

Gerenciamento Ambiental Integrado de Reservatórios

Robson Hitoshi Tanaka
Fernando Celso Sedeh Padilha

CPFL Centrais Elétricas S/A
CPFL Centrais Elétricas S/A

Sinopse

O reservatório da Usina Hidrelétrica Americana, localizado no município de Americana, Estado de São Paulo, possui área inundada de 1.325 hectares, dos quais 16% encontram-se ocupados por plantas aquáticas. Os principais efeitos do desenvolvimento de plantas aquáticas são a formação de ambientes para vetores de doenças, retenção de lixo e o impedimento à navegação e práticas de lazer. Em busca de soluções, a CPFL formou parcerias com a Universidade Estadual Paulista e Universidade São Paulo que levaram ao desenvolvimento de alternativas de controle mecânico, químico e físico das plantas aquáticas. Foram também realizados estudos para incorporar as plantas aquáticas no solo, aproveitando seus nutrientes como fertilizante para reflorestamentos, contribuindo para reduzir o aporte de nutrientes para o reservatório. Apesar da implementação destas medidas, a degradação do reservatório continua elevada, pois os efeitos dessas ações só ocorrerão a médio e longo prazo. Em função disso, a CPFL elaborou um projeto para implantação de um sistema de controle ambiental para compreender as relações de causa e efeito da degradação e permitir atuar de forma preventiva. A atitude pró-ativa frente aos impactos ambientais consolida a CPFL como empresa ambiental e socialmente responsável.

1. Introdução

A Usina Hidrelétrica Americana localiza-se à margem direita do rio Atibaia, no município de Americana, a 128 quilômetros da cidade de São Paulo. A usina iniciou sua operação comercial em 1949 e sua capacidade instalada atual é de 30 MW (Figura 1). Seu reservatório apresenta superfície de 1.325 hectares quando em sua cota máxima, com perímetro em torno de 64 km.

Localizado numa das regiões mais importantes do Estado de São Paulo em termos econômicos, o reservatório logo se tornou uma importante opção de lazer para a população da região, que nele passou a desenvolver atividades recreativas como a natação, navegação e pesca esportiva. O entorno do reservatório conta com altos índices de urbanização, com intensa utilização das margens e áreas próximas ao reservatório, com a implantação de loteamentos de chácaras para lazer e sedes de clubes esportivos.

Desde sua formação, o reservatório também passou a receber grandes quantidades de material orgânico e inorgânico, provenientes dos efluentes domésticos e industriais lançados no rio Atibaia e seus afluentes, bem como dos processos erosivos nos solos das áreas agrícolas da bacia, onde se verifica o uso intensivo de fertilizantes e defensivos.

O reservatório vem funcionando como um grande sistema de retenção de efluentes, contribuindo para a melhoria da qualidade do rio Piracicaba, situado a jusante, embora isto possa representar prejuízos ambientais, econômicos e sociais à região onde está inserido. As consequências dessa retenção dos efluentes produzidos a montante surgem com grande intensidade no reservatório na forma de eutrofização da água, assoreamento e proliferação de plantas aquáticas, com destaque para o tanner-grass (*Brachiaria arrecta*), a alface-d'água (*Pistia stratiotes*) e o aguapé (*Eichhornia crassipes*)(Figura 2).

O comprometimento das condições ambientais do reservatório prejudica e até impossibilita diversos usos da água. Do importante pólo turístico regional das décadas passadas, quando a prática de esportes náuticos e atividades recreativas às margens do reservatório atraíam turistas de todo o Estado, pouco restou. Atualmente, o nível de poluição da água e a proliferação de plantas aquáticas não permitem que o reservatório cumpra suas múltiplas funções.



Figura 1. Usina Hidrelétrica Americana.



Figura 2. Vista geral de área próxima à barragem da UHE Americana ocupada por plantas aquáticas.

2. Desenvolvimento

Nos últimos anos, diversas ações vêm sendo empreendidas na bacia do rio Atibaia com o objetivo de recuperá-la, com destaque aos esforços para tratar efluentes industriais e domésticos e o planejamento do uso e ocupação do solo. A CPFL também tem feito sua parte, com a realização de estudos diagnósticos do reservatório e seu entorno e de manejo de plantas aquáticas, além da revegetação da faixa ciliar do reservatório, com o plantio de 100 mil mudas de espécies nativas. A empresa é também parceira em projetos de educação ambiental desenvolvidos no reservatório.

2.1. Diagnóstico Ambiental da Bacia Contribuinte à Usina Hidrelétrica Americana

O Diagnóstico Ambiental da Bacia Contribuinte à UHE Americana buscou consolidar as informações sobre o que ocorre na bacia, servindo de instrumento para o planejamento de ações de recuperação da bacia do rio Atibaia e do próprio reservatório. Neste estudo, a bacia do rio Atibaia foi caracterizada desde suas nascentes até a barragem da UHE Americana, em seus diversos aspectos, abordando os meios antrópico, físico e biótico.

O estudo permitiu conhecer o processo de ocupação do entorno do reservatório, caracterizado pela rápida urbanização, redução das áreas de pastagens e aumento das áreas de cultivo de cana-de-açúcar. Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os mapas de uso do solo no entorno do reservatório na década de 70 e em 2003, evidenciando estas alterações.

O estudo ratificou que o problema ambiental mais significativo do reservatório é sua poluição e que os impactos decorrentes dessa condição determinam sensíveis perdas das funções e valores econômicos e sociais desse ecossistema. Em segundo plano destacam-se as situações relativas ao uso e ocupação do solo do entorno que contribuem para o aporte de mais sedimentos ao reservatório:

- Novos loteamentos sem coleta e disposição de esgotos e de águas pluviais e, com problemas acentuados de erosão hídrica;
- Lavouras e estradas sem práticas de conservação do solo adequadas;
- Cursos d'água e nascentes com muitos trechos sem proteção de mata ciliar e com lavouras chegando até suas margens;
- Em algumas áreas de pastagens, os caminhos do gado, usados para dessedentação nos cursos d'água, vem gerando processos erosivos acelerados;
- Cultivo de cana-de-açúcar utilizando a queima da folhagem antecedendo à colheita.

A partir deste diagnóstico, a CPFL vem desenvolvendo um plano de ação para avaliar os efeitos das ações de recuperação da bacia sobre a qualidade da água do reservatório. O desenvolvimento de um sistema de controle ambiental, apoiado em simulações de cenários, permitirá não só a CPFL mas a todos os atores envolvidos na recuperação ambiental do reservatório atuar preventivamente na solução de problemas que afetam a geração de energia e outros usos da água.

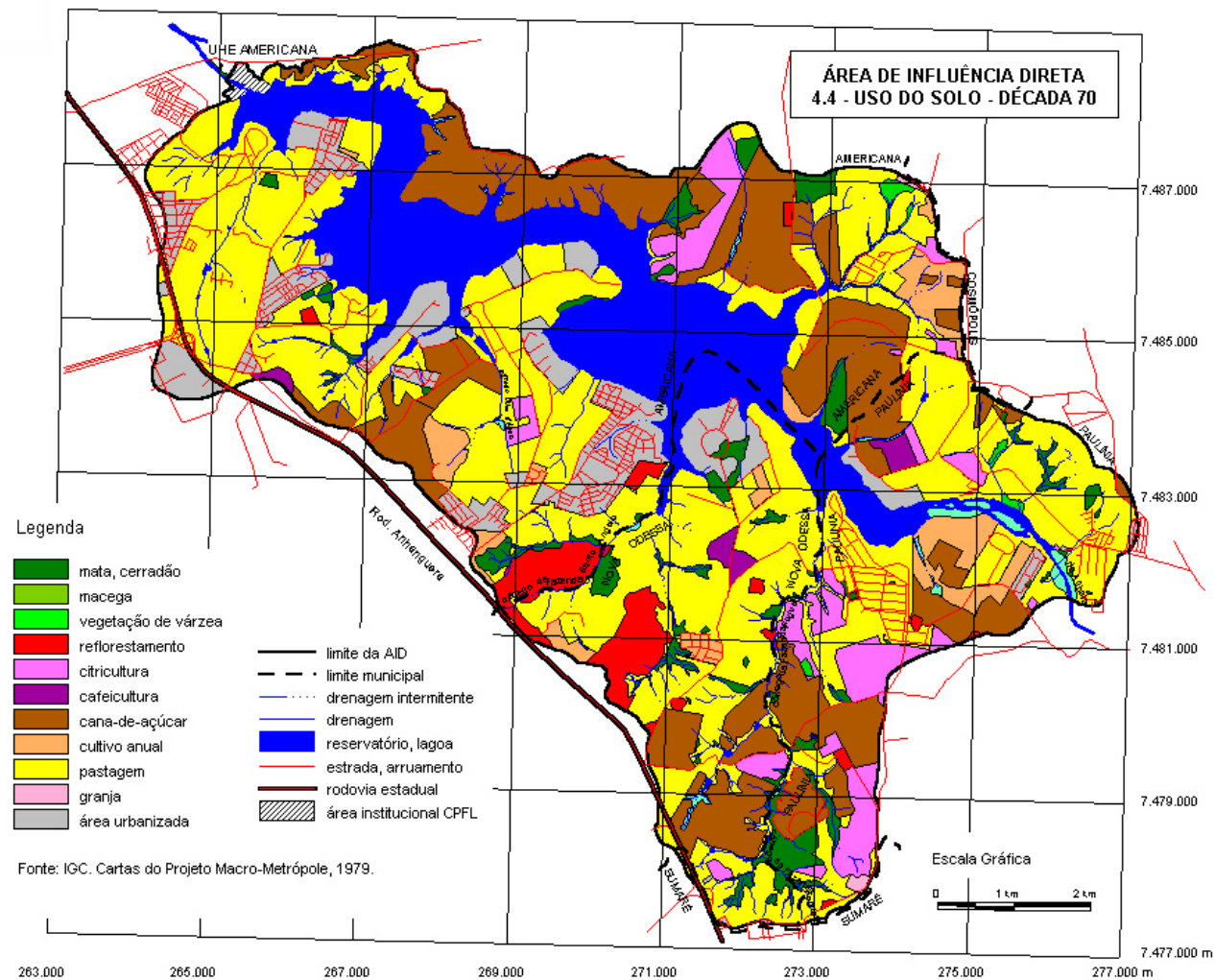


Figura 3. Uso do solo no entorno do reservatório da UHE Americana na década de 1970

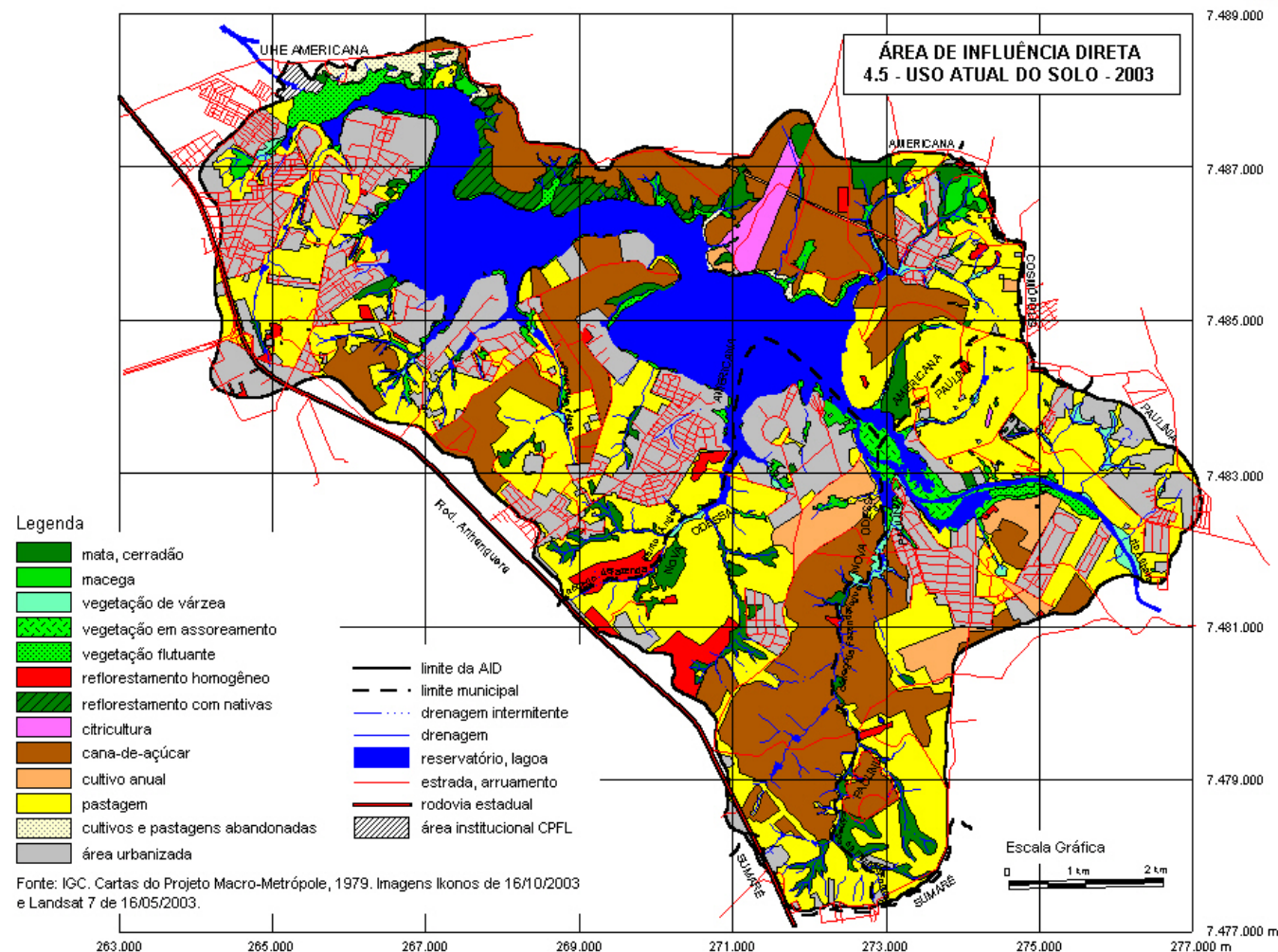


Figura 4. Uso do solo no entorno do reservatório da UHE Americana em 2003.

2.2. Monitoramento e manejo integrado de plantas aquáticas

As plantas aquáticas exercem funções importantes nos ecossistemas aquáticos, representando fonte alimento e abrigo para a vida aquática. Porém, o crescimento excessivo dessas plantas pode dificultar a navegação, a pesca e a recreação, bloquear a tomada de água de turbinas de usinas hidrelétricas e acelerar o processo de assoreamento de reservatórios.

Em virtude da elevada taxa de crescimento das plantas aquáticas e do seu potencial de impactos negativos sobre usos da água, esta vegetação deve ser constantemente monitorada e, em determinadas situações, deve ser alvo de ações de controle. Em busca de soluções para o manejo adequado das plantas aquáticas e melhoria das condições ambientais do reservatório e seu entorno, a CPFL formou parcerias com a Universidade Estadual Paulista e a Universidade de São Paulo.

Os estudos tiveram por objetivo desenvolver técnicas de monitoramento, controle e utilização de plantas aquáticas que, juntamente com as ações de gestão ambiental integrada do reservatório, possam solucionar os problemas a curto, médio e longo prazos, com melhoria contínua dos aspectos ambientais do reservatório.

Os trabalhos levaram ao desenvolvimento de métodos de controle mecânico, químico e físico das plantas aquáticas, além de processos para acelerar a decomposição da biomassa de plantas aquáticas para seu aproveitamento. No caso das plantas colhidas mecanicamente, foram realizados estudos que permitiram sua incorporação ao solo, como forma de aproveitar seus nutrientes como fertilizante para os reflorestamentos ciliares, definidos em projeto de restauração florestal do entorno do reservatório.

Monitoramento de plantas aquáticas

O primeiro passo do estudo foi estabelecer um histórico da infestação de plantas aquáticas no reservatório da UHE Americana utilizando imagens de satélite. As Figuras 5 e 6 apresentam duas etapas da classificação das imagens de satélite Ikonos, realizada com o intuito de identificar e quantificar as áreas ocupadas por plantas aquáticas. O procedimento foi utilizado num conjunto de 12 imagens obtidas entre 1985 e 2004, o que permitiu quantificar a evolução das populações de plantas aquáticas (Quadro 1). Observou-se que a área ocupada pelas plantas aquáticas passou de 18,2 hectares em agosto de 1985 para 265,1 hectares em junho de 2004.

O monitoramento também incluiu levantamentos de campo com o objetivo não apenas de identificar as espécies de plantas aquáticas presentes no reservatório, mas também de acompanhar as tendências nas comunidades ou flutuações populacionais das espécies de plantas, fornecendo informações confiáveis para o estabelecimento de prioridades do manejo de plantas aquáticas.

A identificação das espécies de plantas aquáticas é uma etapa crítica em planos de manejo pois: i) espécies diferentes freqüentemente respondem de forma diferente às técnicas de controle; ii) através da identificação também é possível determinar se alguma planta rara ou de importância fundamental ao ecossistema está presente e, finalmente, iii) é crucial descobrir se qualquer planta exótica ou alóctone está presente.

Os levantamentos permitiram identificar 13 espécies em todo o reservatório, sendo 12 espécies vasculares e uma espécie de alga (*Chlorella* spp)(Quadro 2). Dentre as espécies vasculares, nove eram plantas emersas flutuantes, podendo estas estarem ou não ancoradas no leito do reservatório. São elas: *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., *Brachiaria subquadripata* (Trin.) Hitchc., *Cyperus difformis* L., *Echinochloa polystachia* var. *spectabilis* (H.B.K.) Hitchc., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Panicum rivulare* Trin., *Pistia stratiotes* L., *Salvinia auriculata* Aubl. e

Typha angustifolia L.. Outras três espécies foram encontradas somente em solo firme alagado, a saber: *Aeschynomene sensitiva* Sw., *Hedychium coronarium* Koenig e *Mimosa pigra* L..

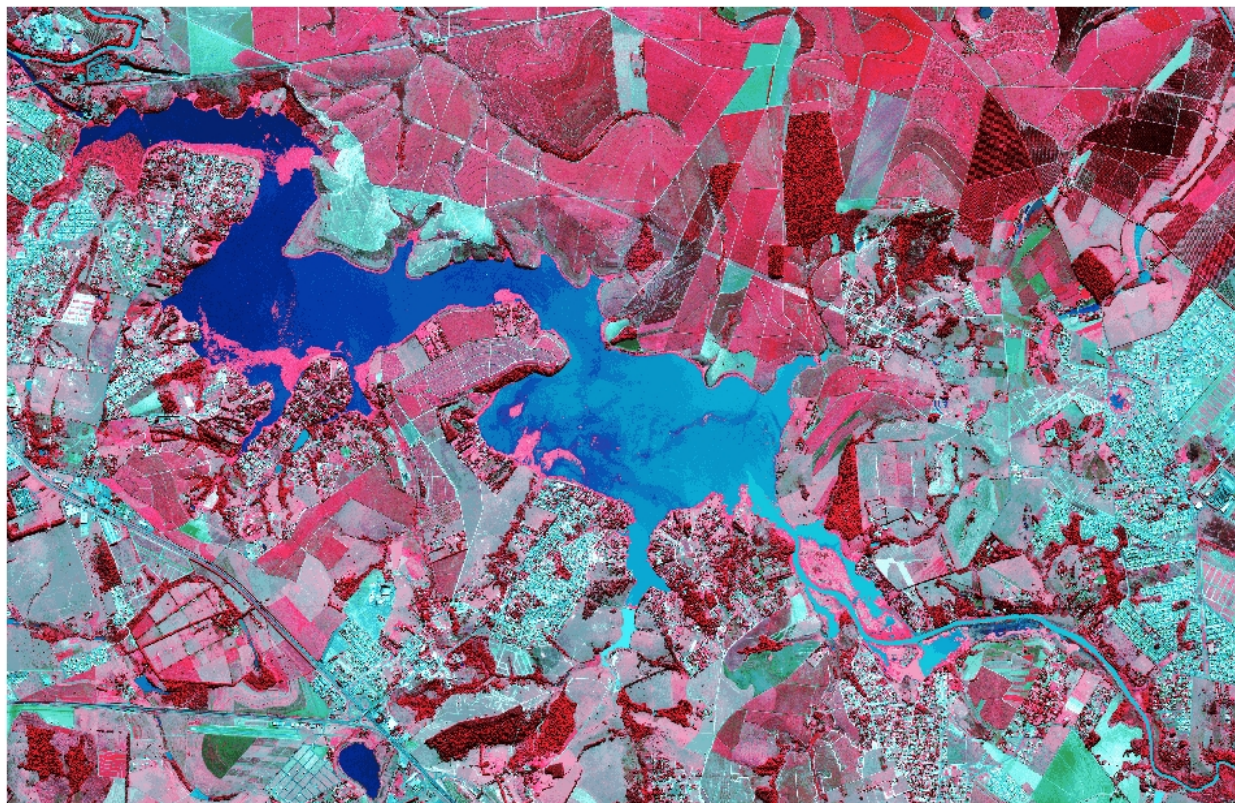


Figura 5. Composição das bandas 1, 2 e 3 da imagem Ikonos de 08/06/2004.

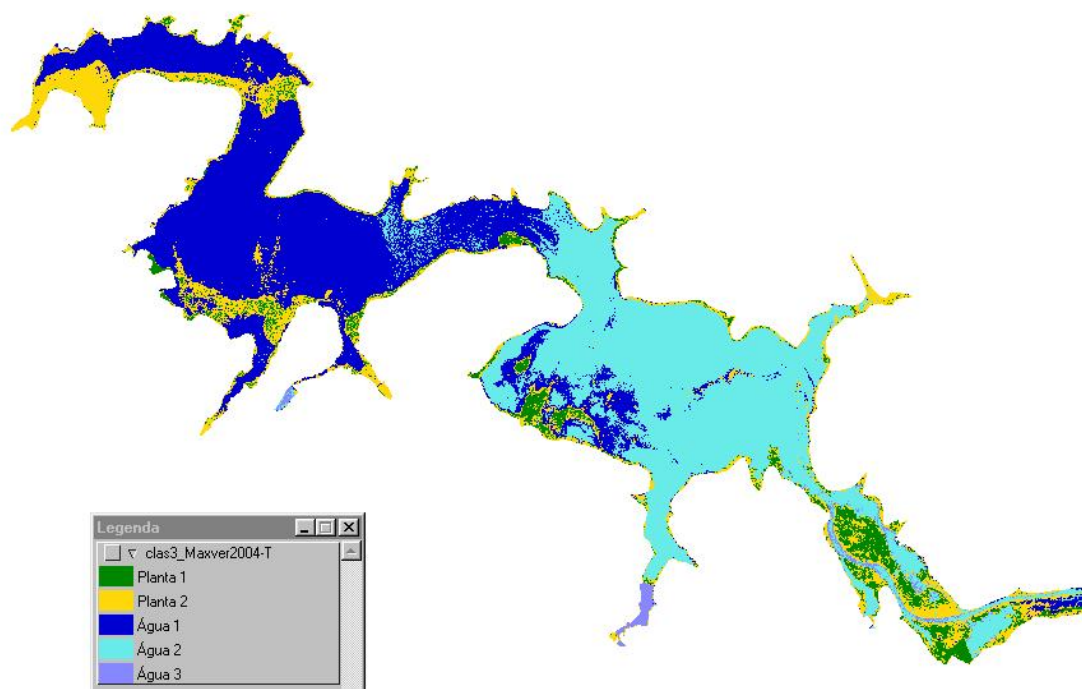


Figura 6. Resultado da classificação da imagem Ikonos de 08/05/2004.

Quadro 1. Informações sobre as áreas totais do reservatório e ocupadas com plantas aquáticas obtidas a partir da classificação das imagens Landsat e Ikonos.

Data	Tipo de imagem	Área do reservatório	Área com plantas aquáticas
10/ago/85	Landsat	1.124,3	18,2
12/nov/90	Landsat	1.148,6	108,7
25/out/95	Landsat	1.217,2	186,8
24/jun/00	Landsat	1.191,1	293,5
23/mar/01	Landsat	1.183,2	274,9
2/nov/01	Landsat	1.124,1	197,1
11/abr/02	Landsat	1.125,5	224,9
21/nov/02	Landsat	1.179,5	220,2
8/jan/03	Landsat	1.163,3	266,0
16/mai/03	Landsat	1.149,5	258,1
16/out/03	Ikonos	1.174,9	179,0
8/jun/04	Ikonos	1.177,1	265,1

Quadro 2. Espécies de plantas aquáticas encontradas no reservatório da UHE Americana.

Espécie	Família	Nome comum
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Fabaceae	Angiquinho
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Amaranthaceae	Erva-de-jacaré
<i>Brachiaria subquadriflora</i>	Poaceae	Tanner-grass
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	Trapoeiraba
<i>Chlorella spp</i>	Div. Chlorophyta	Alga
<i>Cyperus difformis</i>	Cyperaceae	Junquinho
<i>Echinochloa polystachia</i>	Poaceae	Canarana
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pontederiaceae	Aguapé
<i>Hedychium coronarium</i>	Zingiberaceae	Jasmim-do-brejo
<i>Ludwigia elegans</i>	Onagraceae	Cruz-de-malta
<i>Mimosa pigra</i>	Fabaceae	Jiquiri-grande
<i>Panicum rivulare</i>	Poaceae	Capim-pernambuco
<i>Paspalum repens</i>	Poaceae	Canarana
<i>Pistia stratiotes</i>	Araceae	Alface d'água
<i>Salvinia auriculata</i>	Salvinaceae	Salvinia
<i>Salvinia molesta</i>	Salvinaceae	Salvinia-gigante
<i>Typha angustifolia</i>	Typhaceae	Taboa

A macrófita *Brachiaria subquadriflora* é a espécie que mais se destaca no ecossistema, pois além de apresentar frequência relativa alta, também apresentou os maiores índices de infestação média. Juntas, as espécies *Brachiaria subquadriflora* e *Eichhornia crassipes* representam 87% de toda a infestação de macrófitas do reservatório da UHE Americana. Embora as macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata* sejam relativamente frequentes, não apresentam níveis elevados de infestação.

Os levantamentos indicaram a presença de $348,2 \pm 35,5$ toneladas de plantas por hectare (o valor 35,5 t/ha corresponde ao que deve ser acrescido ou subtraído da média para obtenção do intervalo de confiança, determinado com o auxílio do teste “t” ao nível de 5% de probabilidade).

Ao longo do estudo, foram realizados levantamentos de qualidade de água (características físicas, químicas e biológicas) além da caracterização do sedimento e das plantas em termos de composição. O objetivo foi constituir uma base de informações que permitisse, no futuro, a previsão e a avaliação do impacto ambiental do controle de plantas aquáticas.

Controle físico – Avaliação da eficiência do fogo no controle de plantas aquáticas

O controle de plantas daninhas pelo emprego de chama foi comumente utilizado nos Estados Unidos em culturas anuais como algodão e sorgo entre as décadas de 1930 e 1960. A partir desta data, a técnica passou a ser gradativamente abandonada devido à elevação dos preços de combustíveis fósseis e pelo surgimento dos herbicidas seletivos para diversas culturas. Entretanto, o controle térmico de plantas daninhas voltou a ganhar expressiva conotação nas décadas de 80 e 90, principalmente na agricultura orgânica de vários países da Europa em substituição aos agroquímicos.

O controle térmico de plantas exige contato entre a onda de calor e planta a ser controlada. A onda de calor deve ter uma temperatura suficiente para causar a ebulição da pequena quantidade de água existente no interior das células. A pressão gerada pela expansão da água irá causar o rompimento das membranas celulares e a rápida desidratação dos tecidos afetados.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar o efeito da aplicação de chama, em diferentes doses, sobre o controle das plantas aquáticas *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Salvinia molesta* e *Brachiaria subquadrifida*. Nas Figuras 7 e 8 é apresentado o equipamento de grande porte (13 queimadores e 200kg de capacidade) em embarcação da CPFL.

Os resultados indicam que aplicações sucessivas do fogo poder conduzir a elevados níveis de eficácia no controle de *E. crassipes* e *B. subquadrifida*, as espécies predominantes no reservatório da UHE Americana. As aplicações sucessivas são fundamentais para que elevados níveis de controle sejam alcançados. A primeira aplicação reduz a biomassa das plantas e expõe os pontos de crescimento. A segunda efetivamente promove a morte das plantas.



Figura 7. Fixação do suporte dos queimadores na embarcação.



Figura 8. Embarcação navegando no reservatório com o sistema de controle por fogo já instalado.

Controle mecânico

São poucas as opções para o controle de plantas aquáticas no Brasil. O controle mecânico é o método mais utilizado e tem como vantagens a não contaminação da água com compostos químicos de ação herbicida ou toxinas. Pode ser utilizado de modo pontual, limitando-se aos locais de ocorrência das plantas. As plantas são geralmente retiradas do meio aquático, reduzindo os problemas resultantes da decomposição das mesmas. Como desvantagens, destacam-se a inespecificidade, a possibilidade de fragmentação de plantas com propagação vegetativa, o elevado custo e a necessidade de áreas de disposição final, quando as plantas são removidas do corpo hídrico. O elevado custo, em grande parte depende da necessidade de criação e manutenção de áreas de disposição final.

O equipamento desenvolvido pela UNESP e CPFL corresponde ao primeiro construído exclusivamente para sistemas de controle mecânico de plantas aquáticas no Brasil. Nas Figuras 9 a 15 são apresentadas imagens dos componentes do sistema e das etapas da montagem do mesmo.



Figura 9. Preparo do terreno para instalação do sistema de coleta e fragmentação de plantas aquáticas.



Figura 10. Vista geral da esteira metálica para coleta de plantas aquáticas. Início do processo de instalação.



Figura 11. Vista geral da esteira metálica para coleta de plantas aquáticas.



Figura 12. Conjunto de esteiras transportadoras de borracha posicionadas antes e após o picador.



Figura 13. Componentes do picador e motor utilizado para acioná-lo.



Figura 14. Esteira para coleta de plantas aquáticas, esteira transportadora, picador e painel de controle.



Figura 15. Equipamento de coleta e fragmentação de plantas em funcionamento.

Integração de informações e elaboração de plano de manejo integrado de plantas aquáticas

Para o reservatório da UHE Americana, a decisão a ser tomada não é mais de controlar ou não as plantas aquáticas, mas sim qual o método e a combinação de métodos que tornam esta atividade mais eficiente. O controle de plantas deve ter por objetivo a redução de sua população em níveis inferiores ao existente, com o objetivo principal de evitar danos econômicos e/ou ambientais.

Há cerca de uma década, a grande limitação para o manejo das plantas aquáticas no Brasil era a falta de tecnologias eficientes para este fim. No caso do reservatório da UHE Americana, algumas tentativas foram feitas para o controle das plantas aquáticas através da utilização de tecnologias e equipamentos adaptados.

Com o objetivo de estabelecer um modelo que possa ser adotado para o manejo de plantas aquáticas em grandes reservatórios de modo ordenado e com possibilidades de sucesso, foram realizados estudos que permitiram a elaboração do primeiro “Plano de Manejo de Plantas Aquáticas para o Reservatório da UHE Americana”. Este plano prioriza ações em curto prazo e faz considerações para o manejo no médio e longo prazos.

As recomendações, com o objetivo de obter sucesso no manejo das plantas aquáticas no reservatório da UHE Americana, podem ser assim resumidas:

1. Realizar uma primeira intervenção com o objetivo de reduzir a área infestada por plantas aquáticas em níveis que a sua taxa de crescimento seja inferior a capacidade de manejo e controle instalada pela CPFL. Nesta situação particular do reservatório da UHE Americana, a metodologia de controle mais recomendada tecnicamente e na relação / custo benefício é o controle químico com herbicida. A segunda alternativa é o controle mecânico.
2. Prevenção: Compreender o mecanismo de deslocamento de plantas aquáticas das áreas a montante para dentro do reservatório, principalmente em épocas de chuvas e cheias. É recomendável a instalação de uma barreira flutuante no remanso do reservatório da UHE Americana, com o objetivo de impedir ou dificultar a entrada de plantas no reservatório. As plantas interceptadas pela barreira deverão ser controladas no próprio local com uso de controle químico ou mecânico.
3. Erradicação: Controlar a *Brachiaria arrecta*, espécie exótica e dominante, em todas as áreas do reservatório. As alternativas mais viáveis são o controle químico ou mecânico. Deve ser feito o controle de todas as plantas flutuantes e as que estão ancoradas em todas as margens. Devem ser feitas campanhas com a comunidade e os proprietários para a erradicação dessa espécie em suas propriedades e áreas públicas como praias, clubes localizadas nas margens da represa.
4. Estabelecer e manter uma equipe de manutenção permanente com o objetivo de controlar as plantas aquáticas flutuantes perto da barragem através dos equipamentos mecânicos instalados como a utilização da esteira, e em locais mais distantes onde as plantas devem ser controladas com a utilização do controle químico ou mecânico.
5. Continuar o monitoramento da qualidade da água e das plantas aquáticas, com os objetivos de avaliar a evolução da dinâmica populacional e de detectar o estabelecimento de novas espécies.

6. Estimular ações de implementação de matas ciliares. O principal objetivo é reduzir o processo de assoreamento do reservatório, pois os bancos de sedimento são os principais criadouros de plantas aquáticas.
7. Desenvolver e aplicar um modelo de sistema de avaliação para controle ambiental nas bacias contribuintes ao reservatório, permitindo uma atuação objetiva da empresa junto aos órgãos gestores dos recursos hídricos e agentes sociais intervenientes na bacia, antes que os processos de degradação ambiental comprometam totalmente os usos múltiplos, a operação e a geração de energia na central hidrelétrica.

2.3. Projeto de restauração florestal do entorno do reservatório da UHE Americana

O desenvolvimento de metodologias confiáveis de restauração de áreas degradadas e os esforços na contenção da destruição dos remanescentes existentes, podem contribuir muito com uma política efetiva de preservação e recuperação da cobertura florestal no entorno de corpos hídricos.

Além das medidas emergenciais de preservação, deve-se ainda priorizar a restauração de áreas que permitam a implantação de uma rede de corredores florestados, interligando estes remanescentes naturais. O objetivo desse projeto foi restaurar, recuperar e conservar a vegetação remanescente no entorno do reservatório de Americana, com destaque para o restabelecimento de corredores de alta diversidade e a adequação do entorno desse reservatório à legislação ambiental vigente.

A primeira atividade realizada foi o zoneamento ambiental das áreas naturais e antrópicas do entorno do reservatório para caracterização das diferentes situações ambientais existentes nas margens do reservatório, considerando o tipo vegetacional, tamanho, grau de isolamento, características de degradação e do entorno e potencial ou expressão da regeneração natural.

Os dados obtidos neste zoneamento foram usados para elaboração de mapas contendo as situações ambientais identificadas da área, permitindo assim, a definição de ações diferenciadas de recuperação, manejo e conservação para cada uma das situações. Dessa forma, foram respeitadas as particularidades de cada situação, principalmente o seu potencial de regeneração natural, em função do histórico de degradação da ocupação atual e das características do entorno.

Foram definidas três situações de Áreas de Preservação Permanente (APP) no entorno do reservatório de Americana, que também foram quantificadas obtendo os seguintes resultados:

Área de Preservação Permanente (APP)	Área (ha)
Reservatório	187,938
Nascentes	62,713
Passível de restauração (APP Reservatório + APP Nascentes)	250,651
Ocupação urbana (loteamentos)	267,497
TOTAL	518,148

Baseado no zoneamento ambiental do entorno do reservatório e na caracterização da regeneração natural de algumas áreas em processo natural de auto-recuperação, foi elaborado um plano de restauração das áreas degradadas e de recuperação e conservação das formações florestais remanescentes. As ações recomendadas visaram recuperar a vegetação natural ao menor custo possível através da manipulação do potencial auto regenerativo dessas áreas, além da restauração da diversidade vegetal e da interligação dos fragmentos através de corredores ecológicos florestados.

Dependendo das características da situação ambiental encontrada foram definidos quatro sistemas de restauração:

A. *Implantação total* - esse sistema é normalmente usado em áreas cuja formação florestal original foi substituída por alguma atividade agropastoril altamente tecnificada, ou seja, áreas com baixo potencial de auto recuperação. Nesse sistema todas as espécies florestais são introduzidas, na sequência cronológica de: espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e/ou clímaxes. São nas áreas usadas para esse tipo de recuperação que foram depositadas as plantas aquáticas colhidas.

B. *Adensamento* – O adensamento é usado em situações onde é constatada a ocorrência de espécies nativas arbustivo-arbóreas com baixa densidade na área. Essa ocorrência pode ser na forma de indivíduos remanescentes, ou na forma de banco de sementes, que são aproveitados na recuperação. No caso de remanescentes, deve-se preencher os vazios através do plantio de espécies iniciais denominando-se esta prática de adensamento. Outra situação é quando estas espécies estão presentes na área, na condição de banco de sementes. Nessa situação o banco de sementes é induzido e conduzido e os vazios são preenchidos com o plantio de espécies iniciais também recebendo o nome de adensamento.

C. *Enriquecimento* – é o método usado nas áreas com estágio intermediário de degradação, nas situações onde a área a ser recuperada já se encontra ocupada com espécies iniciais da sucessão. Essa presença de espécies iniciais pode ser resultado de plantio de indivíduos, germinação do banco de sementes, ou até mesmo a existência de indivíduos remanescentes na área. Independente do modo como ocorreu esta ocupação, geralmente há baixa diversidade de espécies, necessitando-se assim de um enriquecimento com espécies mais finais da sucessão, plantadas em alta diversidade, com o intuito de garantir a restauração dos processos ecológicos.

D. *Condução da Regeneração Natural* - usada nas áreas com menor nível de perturbação, onde os processos ecológicos ainda estão atuantes e capazes de manter a condição de auto perpetuação da área, caso os fatores de degradação sejam identificados e interrompidos. Essa é a situação de mais fácil restauração, já que consiste apenas no isolamento da área dos fatores de perturbação, e de ações posteriores e sequenciais de manejo que potencializam a auto recuperação dessas áreas, como controle de competidores, condução da regeneração natural, adensamento de alguns trechos mais degradados, enriquecimento da área para incremento da diversidade, etc.

A adoção de um ou outro sistema dependeu das características de cada situação encontrada no campo no que se refere à cobertura vegetal da área (atual e pretérita) a ser recuperada, o histórico de uso, a existência ou não de propágulos (banco de sementes, chuva de sementes, propagação vegetativa) de espécies lenhosas na área a ser recuperada e a proximidade dessas áreas de fragmentos florestais remanescentes, que podem atuar como possíveis fornecedores de propágulos.

Utilização de plantas aquáticas como adubo orgânico na recuperação das áreas degradadas

Um dos maiores problemas enfrentados pela CPFL no manejo de plantas aquáticas é o grande volume de material orgânico coletado e que deve ser adequadamente disposto de forma a não provocar impactos negativos ao ambiente.

Em função disso, fez-se uma análise das situações do ambiente onde esse material pudesse ser depositado de forma a não se tornar um elemento poluente na paisagem e também não impedir a regeneração natural. Foi considerada ainda a possibilidade desse material servir como adubação orgânica na atividade de recuperação.

Os locais definidos como possíveis depósitos desse material foram exatamente as situações ambientais do entorno do reservatório que deveriam ser recuperadas com vegetação nativa, mas que não apresentaram nenhum ou baixo potencial de auto recuperação, já que o depósito desse material representaria o impedimento da regeneração natural a partir do banco de sementes.

A deposição deste material foi realizada de tal forma que permitisse a sua incorporação no solo e as demais práticas de recuperação da área realizadas posteriormente. A Figura 16 apresenta um exemplo dessa prática realizada num trecho liberado preliminarmente pelo Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais para deposição das plantas aquáticas, como forma de restauração da área.

Dentro dessa proposta, algumas situações com alta degradação, sem ou com baixo potencial de auto regeneração, foram usados para deposição e incorporação no solo, das plantas aquáticas retiradas do reservatório. A matéria orgânica formada por essas plantas foi usada como adubo dos indivíduos plantados no processo de restauração florestal da área. Pretendeu-se com isso, aliar as estratégias de manutenção do reservatório com a recuperação com as áreas de preservação permanente degradadas e a recuperação e conservação dos remanescentes naturais.



Figura 16. Área liberada para depósito das plantas aquáticas do reservatório de geração de energia da CPFL e o resultado da implantação da revegetação.

2.4. Educação Ambiental no reservatório da UHE Americana

A Associação Barco Escola da Natureza nasceu da iniciativa do ambientalista João Carlos Pinto de promover a educação ambiental e colaborar na conservação do meio ambiente, em especial do reservatório da UHE Americana.

Desde sua fundação, maio de 2000, o Barco Escola da Natureza atendeu mais de 27 mil crianças e atuou como um verdadeiro fiscal do meio ambiente, denunciando práticas ilegais, auxiliando nos vários trabalhos de limpeza e despoluição da represa e na conscientização da comunidade quanto à necessidade de conservação do meio ambiente.

O projeto “Navegando nas Águas do Conhecimento” consiste no desenvolvimento de ações que visam a Educação Ambiental, através do estudo do meio, com crianças das escolas públicas e particulares do município de Americana e região. As atividades são desenvolvidas no espaço físico da Associação Barco Escola da Natureza, que conta com duas embarcações: uma navegante, que percorre as águas da Represa de Salto Grande, comporta 48 passageiros; uma ancorada: onde são realizadas palestras e atividades práticas com a temática ambiental, comporta 120 passageiros (Figuras 17 e 18).



Figuras 17 e 18. Embarcações utilizadas no projeto “Navegando nas Águas do Conhecimento”.

Seguindo um material pedagógico especialmente elaborado, o projeto tem como objetivo levar as crianças a questionar *in loco* as conseqüências do descaso com o meio ambiente (mau gerenciamento dos recursos hídricos, devastação da mata ciliar, poluição atmosférica, poluição hídrica etc).

Os monitores do projeto fazem com que as crianças proponham possíveis soluções e discutam as problemáticas sócio-ambientais (a partir da realidade da Represa), que não são alheias às problemáticas encontradas no seio da comunidade. Já os educadores discutirão em sala de aula, depois da visita ao Barco Escola, alguns subsídios que irão auxiliá-los na continuidade das ações junto ao meio ambiente.

2.5. Controle ambiental da bacia contribuinte da UHE Americana

A degradação ambiental de bacias hidrográficas, provocada pela ocupação desordenada do território, compromete os usos da água e interfere diretamente na operação das UHE's. Esta interferência é potencializada, principalmente, nas usinas de pequeno e médio porte, uma vez que pode inviabilizar sua geração e diminuir sua flexibilidade operativa, afetando diretamente a qualidade do fornecimento de energia ao consumidor, quer seja por impossibilitar a geração de ponta, para suporte à demanda de pico, quer por obrigar a importação de energias mais distantes dos centros de carga. O fenômeno tem-se dado, sobremaneira, pela proliferação de plantas aquáticas e pelo assoreamento dos reservatórios. Isto vem ocorrendo em vários empreendimentos da CPFL e exige ações por parte da empresa as quais são paliativas, pois não atingem as causas da degradação, cuja solução extrapola os limites de ação isolada da concessionária. O desenvolvimento de um sistema de controle ambiental possibilitará a compreensão das relações de causa e efeito da degradação dos reservatórios e permitirá à CPFL atuar, de forma sistêmica e preventiva, alicerçando suas ações em metodologia que potencializará seus investimentos.

O projeto permitirá desenvolver e aplicar um modelo de sistema de avaliação para controle ambiental em bacias contribuintes a reservatórios, permitindo uma atuação objetiva da empresa junto aos órgãos gestores dos recursos hídricos e agentes sociais intervenientes na bacia, antes que os processos de degradação ambiental comprometam os usos múltiplos do reservatório, a operação e geração de energia nas pequenas e médias centrais hidrelétricas. Com isso, a CPFL poderá continuar a desfrutar dos benefícios da geração próxima aos centros de carga na qualidade da distribuição de energia, assim como, terá otimizada a aplicação dos recursos da empresa e de outros agentes nas ações de restauração ambiental do reservatório. A atitude pró-ativa frente aos impactos ambientais, consolidará a imagem da CPFL como empresa integrada à comunidade e ambiental e socialmente responsável e permitirá:

- a)** Construir uma metodologia apoiada num Sistema de Informação Geográfica-SIG para o controle ambiental de bacias hidrográficas contribuintes a reservatórios de pequenas e médias centrais hidrelétricas, que atendem centros de cargas regionalizados ;
- b)** Construir uma metodologia para a articulação interinstitucional da CPFL com os agentes intervenientes nas bacias hidrográficas contribuintes a seus empreendimentos de pequeno e médio porte;
- c)** Realizar o diagnóstico sócio ambiental da bacia do rio Atibaia identificando as atividades que comprometem a qualidade e quantidade de água para a geração e que contribuem para o assoreamento da UHE Americana;
- d)** Identificar os agentes parceiros e as ações de recuperação ambiental a serem implantadas em micro bacia piloto da área contribuinte à UHE Americana, realizando análise de custo de investimentos;
- e)** Avaliar os reflexos das ações implementadas sobre a melhoria da qualidade da água e/ou redução da carga de sedimentos na micro bacia piloto e elaborar cenários futuros desses efeitos para o reservatório da UHE Americana.

O projeto será desenvolvido em 3 etapas:

1) Diagnóstico da bacia contribuinte à UHE Americana, desenvolvimento do SIG e seleção da micro-bacia piloto envolvendo as seguintes atividades:

- a)** através da utilização do software Spring, de imagens de satélite LandSat e expedições de campo, serão levantados dados primários dos meios físicos, químicos e bióticos e das atividades antrópicas para a geração dos mapas temáticos que serão utilizados na sobreposição dos layers para identificação dos fatores críticos de degradação;
- b)** mapeamento dos atores envolvidos com a gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Atibaia, que será realizado por meio de observação direta e de entrevistas abertas com informantes chave;
- c)** identificação dos critérios socioambientais para a seleção da microbacia piloto, a ser realizada a partir do diagnóstico ambiental prévio, do mapeamento dos atores sociais e sua disponibilidade em formar parcerias bem como, das ações mitigadoras em andamento pelo poder público e pela iniciativa privada;
- d)** sistematização dos dispositivos legais que disciplinam a ocupação e a utilização dos recursos naturais na bacia do rio Atibaia, e dos instrumentos jurídicos disponíveis para coibir ações de degradação e de não-conformidade ambiental.

2) Implementação do projeto piloto e do Conselho Gestor envolvendo as seguintes atividades:

- a)** construção do Conselho Gestor da microbacia através da mobilização social dos agentes intervenientes na microbacia;

b) implementação das ações integrantes do projeto piloto de recuperação da microbacia que será realizada em parceria com os agentes governamentais e iniciativa privada.

3) Avaliação da eficácia do sistema implantado envolvendo as seguintes atividades:

- a) monitoramento dos parâmetros ambientais (fisiográficos, físico-químicos e biológicos) da microbacia selecionada para verificação da eficácia das ações de recuperação ambiental;
- b) avaliação da relação custo-benefício para verificação da eficácia das ações implementadas;
- c) acompanhamento do Conselho Gestor através da observação direta nas reuniões mensais, identificando possíveis concentrações de poder, auxiliando na mediação de conflitos e verificando o cumprimento das metas fixadas.

O projeto será desenvolvido a partir de uma parceria entre a Companhia Paulista de Força e Luz, a COOESA - Cooperativa de Trabalho de Enheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados, UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas – Departamento de Antropologia e Ministério da Agricultura e do Abastecimento, através da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – Unidade Meio Ambiente.

Os recursos para implantação do projeto serão provenientes do Fundo de Pesquisa e Desenvolvimento mantido pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, formado por contribuição de todas as empresas do setor elétrico, exceto aquelas que geram energia exclusivamente a partir de pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares.

As concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar, anualmente, no mínimo 0,75% (setenta e cinco centésimos por cento) da Receita Operacional Líquida - ROL em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, 0,25% (vinte e cinco centésimos por cento) em programas de eficiência energética.

As concessionárias e autorizadas do serviço público de geração, os produtores independentes e as concessionárias de transmissão ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 1% (um por cento) da ROL em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico.

Estando devidamente aprovado pela ANEEL em 2005, tem sua previsão de início a partir de junho de 2006.

Conclusões

Nos últimos anos, diversas ações vêm sendo empreendidas na bacia do rio Atibaia com o objetivo de recuperá-la, destacando-se os esforços para tratar os efluentes industriais e domésticos e o planejamento do uso e ocupação do solo. A CPFL também tem feito sua parte, com a revegetação da faixa ciliar de parte do reservatório, com o plantio de 100 mil mudas de espécies nativas e com o manejo de plantas aquáticas. A empresa é também parceira em projetos de educação ambiental desenvolvidos no reservatório pela Associação Barco Escola da Natureza.

Os trabalhos em desenvolvimento pela CPFL podem ser avaliados com relação aos indicadores de sustentabilidade:

Sustentabilidade financeira: O projeto não busca a geração de recursos que garantam sua emancipação. A gestão ambiental integrada do reservatório de Americana tem por objetivo primordial integrar as ações desenvolvidas, não apenas pela CPFL, mas por todos os órgãos gestores e agentes sociais, servindo como um elemento que contribua para a instauração e

consolidação de novos hábitos e valores, de forma que cada parte assuma suas responsabilidades, levando em consideração o conjunto das ações em curso na bacia.

Sustentabilidade ambiental: O projeto teve seu início objetivando solucionar um problema específico: conter a proliferação de plantas aquáticas. Porém, logo tornou-se clara a necessidade de se ampliar a extensão dos trabalhos e também de envolver outras instituições e parceiros para que os resultados desejados fossem duradouros e sustentáveis. Neste sentido, as novas etapas de trabalho, notadamente o desenvolvimento de metodologias para a articulação interinstitucional poderão fomentar políticas regionais de preservação ambiental.

Sustentabilidade Social: As ações de controle e utilização das plantas aquáticas têm permitido reduzir os ambientes propícios à proliferação de vetores de doenças. Juntamente com as plantas aquáticas, parte do lixo flutuante é também removida. Os trabalhos de contenção e controle das plantas aquáticas permitiram que a pesca e a navegação pudessem voltar a ser praticados em vários trechos do reservatório.

Capacidade de transformação: A proliferação de plantas aquáticas e as ações de manejo são assuntos que integram o programa de educação ambiental promovido pela Associação Barco Escola da Natureza, apoiado pela CPFL. A partir de um passeio de barco pelo reservatório, no qual as consequências da degradação ambiental são apresentadas “in loco”, os participantes do programa (crianças, em sua maioria) são conscientizados da necessidade da conservação ambiental.

Capacidade de expansão: Como a eutrofização artificial provocada pelo lançamento de efluentes domésticos e também pelo carreamento de solos, e a proliferação de plantas aquáticas não são problemas restritos ao reservatório de Americana, a metodologia e ações (como o desenvolvimento de métodos de controle) podem ser aplicadas a outros reservatórios do Brasil.

Apesar da implementação destas medidas de recuperação ambiental, o grau de degradação do reservatório da UHE Americana continua elevado, pois os efeitos positivos dessas ações só ocorrerão a médio e longo prazo.

A solução definitiva para os problemas ambientais existentes no reservatório de Americana passa por medidas que extrapolam a atuação da empresa, como a redução da carga de nutrientes na água e o ordenamento do uso do solo do entorno do reservatório. Tais objetivos devem ser o foco de ações interinstitucionais, envolvendo governos municipais, empresas, órgãos de meio ambiente e comunidade.

Os trabalhos desenvolvidos pela CPFL demonstram a necessidade de integração entre diversos segmentos da sociedade para o desenvolvimento econômico sustentável e para a conservação ambiental. Ações desenvolvidas isoladamente são menos eficazes que ações integradas. Neste sentido, a implantação de um sistema de gestão e controle ambiental que possibilita a compreensão das relações de causa e efeito da degradação dos reservatórios permite uma atuação preventiva e objetiva da empresa junto aos órgãos gestores dos recursos hídricos e agentes sociais, antes que os processos de degradação ambiental comprometam a operação e geração de energia.

Equipe técnica:

Diagnóstico Ambiental da Bacia Contribuinte à Usina Hidrelétrica Americana

NOME	INSTITUIÇÃO
Arq. Maria Lúcia Alonso Farrenberg (Coordenadora)	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Eng. Agr. Fernando Bidegain Neto	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Eng. Agr. Milton da Conceição Lopes dos Santos	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Eng. Agr. Bernadette Faria	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.

Monitoramento e manejo integrado de plantas aquáticas

NOME	INSTITUIÇÃO
Dr. Edivaldo Domingues Velini (Coordenador)	UNESP – Campus de Botucatu
Eng. Augusto Antonio Bronhara	AquaPlant
Dr. Dagoberto Martins	UNESP – Campus de Botucatu
Dr. Robinson Antonio Pitelli	UNESP - Campus de Jaboticabal
Dr. Robinson L. Campos Machado Pitelli	UNESP - Campus de Jaboticabal
Eng Naval Ms Luiz Fernando N. Bravin	UNESP – Campus de Botucatu
Eng Agr. Ms Eduardo Negrisoni	UNESP – Campus de Botucatu
Eng Agr. Ms Marcelo Rocha Correa	UNESP – Campus de Botucatu
Dra Maria Lúcia Bueno Trindade	UNESP – Campus de Botucatu
Eng. Agr. Paulo Melilo Magalhães	AquaPlant
Dr. Ulisses Rocha Antuniassi	UNESP – Campus de Botucatu
Eng. Cart. Narjara Carvalho da Cruz	UNESP – Campus de Presidente Prudente
Dr. Anderson Luiz Cavenaghi	UNESP – Campus de Botucatu
Eng Agr. Ms Eduardo Negrisoni	UNESP – Campus de Botucatu
Eng Agr. Ms Sidnei Roberto de Marchi	UNESP – Campus de Botucatu
Eng. Civil Clóvis Bednar Reigota	CPFL Geração de Energia S/A

Projeto de restauração florestal do entorno do reservatório da UHE Americana

NOME	INSTITUIÇÃO
Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues (Coordenador)	ESALQ/USP
Dr. Sergius Gandolfi	ESALQ/USP
Eng. Agr. André Gustavo Nave	ESALQ/USP
Eng. Ftal. Marta Muniz	ESALQ/USP
Ana Luisa C. Marrichi (graduanda)	ESALQ/USP
Adriano Jorge Martins Correa	CPFL Geração de Energia S/A

Educação Ambiental no reservatório da UHE Americana

NOME	INSTITUIÇÃO
João Carlos Pinto (Presidente)	Associação Barco Escola da Natureza
José Roberto Basso	Associação Barco Escola da Natureza
Aline Salim	Associação Barco Escola da Natureza
Biól. Sara Martins Feliciano (Bióloga)	Associação Barco Escola da Natureza

Controle ambiental da bacia contribuinte da UHE Americana

NOME	INSTITUIÇÃO
Arq. Maria Lúcia Alonso Farrenberg (Coordenadora)	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Eng. Agr. Fernando Bidegain Neto	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Eng. Agr. Milton da Conceição Lopes dos Santos	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Eng. Agr. Bernadette Faria	Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados.
Dr. Carlos Frederico Lúcio	UNICAMP
Dr. Cláudio Buschinelli	Embrapa Meio Ambiente
Dr. Guilherme Ruben	UNICAMP
MSc. Luciano D'ascenzi	UNICAMP
MSc. Luis Carlos Hermes	Embrapa Meio Ambiente
MSc. Mariana Pinheiro Silveira	Embrapa Meio Ambiente
Dr. Marta Camargo de Assis	Embrapa Meio Ambiente
MSc. Pedro Jaime Júnior	UNICAMP

Bibliografia

- ANTUNIASSI, U.R., VELINI, E.D. e MARTINS, D. Remoção mecânica de plantas aquáticas: Análise econômica e operacional. Planta Daninha, v. 20, p. 35-43, 2002.
- BETIOL, LAÉRCIO. Itaipu, modelo avançado de cooperação internacional na Bacia do Prata. Rio de Janeiro, Ed. FGV, 1983. Caracterización Física Social y Económica del Area de Influencia de Yacyretá. Ministerio de Economía. Dirección de Planeamiento, 1981.
- BITAR A.L. (1998). Fluxo do nitrogênio e seu uso por duas macrófitas (*Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*) no reservatório de Salto Grande (Americana - SP). São Carlos, 96p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CARVALHO, M.A.J. (1979). A represa de Americana, São Paulo: aspectos físico-químicos e a variação das populações de *Copepoda cyclopoida* de vida livre. São Paulo. 80p. Tese (Doutorado) – Instituto Biológico, Universidade de São Paulo.
- CBH-PCJ - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí / CETEC - Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 5 - CETESB - Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Lins, SP, 1999.
- CETESB – Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2002-2003.
- COELHO, M.P. (1993). Análise do processo de assoreamento do reservatório de Americana -SP. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- DEBERDT, G.L.B. (1997). Produção primária e caracterização da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana - SP) em duas épocas do ano. São Carlos, 105p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- DORNFELD, C.B. (2002). Utilização de análises limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana - SP). São Carlos, 196p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ESPÍNDOLA, E.L.G., PASCHOAL, C.M.R.B., TONISSI, F.B. e MAGALHÃES, R. (1998). Avaliação ecotoxicológica do sedimento como instrumento de controle de qualidade da água do reservatório de Salto Grande, Americana - SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS. Águas de Lindóia...v.4, p. 99-111.
- FALCO, P.B. (2001). Distribuição espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica e das variáveis ecológicas no reservatório de Salto Grande (Americana - SP), em duas épocas do ano.

- São Carlos. 107p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FARIA, O.B. (2002). Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana - SP). São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FARIA, O.B. e ESPÍNDOLA, E.L.G. (2001). Macrófitas aquáticas: cálculo de biomassa, nutrientes e metais em três espécies presentes na represa de Salto Grande (Americana, SP), visando sua utilização em materiais de construção. In: SIMPÓSIO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL, 7, 2001, São Carlos. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos...São Carlos: CRHEA-EESC-USP. p. 25-26.
- FERREIRA, C.L.M. (2000). Estudo de uma área alagada do rio Atibaia, visando a elaboração de proposta de manejo para melhoria da qualidade da água no reservatório de Salto Grande (Americana - SP). São Carlos, 147p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GALO, M.L.B.T., VELINI, E.D., TRINDADE, M.L.B., SANTOS, S.C.A. Uso do sensoriamento remoto orbital no monitoramento da dispersão de macrófitas nos reservatórios do complexo Tietê. *Planta Daninha*, v.20, p. 7-20, 2002.
- GUIMARÃES, M; BATISTELLA, M.; CISCUOLDO, C.; ASSIS, M. C. DE; PANCIERA, F.; VALLADARES, G. S. & MANGABEIRA, J. A. DE C. Sistema de Informação Geográfica da área de drenagem do rio Atibaia: Relatório técnico.Campinas. Embrapa Monitoramento por Satélite. 2003. 31p.
- HARZA NEWS. "Yacyretá Project". In: Harza News, winter, 1980.
- JAIME, PEDRO E SCHMIDT, HANS CHRISTIAN. Ações para o desenvolvimento institucional e sustentável do município de Una. Relatório de Sondagem apresentado ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional e Sustentável. Brasília, Instituto Internacional de Educação do Brasil / Embaixada do Reino dos Países Baixos, 2001b.
- LEITE, M.A. (1998). Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório de Salto Grande (Americana - SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema. São Carlos, 170p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LEITE, M.A. (2002). Análise do aporte, da taxa de sedimentação e da concentração de metais na água, plâncton e sedimentos do reservatório de Salto Grande, Americana - SP. São Carlos. 215p. Tese(Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MINOTI, R.T. (1999). Variação anual da produção primária e estrutura da comunidade fitoplancônica no reservatório de Salto Grande (Americana - SP). São Carlos, 142p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MORAES, A.R. (1998). Estimativa do estoque de elementos químicos em macrófitas aquáticas no reservatório de Salto Grande (Americana - SP). São Carlos, 90p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- NEVES, M. C.; GOMES, M. A. & SPADOTTO, C. A. SIG na avaliação do impacto ambiental por agroquímicos. In: Assad, E. D. & Sanom, E. E. (eds.): Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura. Brasília, Embrapa, 1998.
- RIOS, L. (1999). Distribuição espaço-temporal e balanço da massa de fósforo na represa de Salto Grande - Americana (SP). São Carlos. 159p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. *Matas Ciliares: Conservação e recuperação*. Coord. Ricardo R. Rodrigues & Hermógenes de F. Leitão-Filho. Edusp. 2000.
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: Princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. *Ver.. Bras. Hort. Orn.*, Campinas, v.2, n1, p4-15, 1996.

- RODRIGUES, R.R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. Circular Técnica IPEF, n. 189, 1999.
- RUBEN, GUILHERMO ET ALLI (ORG.). Estrutura social de municípios situados no polígono das secas do nordeste brasileiro. Recife, UFPE / UFPB, 1989.
- RUBEN, GUILHERMO ET ALLI (ORG.). Marabá: um estudo etnográfico dos impactos sócio-econômicos produzidos pelo complexo Carajás-Tucuruí. Rio de Janeiro, IPARJ, 1987b.
- RUBEN, GUILHERMO ET ALLI (ORG.). O impacto sócio-econômico da construção do complexo Carajás-Tucuruí-São Luís. Rio de Janeiro, Cia. Vale do Rio Doce / IPARJ / Eletrobás, 1987a.
- SANTOS, SILVIO DOS. "Metodologia para o estudo de desenvolvimento e suas implicações políticas: o caso das hidroelétricas". In: RUBEN, Guillermo et alli (org.). Desenvolvimento e direitos humanos: a responsabilidade do antropólogo. Campinas, Ed. da UNICAMP, 1992.
- SIGAUD, LYGIA. "Efeitos sociais de grandes projetos hidroelétricos. As barragens de Sobradinho e Machadinho". In: Comunicação n. 9. Rio de Janeiro, PPGAS / Museu Nacional, 1986.
- SILVA, A. S. ; BUSSCHINELLI, C. C. A.; RODRIGUES, I. A & MACHADO, R. E. Índice de Sustentabilidade Ambiental do Uso da Água (ISA- Água): Municípios da região do entorno do rio Poxim, SE. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (documentos), 2004.
- SILVA, C. M. M. S. & FAY, E.F. Índice de uso sustentável da água (ISA-água): região do sub-médio do rio São Francisco. (no prelo).
- TONISSI, F.B. (1999). Avaliação ecotoxicológica do reservatório de Salto Grande, Americana (SP), como subsídio para a análise da qualidade ambiental do sistema. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- VELINI, E. D. Controle mecânico de plantas aquáticas no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, IBAMA, Brasília-DF, 3 e 4 de julho. Anais, p.32-35. VELINI, E.D.. Controle de plantas daninhas aquáticas. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz de Iguaçu. Anais... Foz de Iguaçu: SBCPD, 2000. p.137-147.
- VELINI, E. D., GALO, M. L. B. T., CARVALHO, F. T., MARTINS, D., TRINDADE, M. L. B., SANTOS, S. C., SIMIONATO, J. L. A., CAVENAGHI, A. L. Monitoramento dos problemas com plantas aquáticas em dez reservatórios do Rios TIETÊ, GRANDE, PARDO E, MOGI GUAÇU. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENERGIA ELÉTRICA, 1, 2001. Brasília-DF. CD-ROM...Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001.
- VELINI, E.D. Controle mecânico de plantas aquáticas no Brasil. In: Workshop, Controle de Plantas Aquáticas, IBAMA. Brasília, 3 a 4 de junho, p. 32-35, 1998.
- ZANATA, L.H. (1999). Heterogeneidade ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana - SP), com ênfase na distribuição das populações de *Cladocera*. São Carlos. 218p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ZANATA, L.H. e ESPÍNDOLA, E.L.G. (2002). Longitudinal process in Salto Grande Reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. In: Brazilian Journal of Biology. V.62(2). P.347-361.