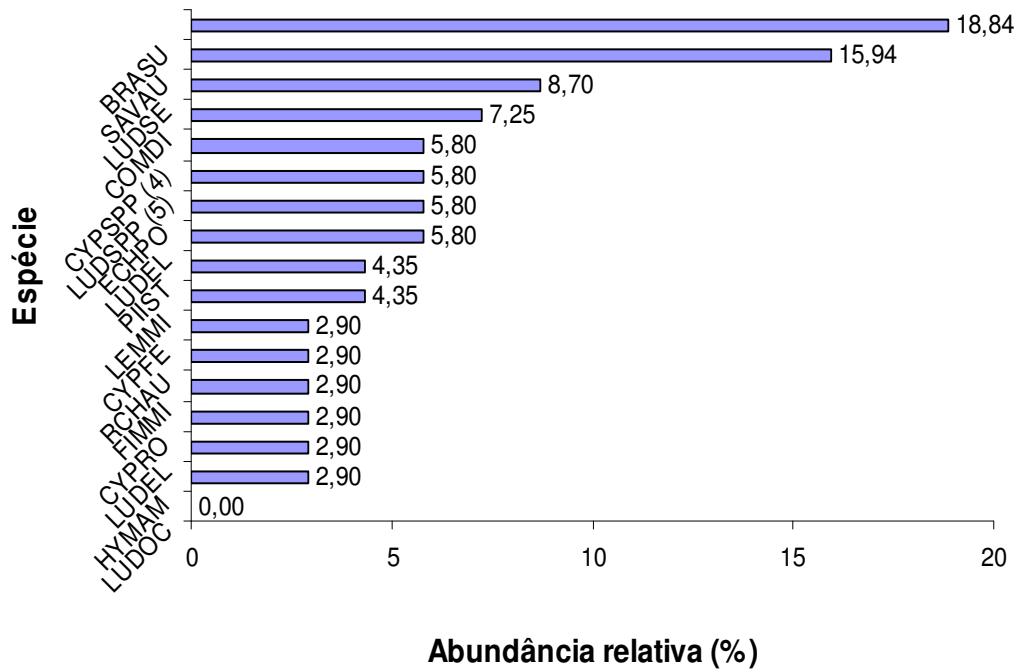


Figura 08: Representação gráfica da abundância relativa das espécies presentes no reservatório da UHE Cana Brava em Setembro de 2003.



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. subquadripara* e a *S. auriculata*.



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

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).

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. subquadripa* 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 tranquiliza 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 vista 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 Minaçú - 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 Minaçú 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.

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

Espécie	Código	Família	Área m²
<i>Brachiaria subquadripara</i>	BRASU	Gramineae	250
<i>Brachiaria mutica</i>	PAMPU	Gramineae	25
<i>Cyperus 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 sp</i>	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 sp</i>	LUDSS	Onagraceae	Nd
<i>Panicum repens</i>	PANRE	Gramineae	25
<i>Panicum rivulare</i>	PANRV	Gramineae	25
<i>Panicum sp</i>	PANSS	Gramineae	Nd
<i>Rhynchospora aurea</i>	RCHAU	Cyperaceae	Nd
<i>Rhynchospora sp</i>	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.

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).

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.



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



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.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

O sétimo e último 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.

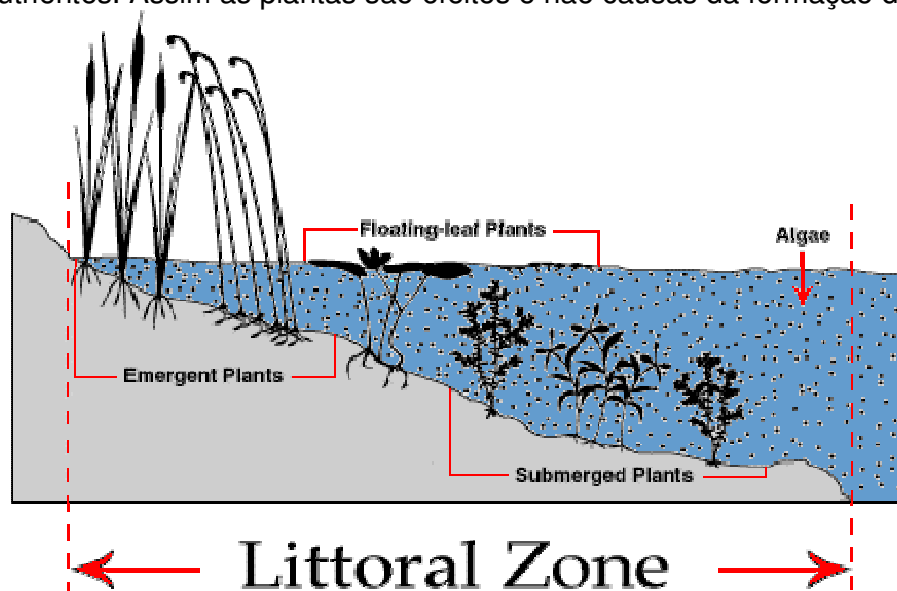


Figura 21: Esquema de ocupação das regiões marginais e de menor profundidade nos corpos hídricos.

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.

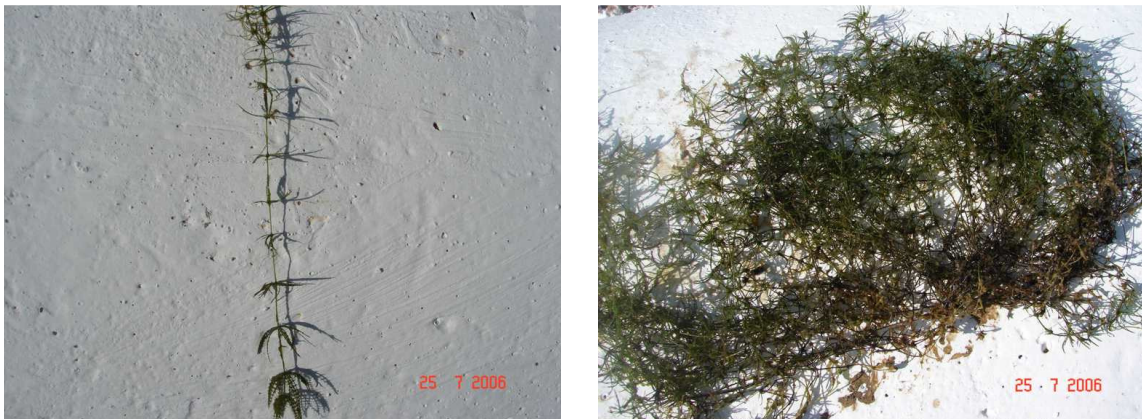


Figura 22: Vista da espécie infestante - *Chara rusbyana*.

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.

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.



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

Chara spp. Muskgrass

Chara spp.
Muskgrass

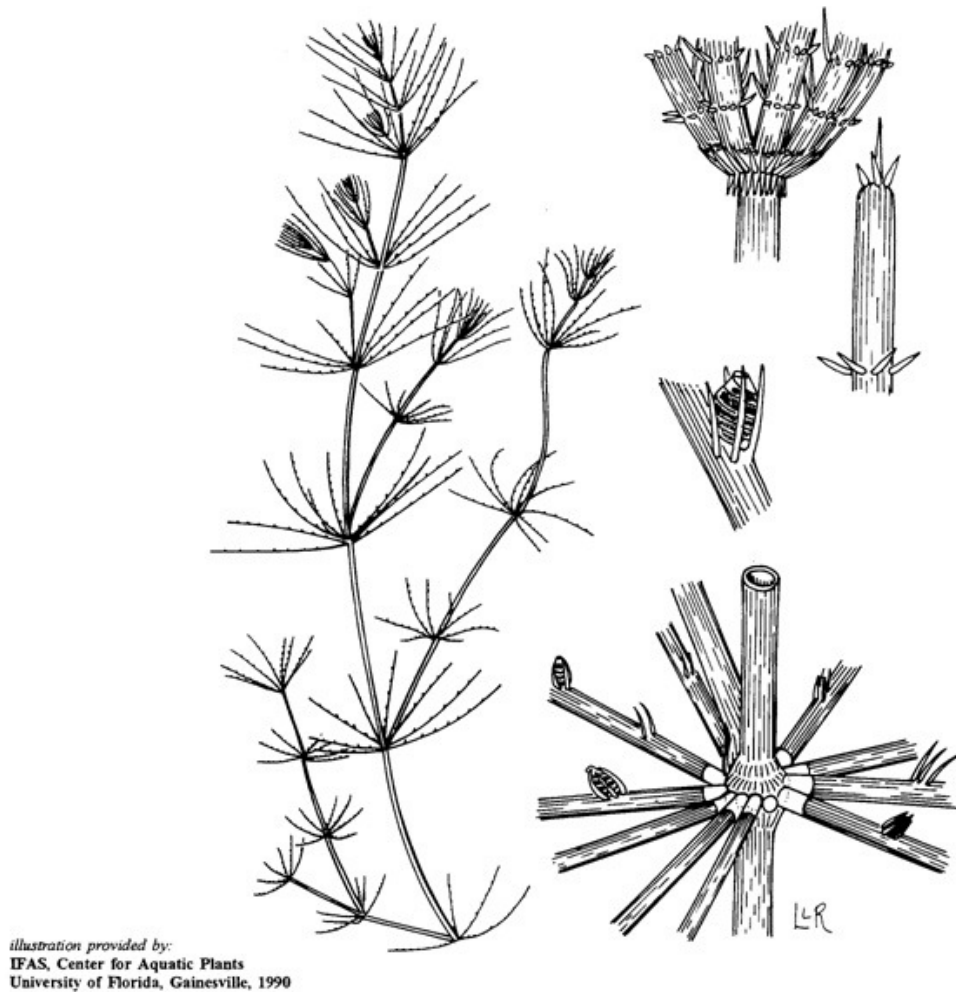


Figura 25: Detalhes das estruturas da *Chara* spp. – por Laura L. Reep., do Centro de Plantas Aquáticas da Universidade da Flórida – EUA.

3.2 – 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 dos 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 26 temos as regiões de surgimento de macrófitas no reservatório e as respectivas áreas estimadas em outubro de 2006.



Figura 26: 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.

3.3 – 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 05: 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*	Rio Bonito	48°10'36"	13°29'09"	Montante
8*	Córrego Varjão	48°12'05"	13°29'03"	Montante
10	Rio do Carmo	48° 02'46"	13°25'36"	Montante
15	Tocantins/Rio Cana Brava	48°09'56"	13°11'49"	Jusante
18*	Praia de Minaçu - parte interna	48° 12'37"	13°30'17"	Montante
19*	Praia de Minaçu - parte externa	48° 12'33"	13°29'53"	Montante
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*	Rio Bonito (acima do ponto 7)	48°14'04"	13°33'03"	Montante

* 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;

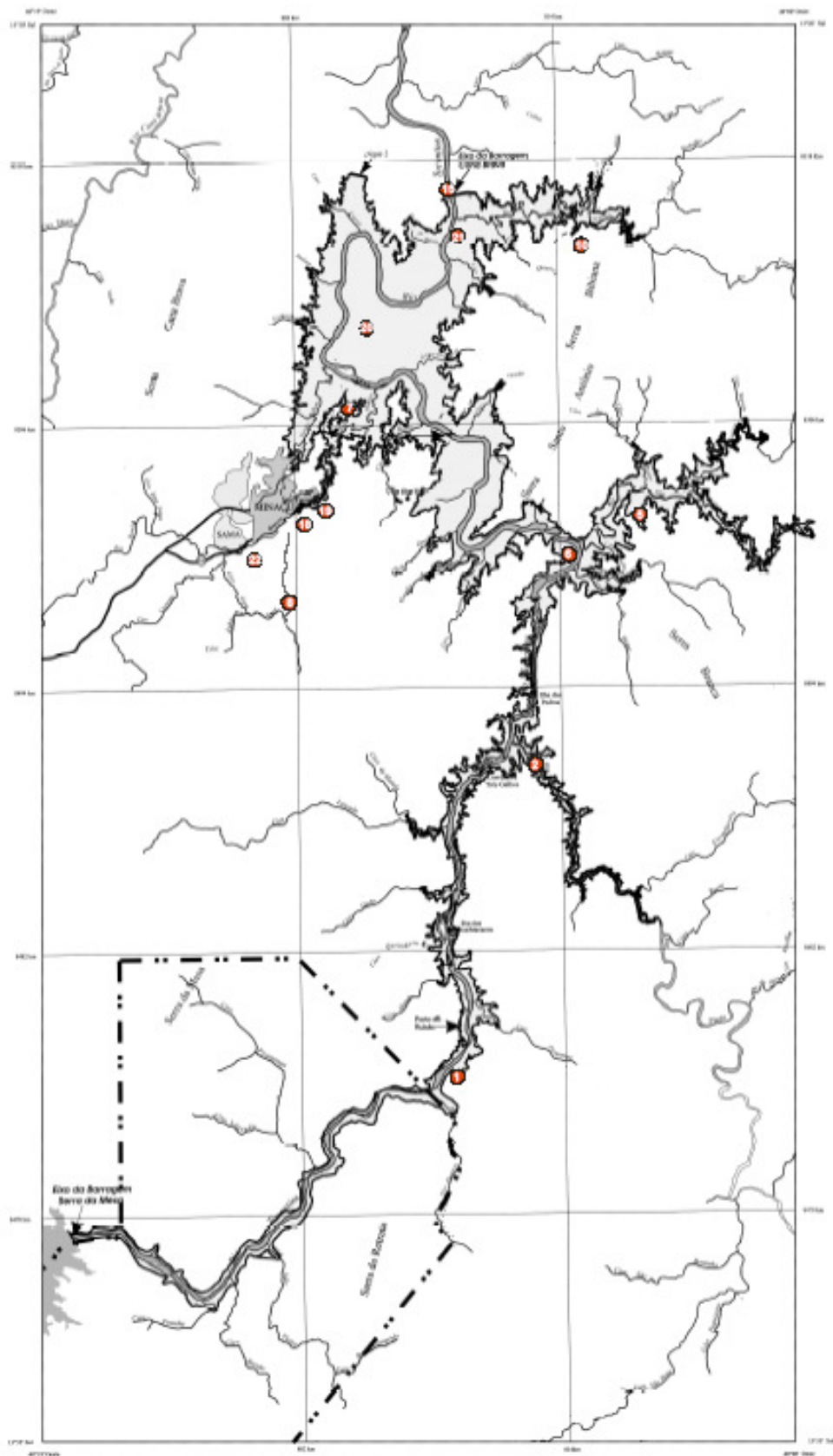


Figura 27: Representação gráfica dos pontos de monitoramento da qualidade da água do reservatório da UHCB.

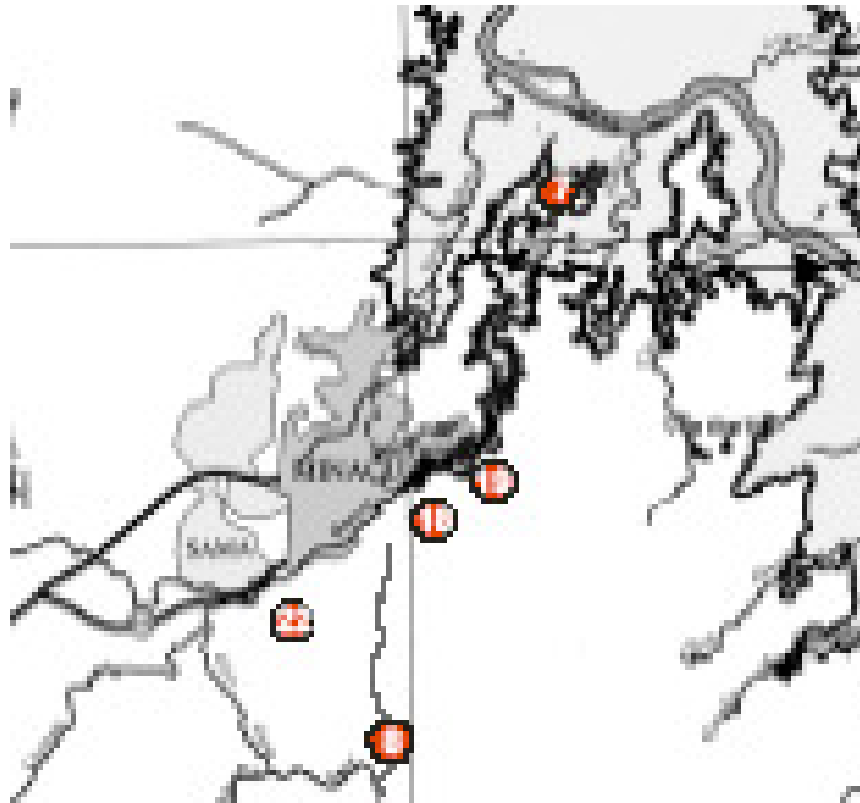


Figura 28: Representação gráfica dos pontos de monitoramento da qualidade da água nos locais de ocorrência das macrófitas.

Dentre os parâmetros avaliados no monitoramento limnológico destacamos os de mais interesse para nosso estudo, conforme apresentamos no quadro 06.

Quadro 06: 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

Analizamos 2 panoramas;

A - Entre pontos, através das médias históricas anuais

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

Quadro 07: 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
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 conseqüência, 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 29 - que não afeta os processos de ciclagem de nutrientes.

Quando avaliamos a variação temporal do pH – Figura 30 – 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*.

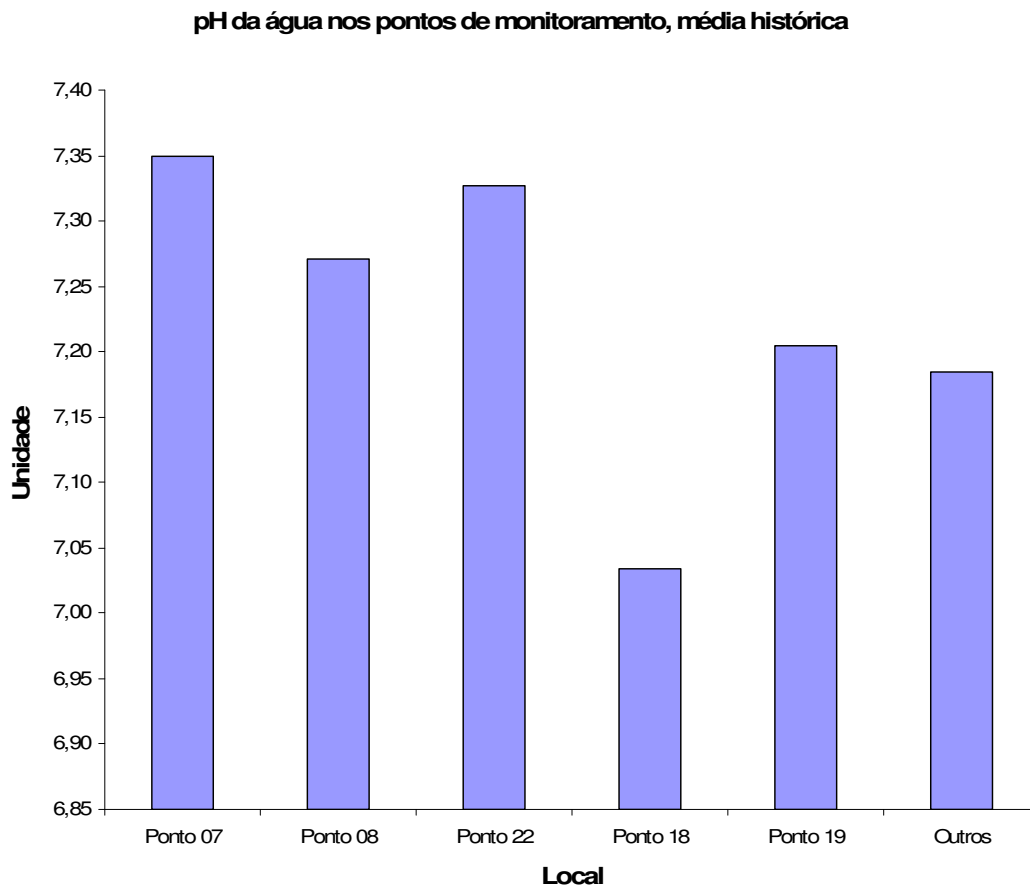


Figura 29: Representação gráfica do pH médio histórica nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

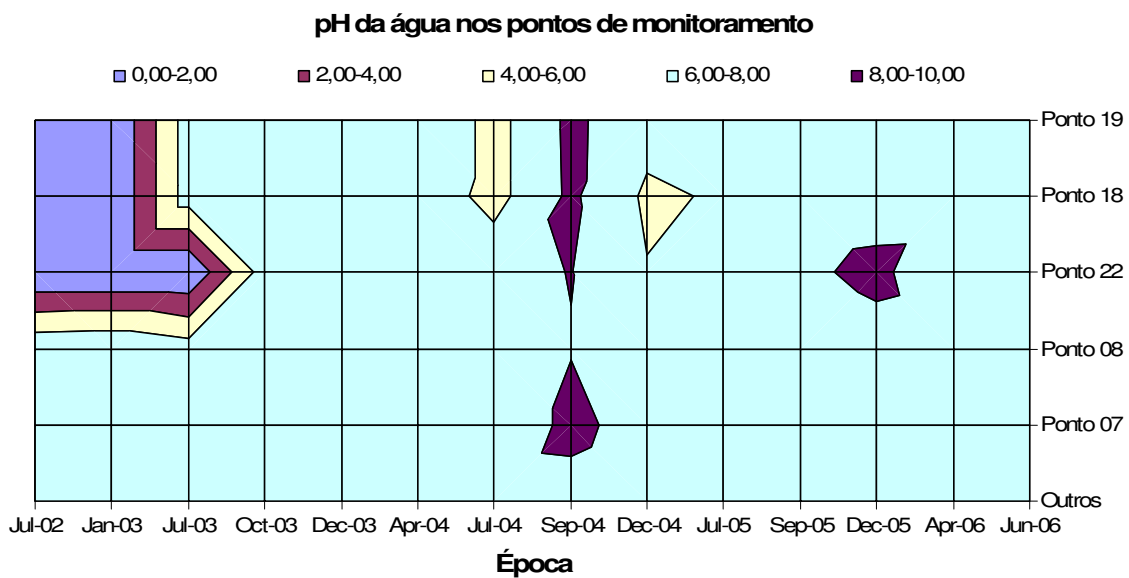


Figura 30: Representação gráfica do comportamento do pH da água em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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 31 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.

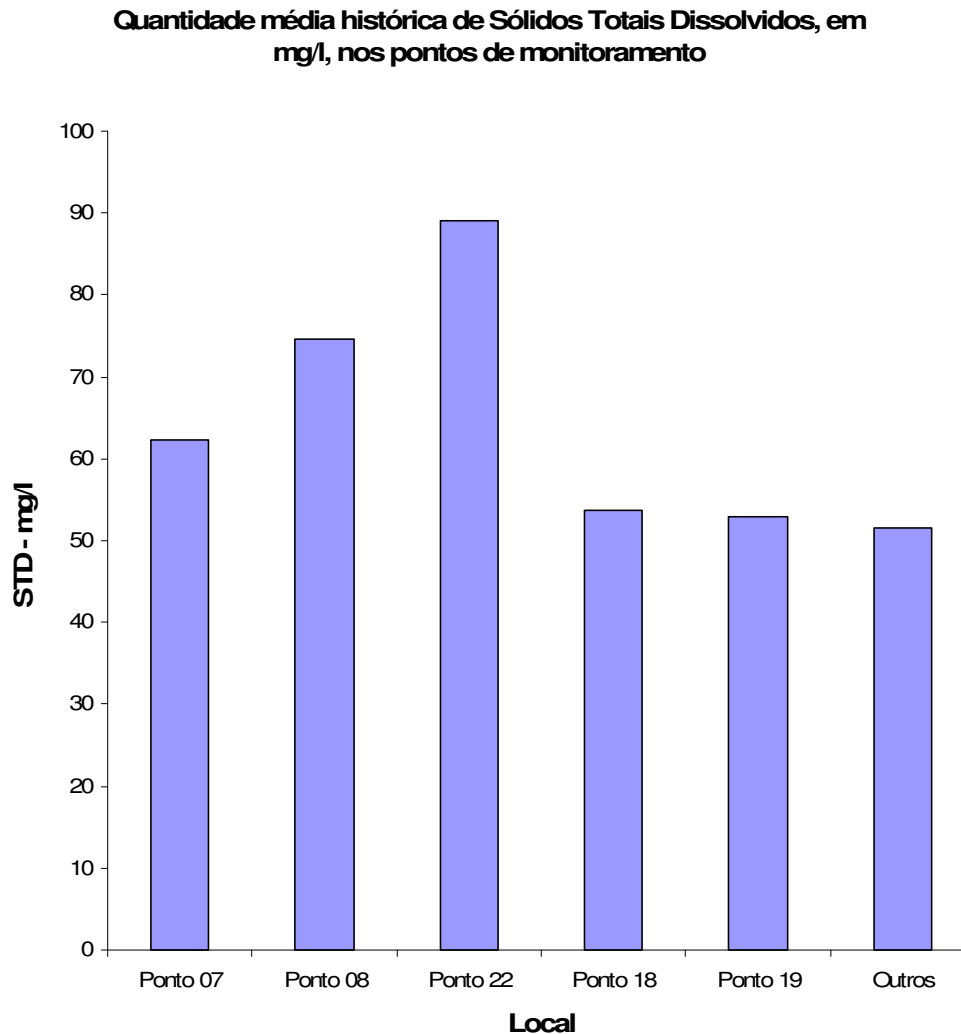


Figura 31: Representação gráfica da quantidade média histórica de Sólidos Totais Dissolvidos, nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

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.

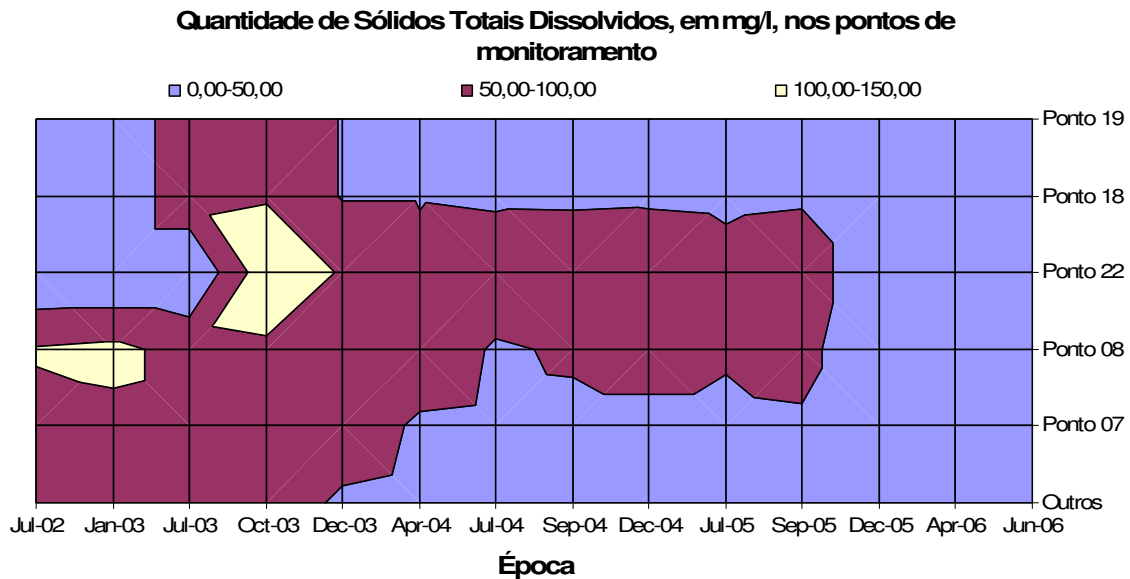


Figura 32: Representação gráfica do comportamento do Teor de Sólidos Dissolvidos Totais na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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 33.

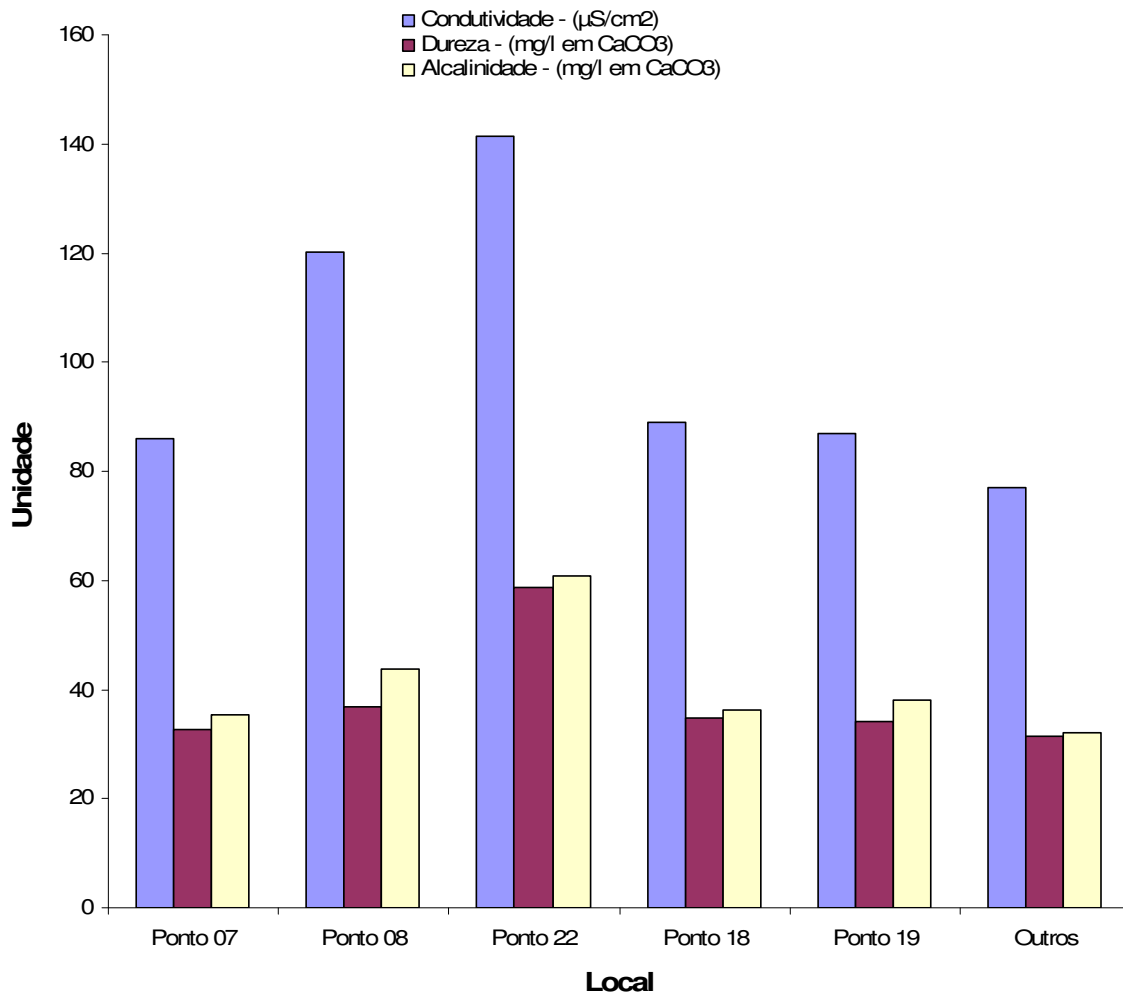
Quantidade média histórica de cargas positivas e negativas na água

Figura 33: Representação gráfica da quantidade média histórica de cargas iônicas e aniônicas, nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Notamos na figura 34 a 36 alterações expressivas nas cargas iônicas principalmente na região do ponto 22, 8, 7, 18 e 19, com destaque para a Figura 35 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.

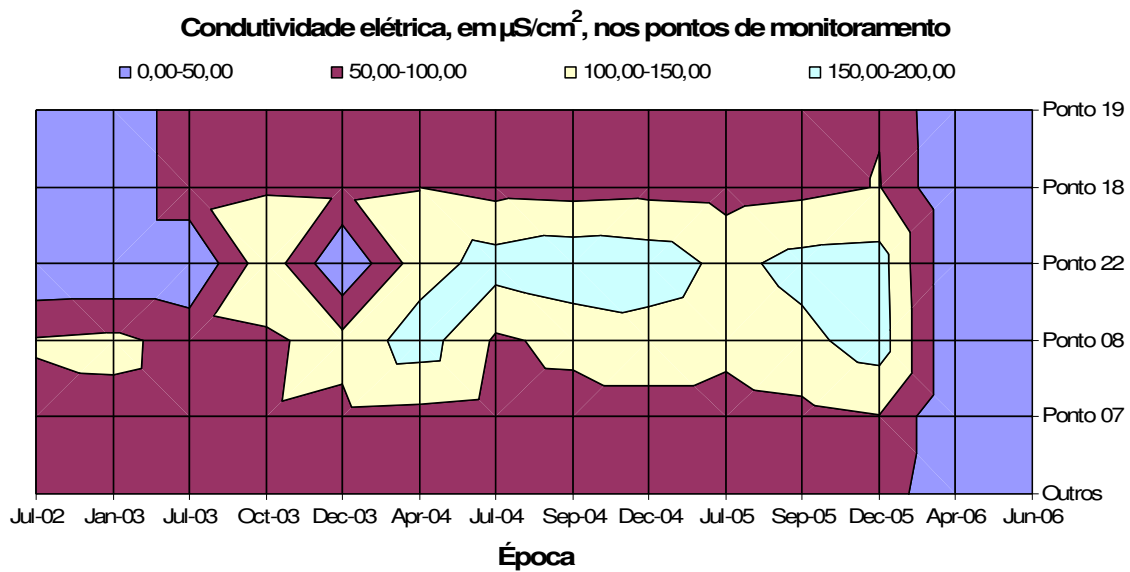


Figura 34: Representação gráfica do comportamento da condutividade elétrica da água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

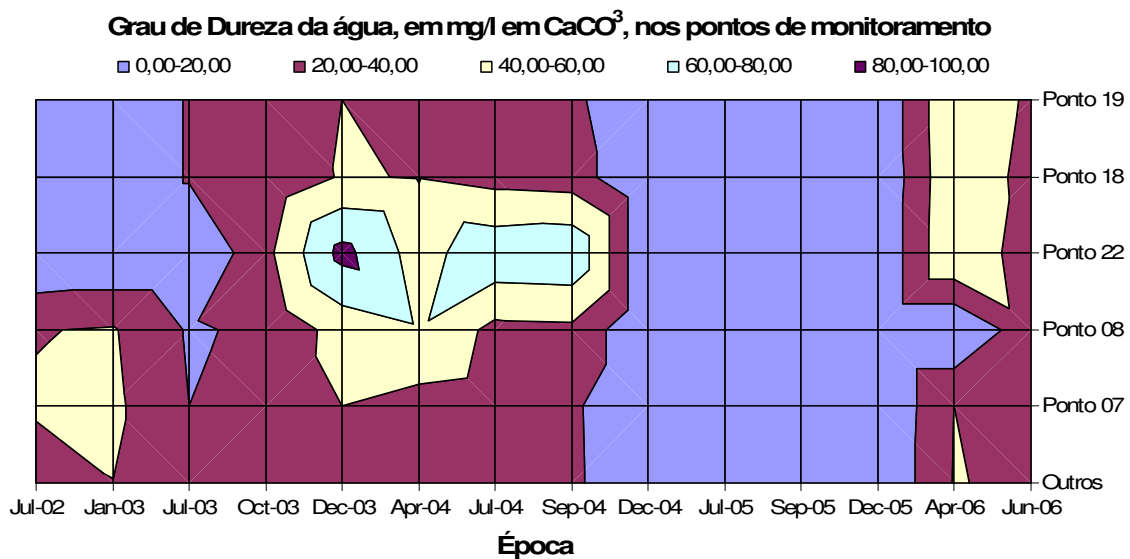


Figura 35: Representação gráfica do Grau de Dureza da água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

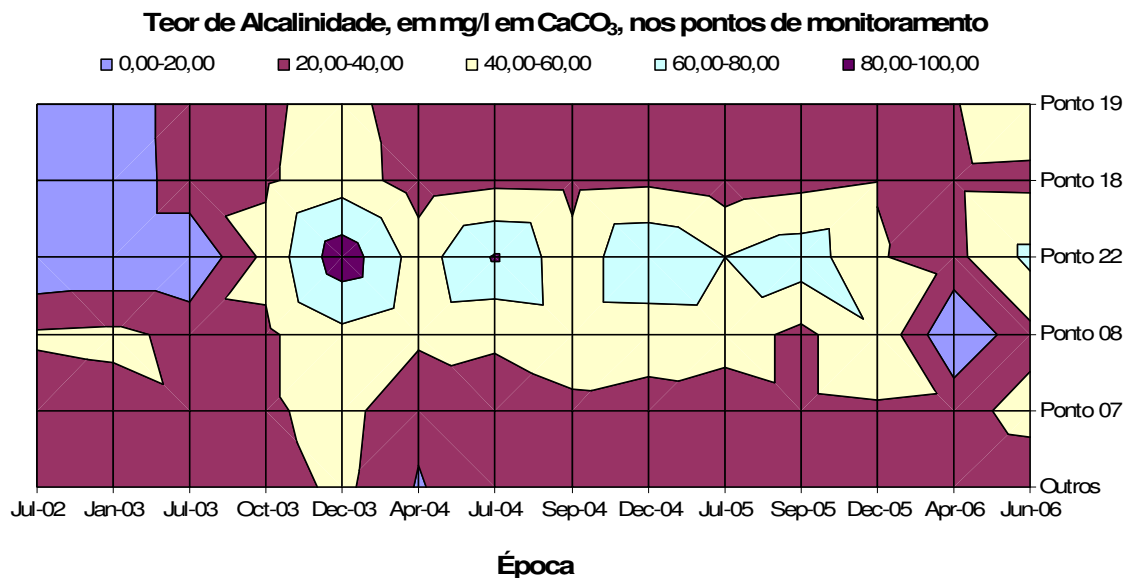


Figura 36: Representação gráfica do Teor de Alcalinidade da água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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 37 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.

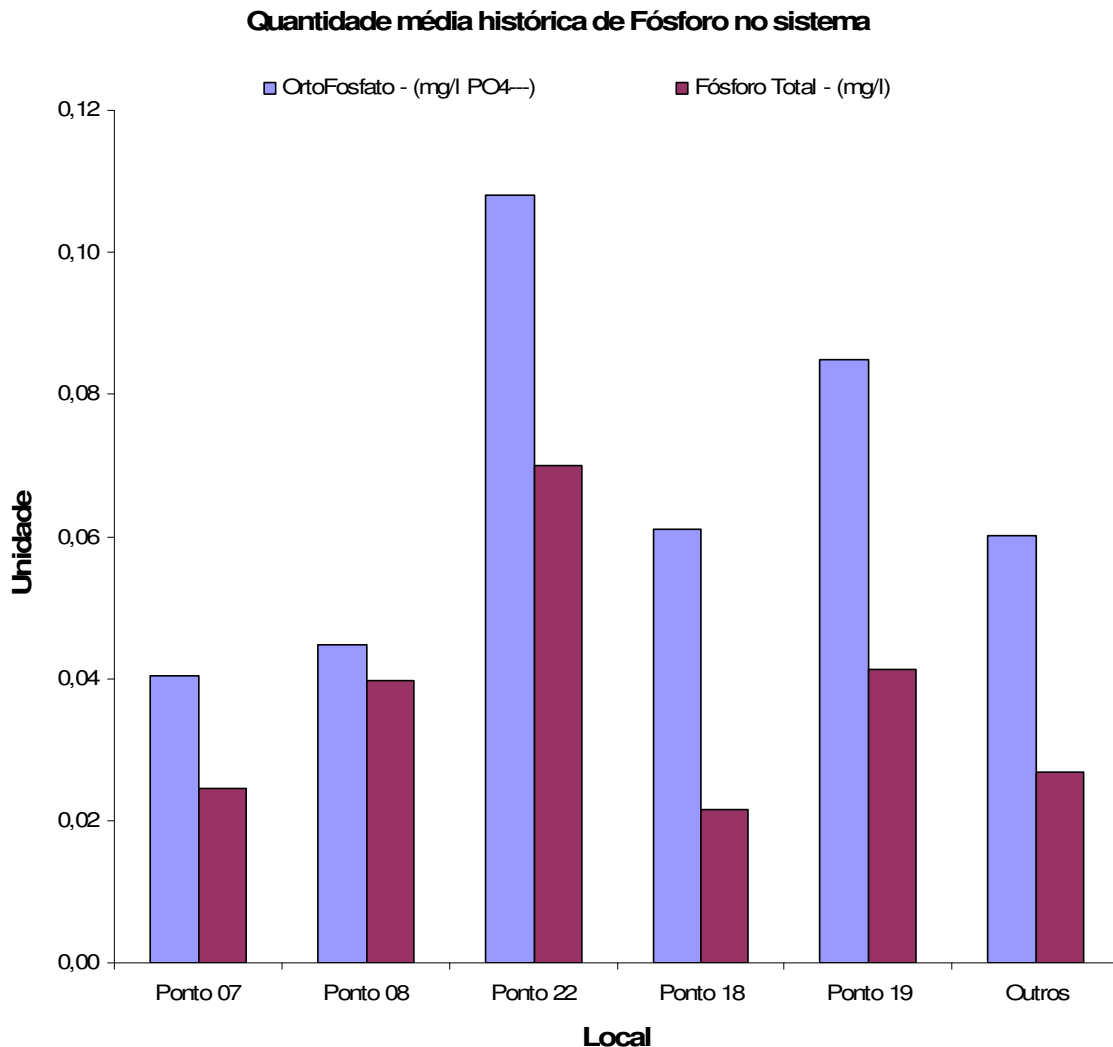


Figura 37: Representação gráfica da quantidade média histórica de Fósforo nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

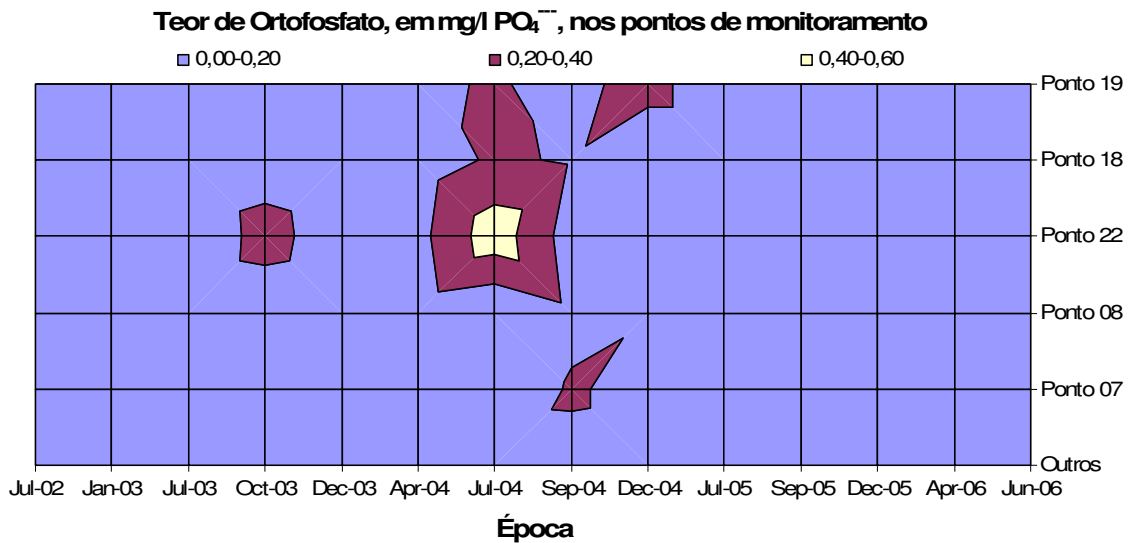


Figura 38: Representação gráfica do comportamento do Teor de Ortofosfato na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

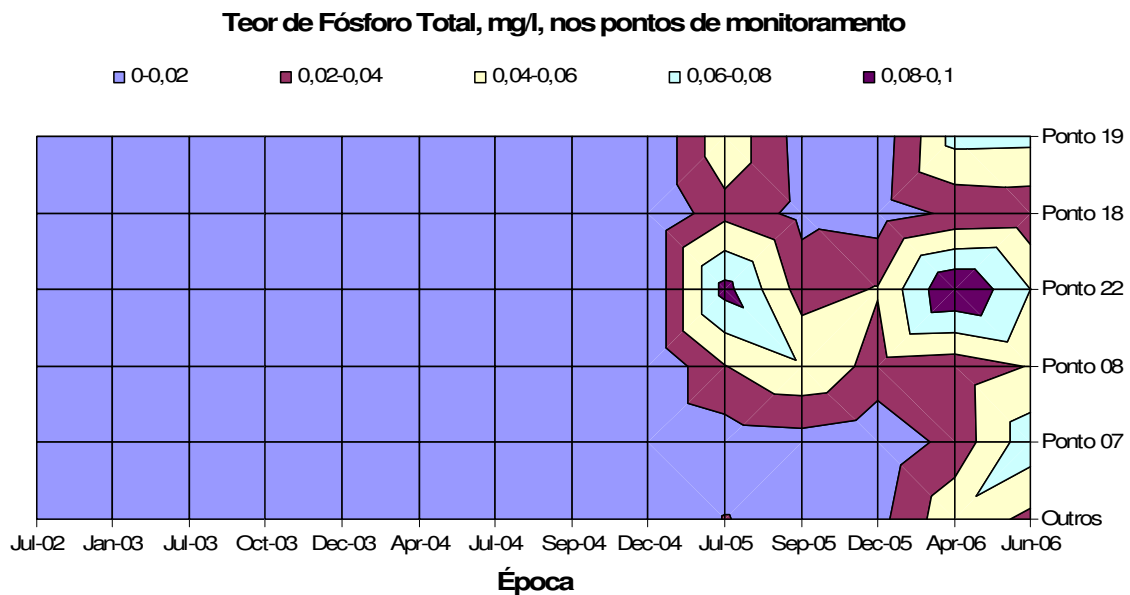


Figura 39: Representação gráfica do comportamento do Teor de Fósforo Total na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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 40 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.

Na figura 41 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.

Quantidade média histórica de Sulfatos nos pontos de monitoramento

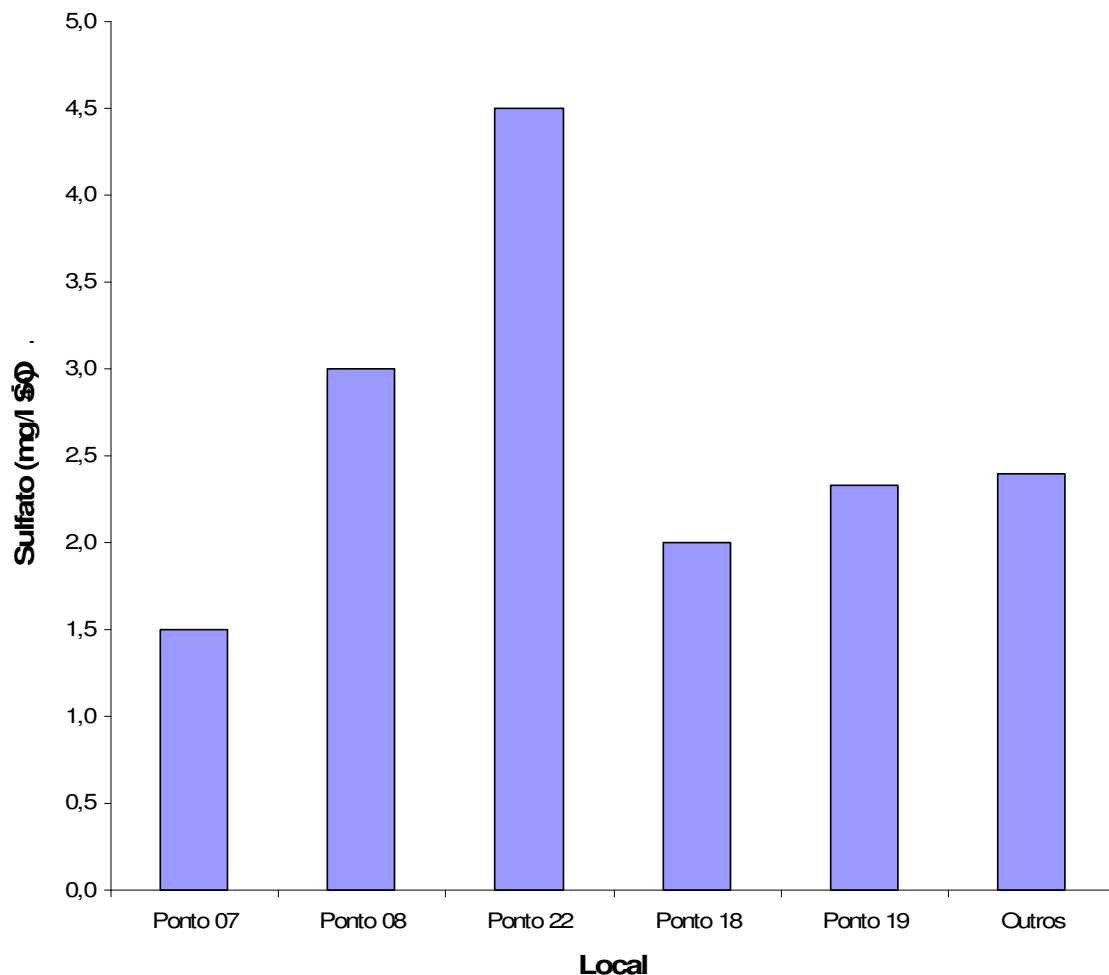


Figura 40: Representação gráfica da quantidade média histórica de Sulfatos nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

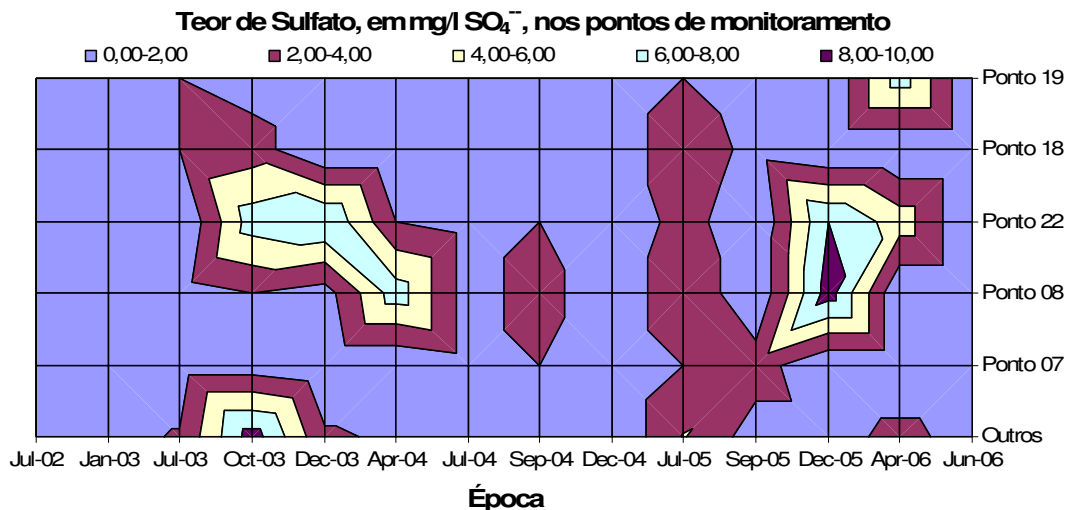


Figura 41: Representação gráfica do comportamento do Teor de Sulfato na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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 43 a 46.

Concentração média histórica de diferentes substâncias reduzidas nos pontos de monitoramento

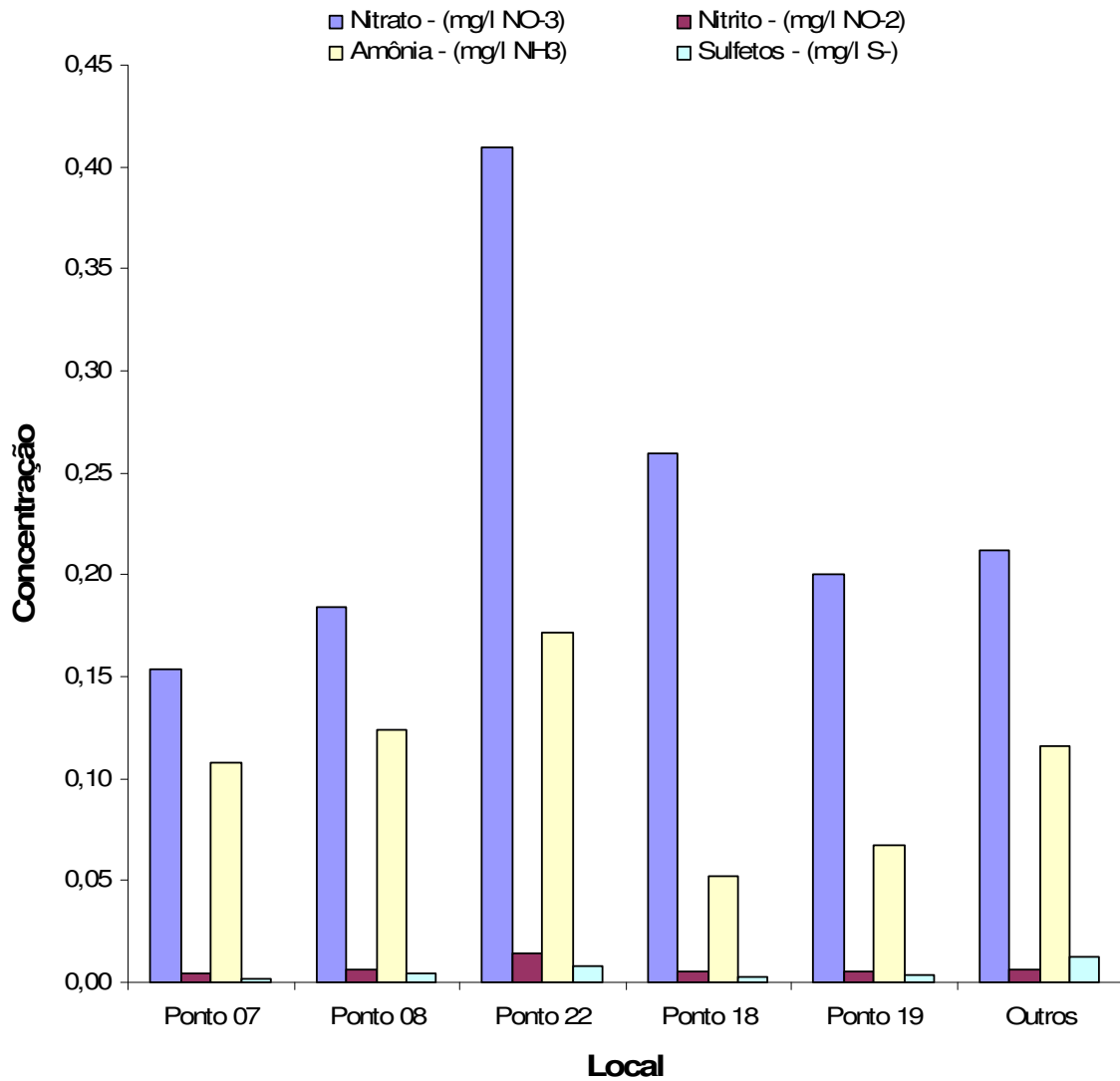


Figura 42: Representação gráfica da quantidade média histórica de Diferentes substâncias reduzidas nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

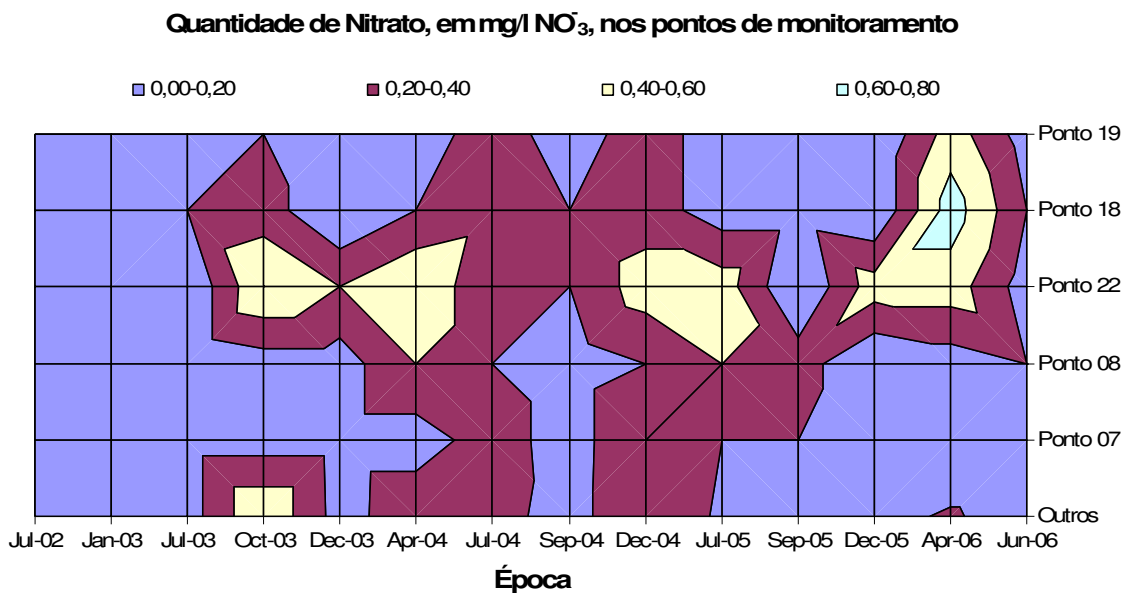


Figura 43: Representação gráfica do comportamento do Teor de Nitrato na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

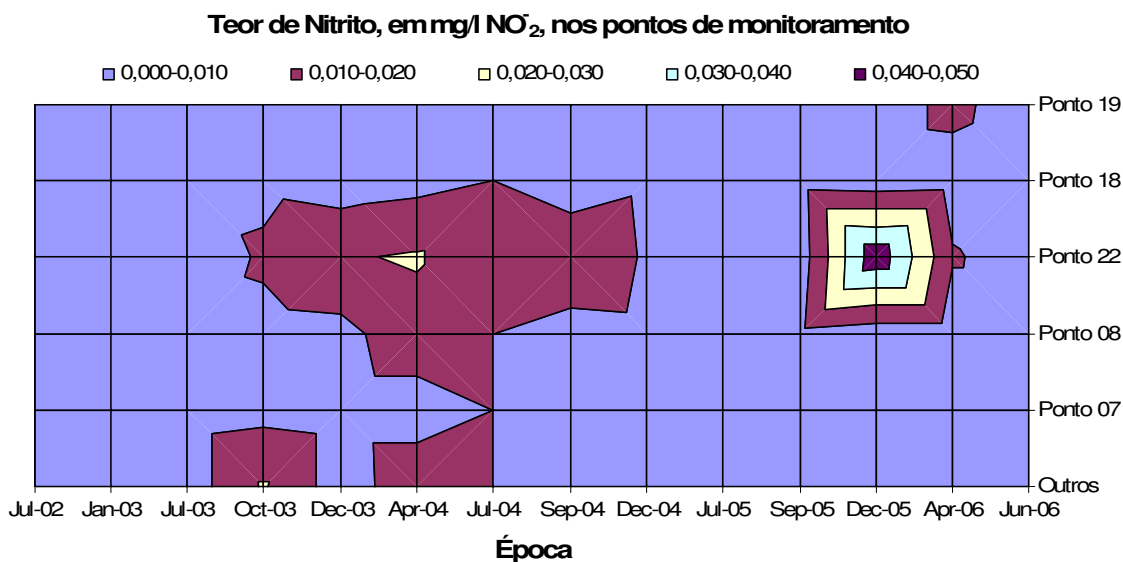


Figura 44: Representação gráfica do comportamento do Teor de Nitrito na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

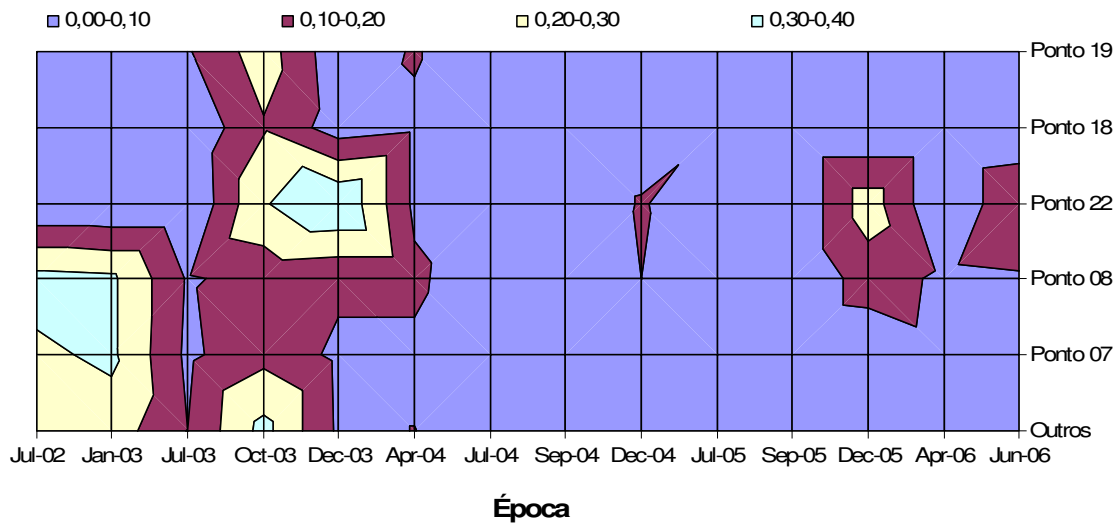
Teor de Amônia, em mg/l NH_3 , nos pontos de monitoramento

Figura 45: Representação gráfica do comportamento do Teor de Amônia na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

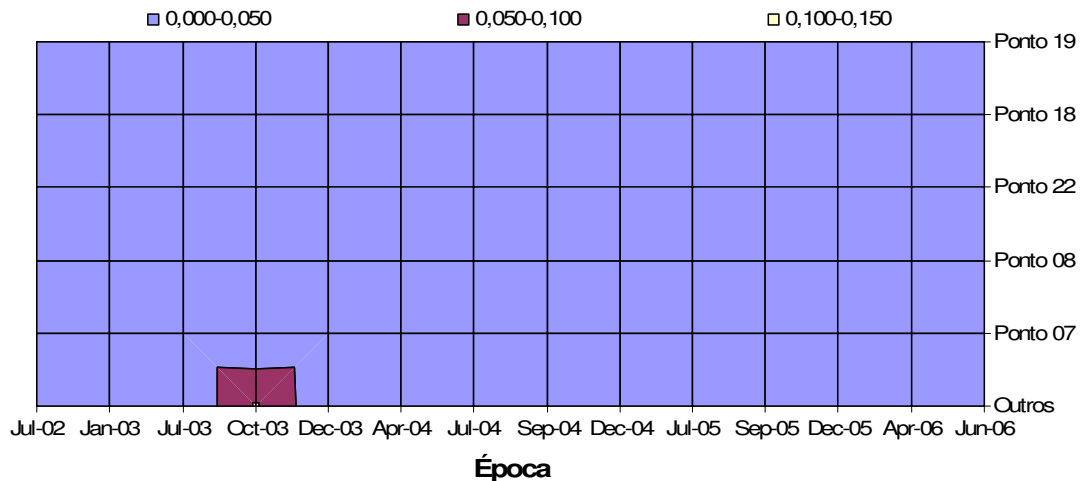
Teor de Sulfeto, em mg/l S^{2-} , nos pontos de monitoramento

Figura 46: 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.

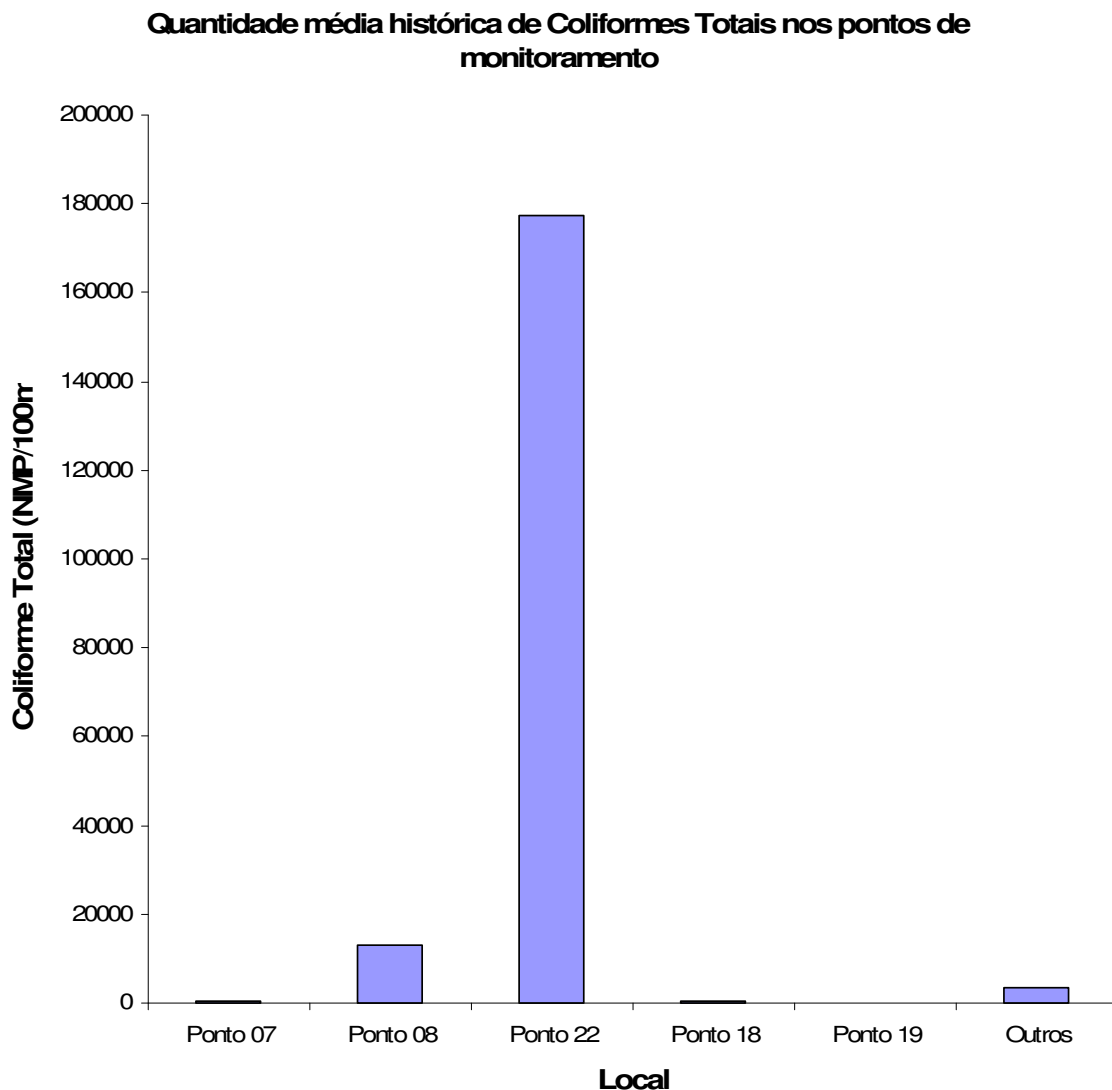


Figura 47: Representação gráfica da quantidade média histórica de Coliformes Totais nos diferentes pontos de monitoramento limnológico do reservatório da UHCB.

Os pontos 22 e 08 indicam a presença de emissão de efluentes sanitários que ocorreram nos períodos pós-enchimento até Dezembro de 2003 – Figura 48 - e hoje estão estáveis em baixos níveis, indicando boa eficiência da ETE de Minaçú – GO no tratamento do esgoto doméstico.

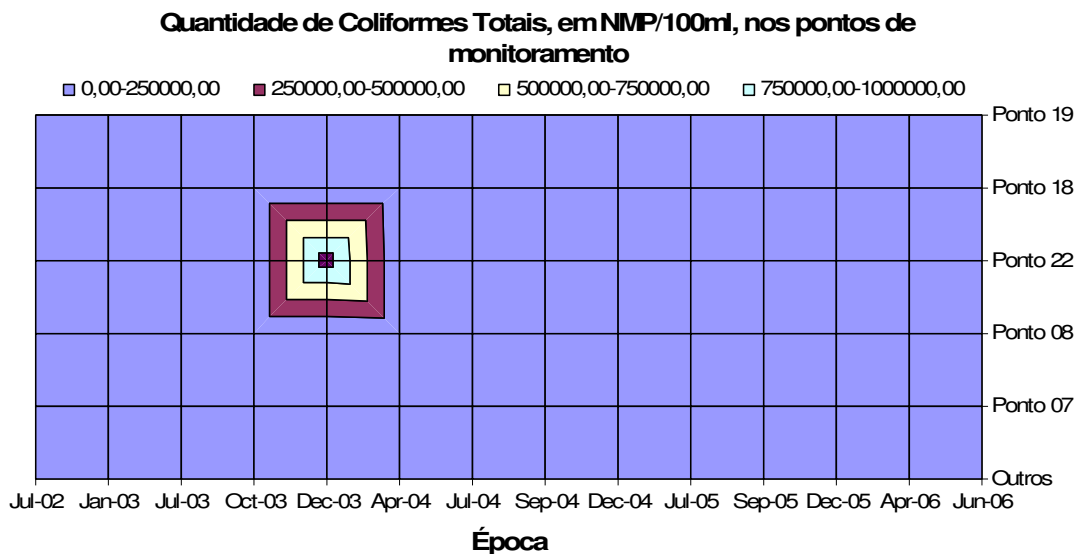


Figura 48: Representação gráfica do comportamento da quantidade de Coliformes Totais na água, em diferentes pontos de monitoramento desde a formação do reservatório da UHCB.

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

4.1 – NA PRAIA DO SOL

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

Em Minaçú – GO, a região do entorno da praia do Sol, 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.).

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 é recomendado e iminente, pois dependendo das condições da qualidade da água e da disponibilidade de nutriente, neste ambiente, a planta pode se tornar uma planta invasora de grandes áreas com difícil controle.

O controle deve ser feito quanto as plantas ainda são jovens, em caráter preventivo, quanto ainda não apresentam as estruturas de reprodução sexuada formadas, evitando assim a formação de um banco sementes.

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.

As épocas mais recomendadas, neste caso, são todas as épocas possíveis de se fazer a retirada, não permitindo que a infestação aumente sua área e seu volume.



Figura 50: Vista do local de acumulação das plantas na praia do Sol – Minaçu – GO.



Figura 51: Vista da quantidade de plantas retiradas e ensacadas para serem encaminhadas ao aterro sanitário.

5.2 – NA REGIÃO DO RIO BONITO

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

Procurar no local das infestações e adjacências por emissários de efluentes de qualquer natureza seja doméstico, químico ou eventual para se combater a causa e não apenas o efeito.

Proceder um estudo de viabilidade de retirada de sedimento por dragagem na foz do Rio Bonito a fim de eliminar o risco de formação de várzea nesta região, pois esta tem outras implicações ambientais e sociais que sucumbem a área de atuação da empresa.

Por se tratar de uma atividade potencialmente poluidora, pelo revolvimento do sedimento, é passível de licenciamento e deve ser feita em conjunto com os órgãos estaduais e municipal, que mantém uma infraestrutura na região para atender esta demanda. Sugerimos que a Prefeitura Municipal requeira esta atividade diretamente para o órgão estadual.

Recomendamos o rebaixamento do leito em no mínimo 2,00 metros de coluna de água e não inferior a 70 % da largura atual, ou seja, numa faixa de 100m entre margens rebaixar uma área não inferior de 70m.

O sedimento retirado pode ser lançado nas margens reduzindo a área do braço, num processo de quase retificação do curso d'água a fim de acelerar o processo de renovação da água neste ambiente o que reduz, inclusive, a permanência de resíduos sólidos. Isto deve ser feito o mais rapidamente possível, pois é iminente os riscos de proliferação de insetos vetores nesta região.

À medida que surgirem novas infestações de macrófitas estas devem ser retiradas manualmente, conforme recomendações anteriores, visto a pequena área de cobertura já observada.

5 – PROGNÓSTICO E ANÁLISE DE RISCO DA PERMANÊNCIA DAS MACRÓFITAS

A espécie identificada na região da praia do Sol é infestante de água ricas em cálcio e outros nutrientes. Com o passar do tempo e a estabilização do reservatório podem ocorrer fluxos populacionais desta e de outras espécies, principalmente em locais de grande circulação de pessoas e animais.

Para o reservatório da UHE Cana Brava este evento, até o momento é considerado isolado e deve ser mantido sob constante monitoramento para que caso haja o risco sistemático de ocorrências, outros métodos de controle seja adotados a tempo.

O surgimento de macrófitas flutuantes na Foz do Rio Bonito é recorrente e deve ser assim até que as fontes de eutrofização do Rio sejam eliminadas.

O surgimento de algas submersas é um indicativo do momento de aceleração do processo da hidrossere (evolução do corpo hídrico) e deve ser avaliado com muito critério. Normalmente as práticas de controle hoje disponível geram mais impactos negativos ao ambiente do que a presença das macrófitas.

Os controles sugeridos são os de menores impactos ambientais. Concomitantemente à eliminação das fontes de eutrofização da região da praia do Sol o plano de manejo deve ser atualizado.

As algas presentes nesta região podem dar lugar a macrófitas submersas de várias espécies, dentro do processo de sucessão ecológica das mesmas. Com isso torna-se importante a adoção dos processos de controle abordados dentro do plano de manejo.

6 – CONCLUSÕES

Com o exposto temos que as regiões do Rio Bonito e da Praia do Sol sofrem interferências químicas e orgânicas por estarem muito próximas ao município de Minaçu – GO.

Há emissários clandestinos de esgotos domésticos nestas regiões e que precisam ser corrigidos e anulados.

A pressão do surgimento, manutenção e crescimento das macrófitas, será cada vez maior no rio Bonito e na região da Praia do Sol, pois as espécies e as formas de infestação são os sintomas dos efeitos e não as causas da eutrofização dos ambientes estudados.

O desconforto e riscos potenciais da presença das macrófitas são deletérios ao uso múltiplo e deve ser implementado o plano de controle e manejo das populações concomitantemente à correção das causas da eutrofização do Rio Bonito e da Praia do Sol.

A cidade de Minaçú – GO precisa implementar um programa de drenagem urbana, e a bacia do Rio Bonito necessita de um programa de conservação de solo a fim de diminuir o carregamento de sólidos e nutrientes para a região da Foz.

7 – RECOMENDAÇÕES

- 1** – Manter um processo continuado de avaliação na região da Praia do Sol, com a possibilidade de retirada imediata das plantas aquáticas indesejáveis;
- 2** – Registrar as quantidades e locais de aparecimento das macrófitas;
- 3** – Identificar a presença de emissários e outras fontes de concentração de nutrientes;
- 4** – Enviar periodicamente os registros para nossa avaliação;
- 5** – Solicitar o acréscimo no monitoramento limnológico dos seguintes parâmetros:
 - 5.1** Carbonato de cálcio (pontos **18** e **19**);
 - 5.2** Nitrogênio Total (Todos os pontos);
 - 5.3** Profundidade dos pontos de monitoramento (Todos os pontos) – mesmo sendo total a transparência solicitar a anotação da profundidade do ponto;
 - 5.4** Sólidos Totais Dissolvidos (Retomar o monitoramento);
 - 5.5** Clorofila A e Feoftina (Pontos **7**, **8**, **18**, **19** e **22**);
 - 5.6** Cor da água (Todos os pontos).
- 6** – Estabelecer para o ano de 2007 um monitoramento de periodicidade trimestral com os resultados conclusivos para adequação do plano de manejo periodicamente;
- 7** – Aproximar o monitoramento limnológico aos períodos trimestrais de avaliação das macrófitas.




9 - 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, Christopher, 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 DE SÃO PAULO Av. Brig. Faria Lima, 1059 - Pinheiros - São Paulo - SP CEP 01452-920 Tel.: 0800 17 18 11			
	ART Anotação de Responsabilidade Técnica Lei Federal Nº. 6.496 de 07/12/77		1- Nº DA ART 8210200604472109	
CONTRATADO				
2 - Nº DO CREAM DO PROFISSIONAL 5060488088		3 - Nº DO CPF DO PROFISSIONAL 14947694840		
4 - NOME DO PROFISSIONAL RODRIGO BORSARI		5 - TÍTULO DO PROFISSIONAL Engenheiro Agrônomo		
ART				
6 - TIPO DE ART 1-Obra/Serviço	7 - VINCULADA A ART Nº	8 - HÁ OUTRAS ARTs VINCULADAS 1 - Não		
9 - ALTERAÇÃO/COMPL./SUBST. DA ART 1 - Não		10 - SUBEMPREGADA 1 - Não		
ANOTAÇÃO				
11 - CLASSIFICAÇÃO DA ANOTAÇÃO 1 - Responsabilidade Principal	12 - ÁREA DE ATUAÇÃO 4 - Agronomia	13 - TIPO DE CONTRATADO 1- Pessoa Jurídica		
EMPRESA CONTRATADA				
14 - Nº DE REGISTRO NO CREA 0619488	15 - NOME COMPLETO BORSARI - ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA.			
16 - CGC/CNPJ 05206268000106	17 - CLASSIFICAÇÃO 1-Empresa Privada			
CONTRATANTE				
18 - NOME DO CONTRATANTE DA OBRA / SERVIÇO Companhia Energetica Meridional		19 - TELEFONE P/ CONTATO (46)32468300	20 - CPF/CNPJ 02201268000206	
DADOS DA OBRA / SERVIÇO OBJETO DO CONTRATO				
21 - ENDEREÇO DA OBRA / SERVIÇO Reservatorio da UHE Cana Brava - Minacu - GO			22 - CEP 73790-000	
CLASSIFICAÇÃO				
23 - NATUREZA	24 - UNIDADE	25 - QUANTIFICAÇÃO	26 - ATIVIDADES TÉCNICAS	
1 A6004	27	254	2	30 8 40
2 C1052	5	13900	2	8 16 29 30 40
3				
27 - DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS SOB SUA RESPONSABILIDADE OU DO CARGO/FUNÇÃO Levantamento e monitoramento das plantas aquáticas presentes no reservatório da UHE Cana Brava, elaboração de laudo e relatório técnico para o licenciamento ambiental, elaboração e avaliação da eficiência do plano de manejo ambiental para o controle e manutenção da biodiversidade local.				
RESUMO DO CONTRATO				
Nº E ESCOPO DO CONTRATO, CONDIÇÕES, PRAZO, CUSTOS, ETC...				
Ordem de Compra 1983-0 de 31 de março de 2006, valor de R\$ 25.748,56				
Data de efetiva participação do profissional: 26/06/2006				
28 - VALOR DO CONTRATO 25.748,56	29 - DATA DO CONTRATO 31/03/2006	30 - DATA INÍCIO DA EXECUÇÃO 26/06/2006	31 - 10% ENTIDADE DE CLASSE 28	32 - VALOR DA ART A PAGAR 219,00
ASSINATURA				
33 - LOCAL E DATA	PROFISSIONAL		CONTRATANTE	
Jaboticabal 03/07/2006	 Rodrigo Borsari		 Companhia Energetica Meridional	