



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS

ELIANIA PEREIRA PINHEIRO

O PROCESSO DE COLONIZAÇÃO POR MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM
RESERVATÓRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TOCANTINS.

PALMAS/TO
2014

ELIANIA PEREIRA PINHEIRO

O PROCESSO DE COLONIZAÇÃO POR MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM
RESERVATÓRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TOCANTINS.

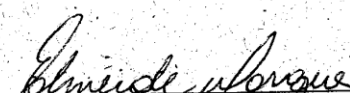
Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Ciências do Ambiente,
no Curso de Pós- graduação em Ciências do Ambiente,
da Universidade Federal do Tocantins.

Orientadora: Elineide Eugênio Marques.

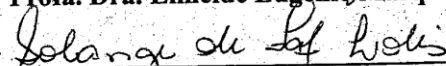
Coorientadora: Solange de F. Lolis.

Aprovada em: 30 de julho de 2014

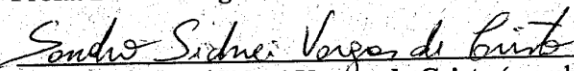
Banca:



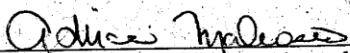
Prof. Dra. Elineide Eugênio Marques (orientadora)



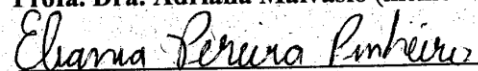
Prof. Dra. Solange De Fátima Lolis (co-orientadora)



Prof. Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo (membro externo)



Prof. Dra. Adriana Malvasio (membro interno)



Eliania Pereira Pinheiro (discente)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Palmas

P654p Pinheiro, Eliania. P
 O processo de colonização por macrófitas aquáticas em reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins / Eliania. P. Pinheiro. – Palmas, 2014. 70f.

Dissertação – Universidade Federal do Tocantins, Curso de Mestrado em Ciências do Ambiente, 2014.

Linha de pesquisa: Biodiversidade

Orientador: Prof.^a Elineide Eugênio Marques.

Coorientadora: Prof.^a Solange de Fátima Lolis.

1. Monitoramentos. 2. Hidrelétricas. 3. Vegetação aquática. I. Título.

CDD 333.914

Bibliotecária: Emanuele Santos
CRB-2 / 1309

Todos os Direitos Reservados – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código penal.

DEDICATÓRIA

Dedico a minha dissertação á minha família em nome do meu querido e eterno avô Francisco Pereira Lima (in memória).

AGRADECIMENTOS

Na vida não conquistamos nada sozinhos. Sempre precisamos de outras pessoas para alcançar os nossos objetivos. Dessa forma, não poderia deixar de demonstrar meu carinho e respeito a todos àqueles que contribuíram direta e indiretamente para esta etapa de minha formação. A todos vocês registro meus sinceros agradecimentos:

Inicialmente gostaria de agradecer a **Deus** por sempre me iluminar, me guiar e me amparar nos momentos alegres e difíceis da minha vida.

À Profa. Dra. Elineide Eugênio Marques, pela orientação, sugestões e oportunidade de realização deste trabalho. Obrigada por enriquecer os meus conhecimentos, com suas argumentações científicas e sugestões. Pela demonstração de confiança, amizade e respeito.

À Profa. Dra. Solange de F. Lolis, pela co-orientação, pela leitura dos manuscritos e sugestões. Pela amizade e por me aturar a mais de cinco anos. MUITO OBRIGADA!

Aos meus familiares, em especial à minha mãe, Santana Ribeiro Pereira, ao meu pai Antônio Alves Pinheiro e meu irmão Antônio P. Pinheiro Filho (Toim), por todo apoio e incentivo durante toda minha vida e também por estarem sempre por perto. Amo vocês! Obrigada!

À CAPES pela bolsa concedida, a mesma me possibilitou dedicação exclusiva ao mestrado em Ciências do Ambiente na Universidade Federal do Tocantins.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins (PGCiamb), na pessoa da coordenadora do programa, Profa. Dra. Adriana Malvásio, pela atenção prestada e pelas facilidades concedidas no uso das suas instalações e pelo incentivo aos alunos do Programa.

Aos professores que contribuíram para minha formação no mestrado em Ciências do Ambiente, são eles: professor Dr^o Heber Grácio, professora Dra Adriana Malvasio, professor Dr^o Lucas, professor Dr^o Fernando, professora Dr^a Elineide Marques, professora Dra Kellen Bessa, professor Dr^o. Lamadrid e professora Dra. Paula Benevides! Obrigada!

A todos os meus colegas do mestrado: Annyelle, Raffael, Fernando, Karine, Jobson, Cleide, Kiara, Daniela, Charles, Monise, Sophia, Jéssica, Antonelli, Sara, Rodrigo, Dayanne, Marcelo e Thâmara, obrigada pelos momentos de aprendizagem!

Um agradecimento especial àqueles que foram mais que colegas de mestrado, tornaram-se amigos, a Anny, ao Raffa e ao Fernando, muito obrigada, foram muitos momentos de descontração compartilhados com vocês, guardarei para sempre.

Ao meu amigo Paulo Sérgio também sócio das excursões, obrigada por segurar as pontas do negócio enquanto eu estava nos bastidores da dissertação. Valeu!

À todas as pessoas que contribuíram para realização deste trabalho e que não me recordei neste milésimo de segundo. Deixo aqui meus sinceros agradecimentos!

EPÍGRAFE

[...] Tu escolhes, recolhes, eleges, atraís, buscas, expulsas, modificas tudo aquilo que te rodeia a existência. Teus pensamentos e vontades são a chave de teus atos e atitudes... São as fontes de atração e repulsão na tua jornada vivência.

(Chico Xavier)

SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>vi</i>
<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>vii</i>
<i>LISTA DE SIGLAS</i>	<i>viii</i>
<i>RESUMO</i>	<i>9</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>10</i>
1. INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS	12
1.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DA BACIA DO TOCANTINS	18
1.2.1 <i>Usina Hidrelétrica de Tucuruí</i>	18
1.2.2 <i>Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa</i>	18
1.2.3 <i>Usina Hidrelétrica de Lajeado</i>	18
1.2.4 <i>Usina Hidrelétrica de Cana Brava</i>	19
1.2.5 <i>Usina Hidrelétrica de Peixe Angical</i>	19
1.2.6 <i>Usina Hidrelétrica de São Salvador</i>	19
1.2.7 <i>Usina Hidrelétrica de Estreito</i>	20
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
2. CAPITULO I. MONITORAMENTO DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA DO RIO TOCANTINS, BRASIL: O QUE APRENDEMOS COM OS ESTUDOS DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS?	25
2.1 INTRODUÇÃO	25
2.2 METODOLOGIA	26
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
2.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42
3. CAPITULO II. ANALISE DO PROCESSO DE COLONIZAÇÃO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA BACIA DO RIO TOCANTINS IDENTIFICADAS NA FASE RIO E FASE RESERVATÓRIO	44
3.1 INTRODUÇÃO	44
3.2 METODOLOGIA	45
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.3.1 <i>FASE RIO</i>	46
3.3.2 <i>FASE RESERVATÓRIO</i>	50
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Formas de vida das macrófitas aquáticas, de acordo com o ambiente em que são encontradas. Fonte: Adaptado de Esteves (1998).....	13
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Caracterização dos empreendimentos hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Tocantins.....	21
TABELA 2. Estudos de macrófitas aquáticas dos empreendimentos da Bacia Hidrográfica do Tocantins.....	29
TABELA 3. Monitoramentos de macrófitas aquáticas realizados pelos empreendimentos.....	35
TABELA 4. Metodologias utilizadas e conclusões dos trabalhos de monitoramentos de macrófitas aquáticas.....	36
TABELA 5. Ocorrência de macrófitas aquáticas na fase rio, anterior a construção de cada empreendimento.....	47
TABELA 6. Espécies levantadas no monitoramento realizado no reservatório da UHE Lajeado.....	52
TABELA 7. Espécies levantadas no monitoramento realizado no reservatório da UHE Cana Brava.....	57
TABELA 8. Espécies levantadas através do plano de manejo de macrófitas aquáticas realizado no reservatório da UHE São Salvador.....	59
TABELA 9. Espécies levantadas no monitoramento realizado no reservatório da UHE Estreito.....	61
TABELA 10. Espécies levantadas no monitoramento realizado no reservatório da UHE Peixe Angical.....	63

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Água
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
BA	Estado da Bahia
BH	Estado de Belo Horizonte
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEM	Companhia Energética Meridional
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
ECCEN	Economia e Energia
EIA	Estudo de Impacto ambiental
GO	Estado de Goiás
GW	Gigawatt
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos naturais Renováveis
IEA	Agência Internacional de Energia
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
KW	Kilowatt
LP	Licença Prévia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
MA	Estado do Maranhão
MG	Estado de Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
Naturatins	Instituto Natureza do Tocantins
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
pH	potencial Hidrogeniônico
RIMA	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
SECTAM	Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Estado do Pará
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
TO	Estado do Tocantins
FAI-UFScar	Universidade Federal de São Carlos
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UHE	Usina Hidrelétrica
UHES	Usinas Hidrelétricas
UNITINS	Universidade Estadual do Tocantins
SIG	Sistema de Informações Geográficas
PA	Estado do Pará
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
SP	Estado de São Paulo
UEM	Universidade Federal de Maringá
PBA	Projeto Básico Ambiental
Lambio	Laboratório de Microbiologia
SR	Sensoriamento Remoto
FAI/UFSCar	Fundação Universidade Federal de São Carlos

RESUMO

Considerando o aumento do número da vegetação aquática em ambientes alterados pela formação de reservatórios, este estudo analisa informações disponíveis na literatura e em documentos de monitoramento de empreendimentos hidrelétrico visando investigar a evolução dos estudos sobre as macrófitas aquáticas e a possibilidade de utilização dos dados disponíveis para previsão do processo de sucessão em novos reservatórios na bacia hidrográfica Rio Tocantins. O trabalho foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, incluindo a pesquisa documental. No caso desse trabalho a pesquisa documental tratou de dados já processados, buscando as informações nos EIA/RIMA, nos monitoramentos de cada empreendimento hidrelétrico, em livros, revistas especializadas, publicações avulsas, sites especializados, imprensa escrita e eletronicamente, disponibilizada na Internet ou em bibliotecas. No primeiro capítulo os estudos indicam que os monitoramentos, principalmente no âmbito da Licença de Operação, não estão sendo executados de forma satisfatória, deixando a desejar em vários aspectos necessários e importantes para um levantamento, análise e comparação dessas informações. No segundo capítulo os resultados mostram que as espécies de macrófitas aquáticas: *Salvinia auriculata*, *Cyperus spp*, *Oxycaryum cubenses* e *Najas microcarpa*, foram às pioneiras nos reservatórios monitorados da Bacia do Rio Tocantins. Mostraram também que os tipos ecológicos tendem a se diferenciar da fase rio para a fase reservatório, enquanto que na fase rio, as emergentes dominaram, na fase reservatório as áreas de amostragem foram dando espaços para as flutuantes livres, epífitas e submersas. Desse modo o acompanhamento sistematizado do processo contribui na elaboração de modelos para prever a ocorrência de macrófitas em outros reservatórios planejados ou em fase inicial de construção.

Palavras-chaves: Monitoramentos, hidrelétricas e vegetação aquática.

ABSTRACT

Considering the increasing number of aquatic vegetation in disturbed environments by forming reservoirs, this study analyzes information available in the literature and in monitoring of hydropower projects documents in order to investigate the evolution studies on aquatic macrophytes and the possibility of using the data available for the succession in new reservoirs in the watershed Rio Tocantins prediction process. The study was conducted through a literature review, including documentary research. In the case of this work dealt with the documentary research data already processed, seeking information in the EIA / RIMA, the monitoring of each hydroelectric project, in books, journals, loose publications, specialist websites, print media and electronically available on the Internet or in libraries. In the first chapter studies indicate that monitoring, particularly within the Operating Permit, are not being implemented satisfactorily, falling short in several aspects needed and important to a survey, analysis and comparison of this information. In the second chapter the results show that the species of aquatic weeds: *Salvinia auriculata*, *Cyperus spp*, *Oxycaryum cubenses* and *Najas microcarpa*, were the pioneers in the reservoirs monitored the Tocantins River Basin. Also showed that the ecological types tend to differentiate themselves from the river stage for the reservoir phase, while in the river stage dominated emerging in the reservoir phase space sampling areas for free-floating, submerged, and were giving epiphytes. Thus the systematic monitoring of the process contributes to the development of models to predict the occurrence of macrophytes in reservoirs or other planned initial construction phase.

Keywords: monitoring, hydroelectric and aquatic vegetation.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Considerando o aumento do número de espécies e biomassa de macrófitas aquáticas em ambientes alterados pela formação de reservatórios, este estudo analisa informações disponíveis na literatura e em documentos de licenciamento e monitoramento de empreendimentos hidrelétrico visando (i) investigar a evolução dos estudos sobre as macrófitas aquáticas e (ii) a possibilidade de utilização dos dados disponíveis para previsão do processo de sucessão em novos reservatórios na bacia hidrográfica do Rio Tocantins.

As macrófitas aquáticas têm ganhado importância no meio acadêmico nos últimos anos em função da formação de reservatórios associados às usinas hidrelétricas. A redução da velocidade da água nesses locais proporciona o crescimento acentuado de vários grupos ecológicos de plantas aquáticas. Este fato tem chamado a atenção devido a suas consequências sobre a saúde pública, navegação, produção de energia, produção de ambiente e outros (SILVA et al., 2012), especialmente após a intensificação da construção de empreendimentos hidrelétricos.

Se por um lado o aumento destes vegetais preocupa os empreendedores pelo risco que podem trazer à infraestrutura da usina, por outro tem estimulado o poder público a incluir, na legislação, condicionantes ambientais que tratam do monitoramento e manejo de vegetais aquáticos pelo risco eminente que seu aumento representa para a saúde pública, qualidade dos ambientes aquáticos, navegação e outros (SILVA et al., 2012)

Os produtos dos levantamentos e estudos realizados, geralmente sob a responsabilidade do empreendedor, visam principalmente acompanhar o desenvolvimento e crescimento da biomassa desses vegetais antes e após o represamento, avaliar o risco associado às espécies encontradas em caso de colonização excessiva e seus efeitos sobre a fauna e infraestrutura das usinas.

Nesse sentido, foram levantadas informações disponíveis na literatura e nos documentos de licenciamento e/ou monitoramento de hidrelétricas visando analisar os estudos realizados ao longo do tempo, as metodologias de estudo, as espécies levantadas e os processos de colonização ocorridos ao longo do tempo, buscando possíveis comparações entre os empreendimentos e a possibilidade de previsão do modo de colonização em novos ambientes.

O presente trabalho está organizado em duas partes. A primeira trata da introdução geral composta pela revisão bibliográfica e a segunda está subdividida em dois capítulos: capítulo I

que analisa os processos de monitoramento de macrófitas aquáticas em reservatórios na bacia do rio Tocantins; e capítulo II que trata do processo de colonização de reservatórios por macrófitas aquáticas ao longo do tempo, a partir de informações obtidas no rio e em reservatórios da bacia. As seções desses capítulos são organizadas em forma de artigo, ou seja, cada seção é composta por um tópico introdutório, pela metodologia, pela discussão dos resultados, pelas considerações finais e pelas referências bibliográficas.

1.1 Bacia Hidrográfica do Tocantins

A bacia do Tocantins (entre 2° e 18° S; 46° e 55° O) é a maior bacia totalmente brasileira, com área de 803.250 km². Os rios que formam sua bacia se deslocam do Planalto Central no sentido Norte-Sul em direção ao Oceano Atlântico, atravessando regiões de relevo e vegetação variável. (TUCCI et al., 2010). A maioria dos seus afluentes é de baixo volume hídrico na estação seca, sem grandes áreas marginais inundáveis e com formação de enchentes de resposta rápida (WELCOMME, 1979).

O rio Tocantins é formado pela junção dos rios Paranã e Maranhão, cujas nascentes ocorrem no Planalto de Goiás, em níveis superiores a 925 m, percorrendo 2.500 km através dos estados de Goiás, Tocantins, Maranhão e Pará, onde deságua próximo ao estuário do rio Amazonas (PAIVA, 1982).

O período de chuva se estende de outubro a abril e o de seca, de maio a setembro com as menores precipitações registradas em setembro (RIBEIRO et al. 1995). O relevo apresenta variações de altitudes médias entre 200 e 500 m. Na parte central da bacia, são encontradas superfícies aplainadas dissecadas em colinas, com altitudes de 200 a 300 m. Nos divisores, os terrenos chegam até 600 ou 700 m, formando serras como a do Estrondo no município de Paraíso, entre os rios Tocantins e Araguaia, ou chapadas sedimentares, como as do divisor entre o Tocantins e São Francisco (PAIVA, 1982).

1.1 Macrófitas aquáticas em reservatórios hidrelétricos

O termo macrófitas aquáticas foi proposto primeiramente por Weaner e Clements (1938) que as definiram de maneira ampla, como plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados com água. Esta é, portanto, uma denominação genérica, independente de aspectos taxonômicos. Posteriormente o termo específico

macrófitas aquáticas foi utilizado por Irgang e Gastal Jr. (1996), classificando-as como vegetais visíveis a olho nu com partes fotossinteticamente ativas, permanentemente, total, ou parcialmente submersa em água doce ou salobra, por diversos meses, todos os anos, ou flutuante na água. Chambers et al., (2008) classificaram as macrófitas aquáticas como um grupo diverso de organismos fotossintéticos, cujas partes vegetativas se desenvolvem periodicamente ou integralmente sobre a superfície da água.

Apresentam características de vegetais terrestres e uma grande plasticidade para se adaptar a diferentes tipos de ambiente, possibilitando uma ampla distribuição do grupo. Segundo Thomaz e Esteves (2011) as macrófitas aquáticas podem ser agrupadas em cinco grupos ecológicos baseados em seu modo de vida no ambiente aquático e sua relação com a água e o sedimento: (Figura 1), (i) macrófitas aquáticas emersas, enraizadas no sedimento, com folhas atingindo a superfície da água; (ii) macrófitas aquáticas com folhas flutuantes, enraizadas no sedimento e com folhas flutuantes; (iii) macrófitas aquáticas submersas enraizadas, crescem totalmente submersas na água; (iv) macrófitas aquáticas submersas livres, plantas com rizoides pouco desenvolvidos que permanecem flutuando submergidas na água; e (v) macrófitas aquáticas flutuantes, plantas que flutuam na superfície da água (ESTEVES, 1998).

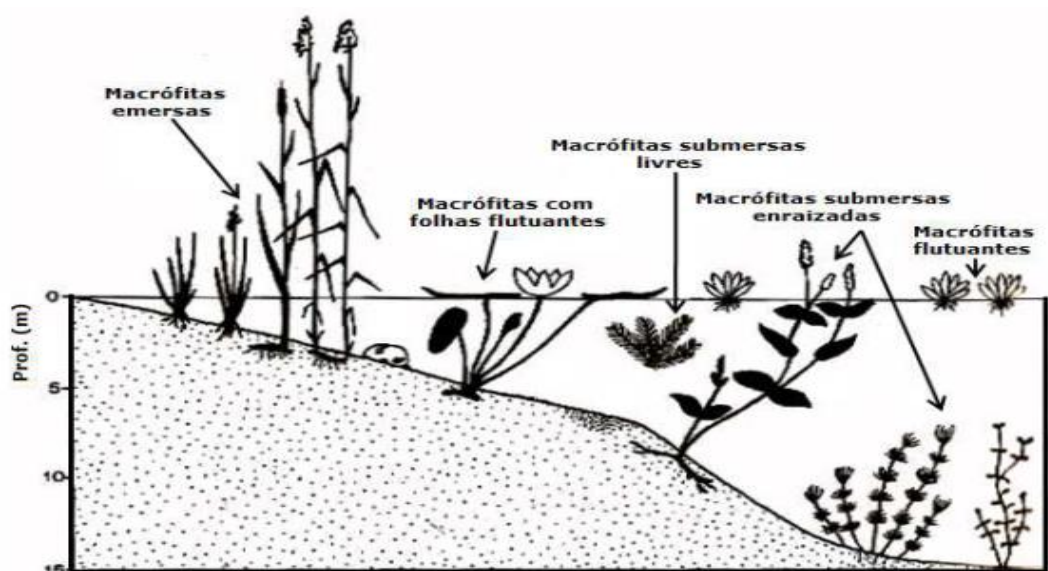


Figura 1. Categorização das formas de vida das macrófitas aquáticas de acordo com o ambiente onde são encontradas. Fonte: Adaptado de Esteves (1998). Macrófitas emersas (i), macrófitas com folhas flutuantes (ii), macrófitas submersas enraizadas (iii), macrófitas submersas livres (iv) e macrófitas flutuantes (v).

As macrófitas aquáticas são componentes de lagos, rios, reservatórios e outras coleções de água, colonizando em diferentes graus os ecossistemas aquáticos lóticos e lêntico (Esteves e Camargo, 1986). Essas plantas aquáticas têm papel importante na dinâmica dos nutrientes e na produção de matéria nos ecossistemas aquáticos, também contribuem para o aumento da heterogeneidade estrutural dos habitats, favorecendo a diversidade biológica e as relações interespecíficas (AGOSTINHO et al., 2003).

Por outro lado, a colonização excessiva de espécies deste grupo pode ter efeitos diretos e indiretos considerados indesejáveis pelo ser humano. Dentre esses efeitos encontra-se a degradação da qualidade da água com alteração de composição, cor, turbidez, transparência, aumento da decomposição orgânica causando, conseqüentemente, maior consumo de oxigênio dissolvido até anoxia, liberação de gases e produção de odores desagradáveis, produção de substâncias tóxicas, prejuízos à água de abastecimento, irrigação, aproveitamentos hidrelétricos, recreação, paisagismo e turismo. (AZEVEDO NETO, 1988).

A formação de reservatórios desencadeia o processo de colonização, favorecendo a ocupação por diversas espécies. Este processo ocorre em maior ou menor escala ao longo do tempo (THOMAZ, 1998) e mudanças na estrutura das comunidades aquáticas são esperadas em consequência das alterações na hidrodinâmica que passa de lótico para lêntico (JUNK e MELLO, 1990). A mudança do ecossistema modifica as condições limnológicas e promove uma reorganização nas cadeias biológicas (CARNEIRO, 2002).

A colonização do ambiente por este tipo de planta é um processo natural de sucessão e esperado com a redução da velocidade da água, sendo que nos reservatórios as mudanças durante a sucessão se processam mais rapidamente do que em um ambiente natural. E a colonização é rápida nesses ambientes devido à ação antrópica, desmatamento e as atividades agrícolas, o que promove rápida formação de bancos de macrófitas nesses ecossistemas (THOMAZ, 2002).

O aparecimento de um ambiente favorável ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas após a criação de um reservatório foi avaliado no reservatório de Itaipu (FUEM/Itaipu BINACIONAL, 1997). Segundo a Surehna (1980) quinze anos após a formação do reservatório, o número de espécies era 2,5 vezes maior do que o registrado antes de sua construção. O desenvolvimento da taxocenose de macrófitas aquáticas já foi observado em vários reservatórios do Brasil e do mundo. Segundo Junk e Mello (1990), a maioria das represas africanas e asiáticas foram afetadas, pela densa colonização de macrófitas em seus reservatórios como também a represa de Brokopondo no Suriname, em alguns desses

reservatórios a colonização de macrófitas aquáticas ocorreu logo após o enchimento já em outros com o decorrer do tempo.

No Brasil existem muitos estudos sobre levantamento, monitoramento, biomassa, colonização e sucessão de macrófitas aquáticas em reservatórios. Batista et al. (2012) por exemplo mostraram que houve uma significativa redução da colonização de macrófitas aquáticas submersas do ano de 2009 para 2010 no reservatório de Taquaruçu, rio de Paranapanema – São Paulo (SP)

O estudo realizado por Cavenaghi (2003) em cinco reservatórios do rio Tietê mostrou que nos reservatórios de Promissão e Nova Avanhandava as plantas submersas foram mais frequentes enquanto nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitingas plantas emergentes e flutuantes estiveram mais presentes.

Em um trabalho sobre variação temporal realizado por Abdon e Meyer (1990), no reservatório de Tucuruí utilizando informações do satélite Landsat/MT, foi constatada a diminuição das áreas ocupadas por macrófitas aquáticas no período entre 1986 a 1989.

O conhecimento da flora aquática e das mudanças na composição florística de ambientes limnicos ao longo dos anos é essencial para compreensão das necessidades de manejo e para políticas menos impactantes necessárias à preservação da diversidade desses ambientes aquáticos (RANTA e TOIVONEM, 2008). Pois a colonização por macrófitas aquáticas pode causar prejuízos financeiros isso porque o aumento exacerbado de suas comunidades exige manejo e controle, porém nem por isso as macrófitas aquáticas devem ser vistas como vilãs ou pragas, pelo contrário, sua manutenção proporciona maior diversidade ao ecossistema, amortece eventuais impactos ao corpo aquático favorecendo uma melhor qualidade a este ambiente (PIERINI, 2005; LOLIS, 2011; SILVA et al., 2012).

Como a criação desses grandes empreendimentos hidrelétricos e a formação desses reservatórios causam grandes impactos ambientais, a partir da década de 1980, foi criado com base na Constituição Federal Brasileira art. 225, a lei 6.938/81 do licenciamento ambiental, pelo qual se estabeleceu a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão com poder para estabelecer normas e regulamentos.

De acordo aos requisitos legais para a instalação de cada reservatório é requerido ao empreendedor, previamente à sua construção, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), nas quais as predições das alterações ambientais são estimadas e medidas mitigatórias são propostas, caso o empreendimento seja aprovado (CARVALHO, 1998).

A Resolução CONAMA Nº 001/86 define que o EIA é o conjunto de estudos realizados por especialistas de diversas áreas, com dados técnicos detalhados, tendo como objetivo realizar um diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com uma completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações.

O relatório de impacto ambiental, RIMA, refletirá as conclusões do EIA. O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação (CONAMA, 1986).

Após o término da obra, há a necessidade da licença de operação da usina hidrelétrica, para que uma série de condicionantes ambientais seja requerida. Dentre estas condicionantes, o monitoramento e o plano de manejo de macrófitas aquáticas no reservatório são os mais comuns. A razão desta condicionante se sustenta nos problemas ocasionados por densas colonizações de macrófitas aquáticas em vários reservatórios no Brasil, pois a criação de reservatórios altera substancialmente os ecossistemas aquáticos, adicionando ainda novas áreas para a colonização por organismos aquáticos.

Além do monitoramento das plantas aquáticas, as empresas geradoras de energia também realizam outras ações, como o monitoramento da qualidade da água, que juntamente com o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (conforme a Resolução nº 302 do CONAMA), permitem avaliar de forma mais consistente a necessidade ou não da criação de medidas de controle.

A invasão do espelho d'água por plantas aquáticas flutuantes, ainda durante a etapa de enchimento dos reservatórios ou mesmo durante os primeiros anos de operação das usinas, é fato comum na maioria dos reservatórios, devido à maior disponibilidade de nutrientes nestes períodos. Porém, a colonização de plantas aquáticas não se restringe apenas aos primeiros anos de operação dos reservatórios. O incremento de nutrientes e sólidos suspensos nos ecossistemas aquáticos, resultantes da ação antrópica (eutrofização artificial), também estimula o aumento das populações de plantas aquáticas (THOMAZ e BINI, 2003).

Neste sentido, a previsão da ocorrência de problemas com plantas aquáticas é um grande desafio que deve ser defrontado pelas empresas de geração de energia, antes que medidas de manejo sejam adotadas. Diante da ocorrência de plantas aquáticas, é necessário

avaliar se existe um problema potencial e se o manejo ou controle se faz necessário e, ainda, em que grau este deve ser empregado.

A dificuldade em avaliar corretamente se existe ou não a necessidade de controle de plantas aquáticas reside no fato de que estas são componentes importantes em corpos hídricos (com papel fundamental no estoque de energia e carbono nas bases das pirâmides alimentares, proporcionado habitat adequado para muitos organismos), mas seu desenvolvimento excessivo prejudica a utilização desses corpos hídricos para navegação, geração de energia em usinas hidrelétricas e captação de água para a irrigação e consumo humano e animal (Pitelli, 1998).

Cabe destacar os prejuízos que as macrófitas aquáticas flutuantes e submersas causaram à geração de energia em várias usinas hidrelétricas, como relatado na 2º Reunião Técnica sobre Macrófitas Aquáticas realizada pelo Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico (Paulo Afonso, Estado da Bahia (BA), 13 a 16 de outubro de 1997). A Light, no sistema Pirai – Paraíba do Sul, investiu cerca de três milhões de dólares ao ano apenas com a retirada do reservatório de cerca de 40 caminhões diários de macrófitas aquáticas. A Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), no sistema Moxotó-Paulo Afonso (BA), em 1995/1996 despendeu muitos recursos visando apenas retirar a macrófita aquática submersa *Egeria densa* que ficava retida nas grades de proteção de entrada de água das turbinas (Pompêo, 1999). A tendência é o agravamento da situação com o incremento do número de reservatórios.

O número de reservatórios formados no Brasil tem aumentado significativamente, especialmente após a década de 1960, com a intensificação da construção de usinas hidrelétricas. Na bacia hidrográfica do Rio Tocantins, por exemplo, existem atualmente sete usinas hidrelétricas em funcionamento - Tucuruí (Para), Lajeado (Tocantins), Serra da Mesa (Goiás), Cana Brava (Goiás), São Salvador (Tocantins), Peixe Angical (Tocantins), Estreito (Tocantins/Maranhão) e outras quatro em fase de projeto “Ipueiras (Tocantins), Tupiratins (Tocantins), Serra Quebrada - Tocantins e Marabá - Para”); Com a implementação desse conjunto de empreendimentos hidrelétricos o Rio Tocantins terá cerca de 77% de sua extensão transformada em ambientes lântico (Marques, 2006), formando um sistema em cascata. Estando previsto ainda a construção de cerca de 27 aproveitamentos hidrelétricos para a bacia do Tocantins-Araguaia (ANEEL,2008).

1.2 Caracterização dos empreendimentos da Bacia do Tocantins

Neste tópico é apresentada a caracterização geral dos empreendimentos hidrelétricos em operação na bacia hidrográfica do Rio Tocantins, com o objetivo de contextualizar os estudos realizados associados aos empreendimentos hidrelétricos e verificar como estes estudos têm avançado nos últimos anos (Tabela 1).

1.2.1 Usina Hidrelétrica de Tucuruí

A Usina de Tucuruí localiza-se no PA, à montante da cidade de Tucuruí, distante cerca de 300 km da cidade de Belém. A usina opera por deplecionamento, possui duas tomadas d'água principal e auxiliar. Foi a primeira hidrelétrica construída no Rio Tocantins.

O início do enchimento correu no ano de 1984, o reservatório formado comporta um volume de cerca de 50,8 milhões de m³ e inunda uma área de 2.850 km². A profundidade máxima do reservatório atinge 75 m e média de 17,3 m, com um tempo de renovação da água de 50 dias.

1.2.2 Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa

A Usina de Serra da Mesa situa-se no Alto Rio Tocantins, ao norte do Estado de Goiás, no Município de Minaçu (GO), a 1.790 km de sua foz. Foi o segundo grande empreendimento hidrelétrico construído no Rio Tocantins e o mais próximo à sua cabeceira.

O início do enchimento ocorreu no ano de 1996, o reservatório de Serra da Mesa é o maior do Brasil em volume de água, com 54,4 bilhões de m³, com uma área de 1.784 km² (De Fillipo et al., 1999). A profundidade média do reservatório é de 30 m.

A tomada d'água da hidrelétrica é feita em três vãos escavados na rocha e revestidos de concreto, com uma altura máxima de 70,2m e controlados por comportas tipo vazão, de 7,0m de largura por 9,0m de altura, a usina opera por deplecionamento e o tempo de residência da água é de 760 dias.

1.2.3 Usina Hidrelétrica de Lajeado

A Usina Luís Eduardo Magalhães (=Lajeado), está localizada no limite entre o alto e médio rio Tocantins (Paiva, 1982), entre os municípios de Miracema do Tocantins e Lajeado. O enchimento do reservatório ocorreu no ano de 2001. O reservatório possui uma área de 630 km², extensão de 172 km, marginando as cidades de Miracema do Tocantins, Lajeado, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras (Reis-Pereira, 2002).

A UHE opera a fio d'água com uma tomada d'água conjugada à casa de força que abriga seis unidades geradoras, possui uma profundidade média de 8m com o tempo de residência da água de 24 dias.

1.2.4 Usina Hidrelétrica de Cana Brava

A Usina de Cana Brava (GO) está situada à aproximadamente 250 km ao norte de Brasília-DF, na divisa dos municípios de Minaçu (margem esquerda), Cavalcante (margem direita) e a porção sul do seu reservatório atinge também o município de Colinas do Sul (GO).

O enchimento iniciou no ano de 2002, o reservatório possui uma extensão de 139 km²., opera a fio d'água e a tomada d'água da UHE Cana Brava está associada à casa de força com uma vazão máxima por comporta de 415m³/s, número e dimensões das comportas tipo vazão, 3 vãos de 7,2mx10,0m.

1.2.5 Usina Hidrelétrica de Peixe Angical

A Usina de Peixe Angical (TO) está na divisa dos municípios de Peixe e São Salvador do Tocantins - TO, a cerca de 330 km de Palmas.

O enchimento do reservatório foi iniciado em 14 de janeiro de 2006 e finalizado em 22 de abril de 2006, com uma extensão de 294 Km², opera a fio d'água com tomada d'água associada à casa de força, abrigando três unidades geradoras com 452,00 MW de potência total instalada, profundidade média de 9m com um tempo de renovação de água de 24 dias.

1.2.6 Usina Hidrelétrica de São Salvador

A Usina de São Salvador está localizada entre os municípios de São Salvador e Paranã, (TO), a 420 km de Palmas.

O início do enchimento do reservatório ocorreu em novembro e dezembro de 2008. A geração de energia foi iniciada em agosto de 2009. A Usina de São Salvador possui um reservatório relativamente pequeno, com aproximadamente 104 km² de área, a tomada d'água

é do tipo bloco solidário á casa de força, com o comprimento total de 60,0m e possui dois vão, a profundidade média do reservatório é de 10 m, opera a fio d'água e o tempo de renovação da água estimado é de 12 dias.

1.2.7 Usina Hidrelétrica de Estreito

A Usina de Estreito localiza-se no médio Rio Tocantins, na divisa dos estados do Maranhão e Tocantins a cerca de 513 km de Palmas(TO). Abrange os municípios de Estreito e Carolina no estado do Maranhão e Aguiarnópolis, Palmeiras do Tocantins, Darcinópolis, Babaçulândia, Filadélfia, Barra do Ouro, Palmeirante, Goiatins, Itapiratins e Tupiratins, no estado do Tocantins.

O início do enchimento do reservatório ocorreu em novembro de 2010 e apresenta uma área de 590 km², profundidade média de 25m, opera a fio d'água e possui um tempo de renovação de água de 15 dias.

Tabela 1. Caracterização dos empreendimentos hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Tocantins

Empreendimento	Estado	Ano de enchimento	Área do reservatório km²	Tipo de operação	Profundidade Média(m)	Tempo de renovação(dias)	Tomada d'água (largura/altura)
Tucuruí	PA	1984	2.850		75 m	50	
Serra da Mesa	GO	1996	1784	Deplecionamento	30 m	760	7,0m x 9,0m
Lajeado	TO	2001	630	Fio d'água	8 m	24	
Cana Brava	GO	2002	139,63	Fio d'água			7,2m x 10m
Peixe Angical	TO	2006	294,1	Fio d'água	9 m	24	7,7m x 17,0m
São Salvador	TO	2009	104	Fio d'água	10 m	12	
Estreito	TO/MA	2010	590	Fio d'água	25 m	15	7,70m x 16,30m

FONTE: Documentos técnicos dos empreendimentos hidrelétricos. Adaptado pela autora.

Assim, os empreendimentos hidrelétricos construídos no Rio Tocantins e os estudos das macrófitas aquáticas e dos processos de colonização dos reservatórios associados às usinas podem indicar possíveis soluções ou modos de minimizar os problemas encontrados por diferentes usuários, como os empreendedores, agricultores, ribeirinhos, pescadores e sociedade em geral. .

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M.M. e MEYER, M. **Variação temporal de áreas ocupadas por macrófitas aquáticas no reservatório de Tucuruí através de dados do satélite Landsat/TM.**In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIA-MENTO REMOTO, 6., 1990, Manaus. Anais... v.2, p. 545-548.São José dos Campos: INPE, 1990.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 3ª. ed.** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008.

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., JULIO JR, H.F. in **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**, THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. Eds.; EDUEM, Maringá, p. 261-279, 2003.

AZEVEDO NETO, I.M. Novos conceitos sobre eutrofização. Revista DAT, 48 (151):22-28, 1988.

BATISTA, L.F.A, et al., **Análise da dinâmica espaço-temporal de macrófitas aquáticas submersas mapeadas com técnica hidroacústica no reservatório de Taquaruçu, rio Paranapanema.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v.30, n.2, p. 241-252, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.* D.O.U. – Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p. 2548-2549. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 20/05/2014.

CARNEIRO, F. M. **Análise do estudo de impacto ambiental e da qualidade da água – o caso açude atalho – Brejo Santo, Ceará.** 47 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, 2002.

CARVALHO, C.G. **Diretrizes para a avaliação de Impacto Ambiental.** In:Legislação Ambiental Brasileira (Contribuição para um código Ambiental). Editora de Direito. V.1. p, 113-118. 1998.

CAVENAGHI, A. **Caracterização da qualidade da água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do rio Tietê.** F. 1-80. Tese (doutorado) – Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu-SP. Maio de 2003.

CHAMBERS, P.A., LACOUL, P., MURPHY, K.J., THOMAZ, S.M. **Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater.** Hydrob. n. 595, p. 9-26, 2008.

DE FILIPPO, R., GOMES, E. L., LENZ-CÉSAR, J., SOARES, C. B. P. & MENEZES, C. F. **S. As alterações da qualidade da água durante o enchimento do reservatório de UHE Serra da Mesa – GO.** In: Henry, R. (ed.) *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*, Fapesp/Fundibio: Botucatu. Pp. 323-345, 1999.

ESTEVEZ F. A. e CAMARGO A. F. M. **Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes.** *Acta limnologica Brasiliensia*, pp. 273 – 298. 1986.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia** (segunda edição) FINEP, Rio de Janeiro. 602p. 1998.

FUEM/Itaipu Binacional. **Levantamento de espécies de macrófitas aquáticas no Reservatório de Itaipu.** Maringá, UEM/Nupélia, 51p. 1997.

IRGANG, B.E e GASTAL JR, C.V.S. **M.A da planície costeira do Rio Grande do Sul - Porto Alegre** : Botânica/UFRGS, 290 pg. 1996.

JUNK, W. J. e NUNES DE MELLO, J. A. S. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 4, n. 8, p. 123-146, 1990.

LOLIS, S. F. e THOMAZ, S. M. **Monitoramento da composição específica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório Luis Eduardo Magalhães.** *Planta Daninha*, v. 29, n. 2, p. 247-258, 2011.

PAIVA, M.P. **Grandes Represas do Brasil.** Editerra, Brasília, 292p, 1982.

PIERINI, S. A. **Fatores determinantes da distribuição de plantas submersas e da estrutura das assembléias de macrófitas aquáticas no Reservatório de Rosana.** Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005.

PITELLI, R. A. **Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas.** In: Workshop Controle De Plantas Aquáticas, 1998, Brasília, DF. Resumos... Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, p.12-15, 1998.

POMPÊO, M.L.M. **As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo.** In: *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. (Ed. MLM. Pompêo), pp.105-119. Grafica e Ed. União, São Luis-MA, 1999.

RANTA, P. e TOIVONEN, R. **Changes in aquatic macrophytes since 1933 in an urban lake, Lidesjövi, SW Finland.** *Ann. Bot. Fennici*. v. 45, p. 359-371, 2008.

REIS-PEREIRA, V. L. **A Limnologia e o gerenciamento integrado do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães – UHE Lajeado, Tocantins.** Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2002.

SILVA, D.S., MARQUES, E.E., LOLIS, S. F. **Macrófitas aquáticas: “vilãs ou mocinhas”?** *Interface*, Edição número 04, p. 17 – 27 2012.

SUREHMA (Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente). **Projeto plantas aquáticas invasoras. II.** Curitiba. 151p. (Relatório Técnico), 1980.

THOMAZ, S. M. e ESTEVES, F. A. **Comunidade de Macrófitas Aquáticas** in: *Fundamentos de limnologia*. (Cord F. A. Esteves), pp. 461- 518. Interciência Rio de Janeiro, 2011.

THOMAZ, S. M. **Explosões populacionais de plantas aquáticas: sintomas de um problema.** In: WORKSHOP SOBRE CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, Brasília. Resumos...Brasília: IBAMA, p. 16-17, 1998.

THOMAZ, S. M. **Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v.20, p.21-33, 2002.

THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios-** Maringá: EDUEM, ISBN 978-85-7628-191-7 (versão on-line), iv, 341 p. 2003.

WEANER, J.E. e CLEMENTS, F.E. **Plant Ecology.** New York, Mc Graw Hill, 1938.

2. CAPITULO I. MONITORAMENTO DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA DO RIO TOCANTINS, BRASIL: O QUE APRENDEMOS COM OS ESTUDOS DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS?

2.1 INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental foi estabelecido nacionalmente por meio da Lei Federal N° 6.938/81, de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente e definiu os princípios e objetivos que norteiam a gestão ambiental. Posteriormente, um conjunto de instrumentos vem sendo desenvolvidos e atualizados por meio de resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão também criado pela mesma Lei, com poder para estabelecer normas e regulamentos. A consagração desta Lei e de seus respectivos instrumentos deu-se com a Constituição de 1988, por meio do artigo 225, no capítulo referente à Proteção ao Meio Ambiente (Sampaio, 2012).

O Sistema de Licenciamento Ambiental é o processo administrativo sistemático das consequências ambientais da atividade que se pretenda desenvolver, desde sua fase de planejamento, e das medidas adotadas para seu controle, por meio da emissão de três licenças sucessivas, Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) e pela verificação de restrições determinadas em cada uma delas. Inclui os procedimentos de acompanhamento das licenças concedidas, por meio da inspeção e verificação periódica realizada pelos órgãos ambientais (Brasil, 2002).

Para o licenciamento de ações e atividades modificadoras do meio ambiente com impactos significativos, a legislação prevê a elaboração, pelo empreendedor, do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, a serem apresentados para a obtenção da Licença Prévia. Conforme estabelecido pela Resolução CONAMA N°. 237/97, artigo 3º., parágrafo único, “cabe ao Ibama verificar o potencial de degradação do meio ambiente, definindo os estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento da atividade ou empreendimento”.

Diante disso, com o crescimento dos problemas ocasionados pelas comunidades de macrófitas aquáticas nos últimos anos com a criação dos grandes reservatórios, o órgão Federal Ibama, têm exigido condicionantes ambientais específicas que tratam dos monitoramentos de macrófitas aquáticas, as quais estabelecem: “Detalhar todos os Planos”,

Programas, Subprogramas e Medidas Mitigadoras e de Controle consignados no Estudo de Impacto “Ambiental e nos demais documentos técnicos, incluindo necessariamente a metodologia, o responsável técnico e o cronograma físico de implantação”; e “Apresentar separadamente os Programas de Monitoramento da Qualidade da Água e de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas.”

O artigo 6º. da Resolução 01/86 do CONAMA prevê que o EIA deve conter uma elaboração de programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

Esses programas de monitoramentos e acompanhamentos fazem parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) documento que apresenta, detalhadamente, todas as medidas de controle e os programas ambientais propostos no EIA, incluindo o programa de monitoramento limnológico e o programa de monitoramento, ou plano de manejo de macrófitas aquáticas.

Diante da problemática atual a respeito do processo de colonização em reservatórios por essa vegetação aquática e suas possíveis consequências, surgiu a necessidade de pesquisar em documentos técnicos disponíveis sobre os empreendimentos, incluindo estudos de licenciamento, monitoramentos e outros estudos existentes na literatura realizados até hoje, analisando como esses documentos estão organizados e disponibilizados e se as informações contidas nesses estudos são suficientes para discutir a respeito de uma política de manejo dessas comunidades, para reservatórios existentes e reservatórios futuros.

2.2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, incluindo a pesquisa documental. A pesquisa bibliográfica é uma fonte de pesquisa que é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Segundo Gil (2002) a pesquisa documental é muito parecida com a bibliográfica. A diferença está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa.

O desenvolvimento da pesquisa documental segue os mesmos passos da pesquisa bibliográfica. Apenas há que se considerar que o primeiro passo consiste na exploração das fontes documentais, que são em grande número. Existem, de um lado, os documentos de

“primeira mão”, que não receberam qualquer tratamento analítico (documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, Boletins de Ocorrência e outros) e do outro lado existem também aqueles que já foram processados, mas podem receber outras interpretações, como relatórios de empresas e tabelas estatísticas (Gil, 2006).

No caso desse trabalho a pesquisa documental tratou de dados já processados, buscando as informações nos EIA/RIMAs, nos monitoramentos de cada empreendimento hidrelétrico, em livros, revistas especializadas, publicações avulsas, sites especializados, imprensa escrita e eletronicamente, disponibilizada na Internet ou em bibliotecas. E todos os trabalhos levantados referem-se à colonização de macrófitas aquáticas nas usinas hidrelétricas da calha do Rio Tocantins.

Os locais de busca para esses dados foram no acervo da Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins (UFT), na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações no Banco de Teses da Capes nas bases de dados do portal CAPES, periódicos, revistas e Internet, e nos órgãos federais e estaduais de licenciamento, monitoramento e agências reguladoras do setor elétrico como: IBAMA, Naturatins (TO), Semarh (GO), ANA e ANEEL, onde foram consultados documentos oficiais, relatórios, artigos originais e de revisão sobre o tema.

Para o levantamento dos artigos, dissertações e teses, foi utilizado o meio eletrônico, ou seja, ocorreu por meio de revistas eletrônicas e do portal periódicos Capes, foram utilizados termos de busca para determinado empreendimento. A busca do assunto se deu por título contendo as seguintes palavras chaves: “Colonização*de macrofita*” AND reservatórios, “macrofita*aquática*” AND bacia do rio Tocantins, “macrofita*aquática*” AND riqueza, “planta* aquática*” AND diversidade, “planta*aquática*” AND bacia do rio Tocantins, “macrofita*aquática*” AND impactos, “planta*aquática*” AND impactos, “macrofita*aquática*” AND reservatório Tucuruí, “macrofita*aquática*” AND reservatório Cana Brava, “macrofita*aquática*” AND reservatório Serra da Mesa, “macrofita*aquática*” AND reservatório Lajeado, “macrofita*aquática*” AND reservatório Peixe Angical, “macrofita*aquática*” AND reservatório Estreito, “macrofita*aquática*” AND reservatório São Salvador.

O símbolo asterisco (*) colocado no fim das palavras indica que qualquer terminação dessa palavra pode ser encontrada na busca, garantindo a inclusão de formas oral. As aspas são utilizadas para que a ferramenta de busca considere as palavras como sendo uma frase e o uso do operador AND traz como resultado da pesquisa páginas que possuam obrigatoriamente

todas as palavras ligadas por esse operador. Assume-se que as buscas usando essas palavras – chaves capturaram uma parte representativa dos artigos importantes para esse estudo.

Para a busca dos documentos técnicos foi enviado ofícios para os órgãos públicos federais e estaduais solicitando os Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios de Impactos Ambientais (EIA/RIMA) e os monitoramentos realizados em cada Usina Hidrelétrica da bacia do rio Tocantins (UHE).

O levantamento abrangeu um período de 20 anos (01/01/1984 a 31/12/2013) o material selecionado foram livros, artigos e imagens em qualquer idioma. Os documentos obtidos foram sistematizados e as informações organizadas cronologicamente por empreendimento considerando área de abrangência dos estudos; metodologias de coleta utilizadas, tempo e número de amostragem.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos encontrados sobre colonização de macrófitas aquáticas na bacia do Tocantins incluem EIA/RIMA, monitoramento de macrófitas, monitoramento limnológico, artigo, dissertação, tese e capítulos de livros. Todos esses documentos foram encontrados nos órgão ambientais federais e estaduais (IBAMA-TO, IBAMA-GO, Naturatins-TO e SEMARH-GO) e através do meio eletrônico (Internet).

Na busca feita no IBAMA - TO, foram localizados EIA/RIMA e relatórios de monitoramento das usinas hidrelétricas de Peixe Angical, São Salvador e Estreito. No IBAMA - GO foram encontrados relatórios de monitoramento limnológicos das usinas hidrelétricas de Serra da Mesa e monitoramentos da usina Hidrelétrica de Cana Brava.

O Órgão Ambiental do Estado de Goiás (SEMARH-GO) informou que acompanhou todo o processo de licenciamento das usinas hidrelétricas de Serra da Mesa e Cana Brava, porém toda a documentação foi encaminhada para o IBAMA - GO. No órgão Estadual do Tocantins, Naturatins, foi possível encontrar o EIA/RIMA e o monitoramento da usina hidrelétrica de Lajeado.

Foram encontrados quatro Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) das Usinas Hidrelétricas de Lajeado, Peixe Angical, São Salvador e Estreito, 20 relatórios de monitoramento de macrófitas aquáticas, 68 relatórios de monitoramento limnológico, 10 artigos relacionados ao processo de colonização, duas dissertações, duas teses e dois capítulos de livros (Tabela 2).

Tabela 2. Estudos de macrófitas aquáticas dos empreendimentos da Bacia Hidrográfica do Tocantins.

Empreendimentos	EIA/RIMA	Monitoramento de Macrófitas	Monitoramento Limnológico	Artigo	Dissertação	Tese	Livro
Tucuruí	Não			7	1	1	
Serra da Mesa	Não encontrado		11				1
Lajeado	Sim	1	7	2		1	
Cana Brava	Não encontrado	7	19				
Peixe Angical	Sim	5	13				
São Salvador	Sim	5	5				
Estreito	Sim	2	13				1

FONTE: **EIA/RIMA:** Lajeado, Peixe Angical e São Salvador: ENGEVIX THEMAG Engenharia e gerenciamento Ltda.; Estreito: CNEC Engenharia S.A. **Monitoramentos de Macrófitas aquáticas:** Lajeado: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) Bianchini et al. (2010); Cana Brava: Borsari - Engenharia e Meio Ambiente Ltda. E Oikos – Assessoria, Serviços e Planejamento Ambiental Ltda.; Peixe Angical: Life - Projetos Limnológicos; São Salvador: Ecosafe – Agricultura e Meio Ambiente SS Ltda.; Estreito: Borsari - Engenharia e Meio Ambiente Ltda. **Monitoramentos Limnológico:** Serra da Mesa: MULTIGEO- Mineração- Geologia- Meio Ambiente; Lajeado: LAMBIO- Laboratório de Microbiologia da UFT/Palmas; Cana Brava e Peixe Angical: Naturae Consultoria Ambiental Ltda. São Salvador: Socioambiental Consultores associados e Life Projetos Limnológicos. Estreito: Unitins; **Artigo:** Tucuruí: Costa et al., 1996; Graciani e Novo, 2003; Vasconcelos e Novo, 2003; Filho, 1998; Abdon e Meyer, 1988, Arraut et al., 2009; Novo, 1989. Lajeado: Lolis e Thomaz 2011; Carreiro, 2009. **Dissertação:** Tucuruí: Fearnside, 2002. **Tese:** Tucuruí: Manyari, 2007; Lolis, 2008. **Livro:** Serra da Mesa: Capitulo 14, Filippo, 2003.

A hidrelétrica de Tucuruí foi construída antes da criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) em 1981 pela Lei. 6.938., quando os estudos de impacto ambiental ainda não eram uma exigência legal.

A partir da implantação das primeiras grandes usinas hidrelétricas brasileiras, com a constatação de seus efeitos indesejáveis e da crescente sensibilização em relação à conservação, a legislação ambiental, que começou a ser regulamentada no início da década de 1980, impõe a consideração dos efeitos sobre o ambiente, a internalização dos respectivos custos e o escrutínio social sobre as alternativas de aproveitamento do recurso natural em pauta. Em 1986, o CONAMA incluiu as barragens no rol de atividades potencialmente poluidoras e como tal sujeitas ao licenciamento ambiental para implantação (Comissão Mundial de Barragens, 1999).

A UHE Tucuruí é, portanto anterior a este importante marco legal, uma vez que entrou em operação em 1984, e, portanto sua concepção, concessão para exploração pela ELETRONORTE e a sua efetiva implantação não levaram em conta de forma explícita, os efeitos sobre o ambiente em sentido amplo.

No entanto, Tucuruí apresentou vários problemas com a colonização de macrófitas aquáticas logo após o enchimento do seu reservatório, principalmente relacionados à saúde pública, com a proliferação de mosquitos causadores de malária e leishmaniose (Comissão Mundial de Barragens, 1999).

No que se refere ao Licenciamento Ambiental, somente em 1998, foi regularizada a situação da Usina de Tucuruí, com a concessão pela Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Estado do Pará (SECTAM) da Licença de Instalação das onze turbinas principais e das duas auxiliares, além da Licença de Operação do próprio empreendimento (Comissão Mundial de Barragens, 1999).

As primeiras atividades relacionadas ao acompanhamento e identificação de macrófitas aquáticas ocorreram a partir de agosto de 1993 pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), sendo desenvolvido o projeto “Levantamento e Controle de Macrófitas Aquáticas” e que após o enchimento do reservatório foi assumida pelo consórcio ENGEVIX-THEMAG (ELETRONORTE, 2000).

Foram encontrados oito trabalhos sobre colonização de macrófitas aquáticas na UHE de Tucuruí listados na tabela 2, dentre os trabalhos estão os relatórios dos estudos de caso feito pelo Comitê Mundial de Barragens da fase escopo em 1999 e o relatório final em 2000.

No relatório de 2000 foram apresentados dados sobre a colonização das macrófitas aquáticas no reservatório de Tucuruí em um documento intitulado como “Inventário da Comunidade de Macrófitas Aquáticas Flutuantes na UHE Tucuruí através de Imagens Orbitais” de fevereiro de 1999. Os estudos encontrados sobre colonização de macrófitas em Tucuruí foram estudos realizados por meio de imagens de satélite e, segundo Arraut et al. (2009), o interesse pelo mapeamento das macrófitas aquáticas a partir de dados de Sensoriamento Remoto (SR) deu-se mediante o aumento de mosquitos transmissores de malária e outras doenças de veiculação hídrica no reservatório. Para mapear o crescimento dessas plantas os autores usaram dados dos sensores Landsat-TM e determinaram que poderiam ocupar até 25% da área do reservatório no período da enchente.

Esses estudos também indicaram que a comunidade de plantas aquáticas do reservatório da UHE Tucuruí vem decrescendo exponencialmente ao longo dos anos. De 1986 para 2002, a área ocupada decresceu de 1.096 km² para algo em torno de 4 km², numa taxa de decaimento exponencial estimada entre 0,20 e 0,30 ao ano. Os gêneros citados como de maior ocorrência no reservatório foram *Salvinia*, *Scirpus*, e *Pistia*. Entretanto na região do Igarapé Pucuruí, há ocorrência do gênero *Eichhornia*. (ELETRONORTE, 2002).

A hidrelétrica de Serra da Mesa foi construída anos depois do enchimento de Tucuruí, sendo concluída em 1996. As informações disponíveis sobre macrófitas aquáticas neste reservatório são raras e os estudos de EIA/RIMA não se encontravam mais disponíveis nos arquivos recentes do órgão Ambiental em função do longo tempo transcorrido desde o enchimento do reservatório, quase vinte anos. Os únicos documentos disponíveis, os monitoramentos limnológicos, não contemplaram o acompanhamento de macrófitas aquáticas.

Dentre os estudos encontrados, um deles aborda a colonização de macrófitas aquáticas em Serra da Mesa, é o capítulo 14 do livro *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas* de Filippo (2003) citado por Thomaz e Bini, 2003, o qual relata que os primeiros registros de macrófitas aquáticas ocorreram por volta de setembro de 1997, quando a velocidade do enchimento do lago já havia diminuído e se tratava da colonização de duas espécies *Salvinia* sp. e *Pistia stratiotes*, que colonizaram partes do reservatório durante o seu enchimento. Posteriormente ao seu enchimento foi observado uma regressão dessas espécies.

Segundo Filippo (2003), vários fatores podem ter sido favoráveis para esse processo de colonização durante períodos do enchimento como: ritmo de enchimento lento, aumento de nutrientes disponíveis, estabilidade meteorológica e densidade de fitomassa elevada e os

restritivos como: ritmo de enchimento rápido, diluição de nutrientes, eventos meteorológicos frequentes e densidade de fitomassa baixa. O mesmo autor ressalta ainda, que a devida caracterização de cada um desses fatores e sua análise integrada poderá auxiliar na avaliação prévia dos riscos de desenvolvimento maciço de macrófitas aquáticas em futuros empreendimentos.

Sobre a UHE de Lajeado foi encontrado um monitoramento de macrófitas aquáticas realizado pelo Bianchini (2010), de 2004 a 2007 registrando 38 espécies e um levantamento realizado por Lolis (2011), de 2005 a 2006, registrando 50 espécies e por Carreiro (2009) de 2007 a 2008 registrando 52 espécies. O monitoramento de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Lajeado foi realizado por meio de um convênio entre FAI/UFSCar, UFT e INVESTCO, para a execução do projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) intitulado: Macrófitas aquáticas do reservatório da UHE Lajeado: Dinâmica de incidência e interferências nos usos múltiplos. Nesse monitoramento realizado por meio do P&D, as espécies que apresentaram maior distribuição foram: *Salvinia auriculata* e *Oxycaryum cubense* principalmente nos braços do reservatório (Bianchini et al., 2006).

Diante dos estudos encontrados e descritos sobre o processo de monitoramento de macrófitas aquáticas na UHE Lajeado, observa-se que os números de espécies são bem maiores nos trabalhos realizados por Lolis (2008) e Carreiro (2009), refletindo assim o maior esforço amostral, bem como uma área mais abrangente no trabalho realizado pelas autoras.

A hidrelétrica de Cana Brava foi licenciada pelo SEMARH, mesmo órgão Estadual de Goiás que licenciou a UHE Serra da Mesa, pelo qual não foi possível encontrar EIA/RIMA da mesma, porém Cana Brava possui relatórios limnológicos e monitoramentos de macrófitas aquáticas.

Os relatórios limnológicos encontrados foram a partir de julho 2005, já na fase de operação da hidrelétrica, até fevereiro de 2009, todos de responsabilidade da empresa de Consultoria Ambiental Naturae, com sede em Goiânia (GO). Os relatórios de monitoramento de macrófitas aquáticas foram iniciados em fevereiro de 2003 até setembro de 2009, os dois primeiros monitoramentos foram de responsabilidade da empresa de consultoria OIKOS, com sede em Jaboticabal (SP), os demais de responsabilidade da Borsari Engenharia, também com sede em Jaboticabal (SP). As principais espécies encontradas no reservatório da UHE Cana Brava foram: *Chara rusbiana*, *Nitella difusa*, *Salvinia auriculata*, *Utricularia gibba*, *Pistia stratiotes*, *Typha angustifolia*, *Brachiaria mutica*, *Bulbostyllis capilaris*, *Utricularia gibba*,

Cyperus spp, Ludwigia spp, Lemna sp., Commelina difusa, Panicum repens, Paspalum repens, Brachiaria Subquadripara.

A hidrelétrica de Peixe Angical aborda o monitoramento de macrófitas aquáticas dentro dos relatórios limnológicos, os estudos foram feitos juntos, não possui programa de monitoramento separado. Segundo a legislação o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas atende às condicionantes específicas 2.1 e 2.7 da LP N° 337/2009, IBAMA, que estabelecem: “Detalhar todos os Planos, Programas, Subprogramas e Medidas Mitigadoras e de Controle consignados no Estudo de Impacto Ambiental e nos demais documentos técnicos, incluindo necessariamente a metodologia, o responsável técnico e o cronograma físico de implantação”; e “Apresentar separadamente os Programas de Monitoramento da Qualidade da Água e de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas”.

A UHE Peixe Angical apresentou cinco relatórios de macrófitas aquáticas e 13 relatórios limnológicos (ver Tabela 2). As principais espécies encontradas no monitoramento de macrófitas aquáticas após a licença de operação foram *Egeria najas* e *Nitella sp.*

Os estudos encontrados de São Salvador incluem EIA/RIMA, monitoramentos limnológicos e o plano de manejo de macrófitas aquáticas. O plano de manejo de macrófitas aquáticas possui relatórios de monitoramentos feitos nas fases pré-enchimento e pós-enchimento. As espécies que mostraram maior distribuição na região do reservatório após o seu enchimento foram: *Najas conferta, Bulbostylis capilaris, Chara sp., Echinochloa polystachya, Lemna sp, Panicum repens, Cyperus ferox, Cyperus lusulae, Eleocharis mínima, Hymenachne amplexicaulis, Polygonum lapathifolium, Salvinia auriculata.*

A hidrelétrica de Estreito é o empreendimento mais recente, possui EIA/RIMA, monitoramentos de macrófitas aquáticas e monitoramentos limnológicos. O monitoramento de macrófitas aquáticas foi realizado também em duas fases, pré-enchimento e pós-enchimento, porém realizados por empresas diferentes, na fase de pré-enchimento o monitoramento foi realizado pela Fundação Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), posteriormente, na fase pós-enchimento o monitoramento foi realizado pela empresa de Consultoria Ambiental Borsari Engenharia e Meio Ambiente com sede em Jaboticabal (SP). No levantamento realizado após a LO as principais espécies encontradas foram *Ludwigia helminthorrhiza, Nymphoides indica, Carex spp., Oxycarium cubense, Rynchospora aurea, Brachiaria Subquadripara, Salvinia auriculata, Lemna sp., Pistia stratiotes e Ceratopteris pteridoides.*

Todos esses documentos foram analisados com o objetivo de encontrar informações sobre o processo de colonização de macrófitas aquáticas nos reservatórios, visando à identificação de padrões temporais que possibilitem a previsão para outros empreendimentos. Diante disso os documentos que mais contribuíram com essas informações foram os monitoramentos, por meio destes foi possível levantar as espécies que colonizaram os reservatórios ao longo do tempo.

O Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas atende aos requisitos legais da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997) no que tange ao controle da poluição e enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes de água, entre outras medidas para manutenção da qualidade da água.

Segundo condicionantes do Ibama, o monitoramento de macrófitas aquáticas tem como objetivo geral, mensurar as modificações na macroflora aquática da área de influência da UHEs advindas das transformações do ambiente, decorrentes da implantação e operação do empreendimento, e subsidiar a adoção de medidas de controle, caso sejam identificados problemas de proliferação excessiva de espécies indesejáveis.

Diante disso, o monitoramento de macrófitas aquáticas começou a fazer parte dos estudos de controle aos impactos advindos de hidrelétricas, no qual o objetivo é diagnosticar problemas de proliferação excessiva dessas comunidades de plantas aquáticas nesses ambientes.

Contudo os estudos levantados sobre as plantas aquáticas mostraram que os monitoramentos são realizados de forma diferente de um empreendimento para outro, nem todas as hidrelétricas possuíam plano de manejo de macrófitas aquáticas. A Tabela 3 mostra como os estudos de monitoramentos estão apresentados cronologicamente, por empreendimento, a partir do enchimento do mesmo.

Os empreendimentos mais antigos não mencionam os estudos de macrófitas aquáticas ou realizaram o acompanhamento deste grupo de modo irregular ao longo do tempo, a exemplo de Tucuruí. Contudo, mesmo em empreendimentos mais recentes o acompanhamento deste grupo tem sido realizado de modo irregular. Os relatórios de monitoramento relacionam estudos realizados em Cana Brava, Peixe Angical e São Salvador a partir do primeiro ano de enchimento, o que não ocorreu para Estreito e Lajeado (Tabela 3).

Tabela 3. Monitoramentos de macrófitas aquáticas realizados pelos empreendimentos.

Usina	Ano de enchimento	Tempo decorrido desde o enchimento (ano)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tucuruí	1984		x		x						x					x	x		x	x	
Serra da Mesa	1996																				
Lajeado	2001					x	x	x	x												
Cana Brava	2002	x	x	x	x	x	x	x	x												
Peixe Angical	2006	x	x	x		x															
São Salvador	2009	x	x	x	x																
Estreito	2010		x	x																	

FONTE: Relatórios de monitoramentos hidrelétricos de macrófitas aquáticas. Adaptado pela autora.

Além disso, a metodologia utilizada nas amostragens de campo e a periodicidade das coletas são muito variáveis e dificultam a comparação das informações, veja a tabela 4.

Todos os processos de monitoramento descrito acima, que foram realizados pelos empreendimentos logo após a LO, mostraram como as metodologias foram organizadas (Tabela 4), e como as próprias empresas de execução dos projetos concluíram os estudos, pelo qual deu foco a continuidade dos estudos de acompanhamento das comunidades de macrófitas aquáticas.

A maioria dos monitoramentos foram realizados pela iniciativa privada, as empresas contratadas para a realização dos estudos são de diferente natureza e o dado primário coletado é de difícil acesso. Além do mais nos documentos analisados não há indicação de onde o material botânico foi depositado dificultando o acompanhamento ao longo do tempo.

Os dados coletados por empresas de consultoria, sem ligações com instituições de pesquisa não tem o compromisso em depositar o material coletado em coleções científicas o que dificulta a checagem das informações apresentadas. Dentre as empresas responsáveis pelos estudos, geralmente os primeiros monitoramentos foram realizados por instituições de pesquisa. Em Tucuruí, os primeiros estudos foram realizados pelo INPA e após enchimento pela ENGEVIX-THEMAG, em UHE Serra da Mesa por Filippo (2003), em UHE Lajeado pela UFSCar e UFT, em UHE Peixe Angical por Borsari Engenharia e Oikos e em UHE São Salvador por Escosafe.

Tabela 4. Metodologias utilizadas e conclusões dos trabalhos de monitoramentos de macrófitas aquáticas.

Estudos de monitoramento de macrófitas aquáticas após enchimento			
Empreendimento	Metodologias utilizadas	Conclusão	Empresa contratada
Tucuruí	Os métodos utilizados para o monitoramento dos bancos de macrófitas aquáticas no reservatório de Tucuruí ocorreu por meio de imagens satélites interpretação de imagens do satélite Landsat5 – <i>Thematic Mapper</i> e do Landsat7 – <i>Enhanced Thematic Mapper</i> referentes ao período 1986 a 2002	Com esse monitoramento foi possível concluir que ocorreu uma redução na comunidade de macrófitas aquáticas flutuantes ao longo dos anos.	ENGEVIX-THEMAG
Serra da Mesa Lajeado	Os métodos utilizados para o cumprimento da pesquisa incluíram sobrevoos (que abrangeram todo o reservatório e tributários, desde a barragem até o Município de Brejinho de Nazaré), inspeções por barco e por terra.	O monitoramento mostrou que as áreas ocupadas pelas macrófitas aquáticas nesse reservatório têm-se mantido praticamente constantes desde as primeiras avaliações (média: 3.7%), corroborando a hipótese de que essa comunidade esteja em equilíbrio.	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) Bianchini et al. (2010)

Continua...

Continua...

Cana Brava

A Borsari Engenharia realizou o levantamento de macrófitas aquáticas utilizando um barco, pelo qual percorreram toda a região do reservatório e tributários, incluindo 112 pontos de amostragem distribuídos aleatoriamente. Oikos Ltda realizou a avaliação das espécies de macrófitas infestantes utilizando uma lancha para percorrer todo o reservatório onde foram marcados com GPS 254 pontos. Estes pontos foram demarcados a aproximadamente entre 3 e 4 km de distância um do outro.

Com os sete anos de monitoramento concluiu-se que o reservatório de Cana Brava tende a ser pressionado de tempos em tempos quanto ao surgimento de algas e macrófitas aquáticas, as condições históricas e atuais da ocupação das macrófitas indica que este será um processo de longo prazo, que deve ser avaliado e monitorado.

Borsari - Engenharia e Meio Ambiente Ltda. Oikos – Assessoria, Serviços e Planejamento Ambiental Ltda.

Continua...

Continua...

Peixe Angical

Para obtenção do levantamento das macrófitas aquáticas utilizou-se um barco para percorrer todos os pontos de amostragem do reservatório e tributários, pelo qual foi utilizado um rastelo para verificar a existência de macrófitas aquáticas submersas. O monitoramento de macrófitas aquáticas foi realizado juntamente com o monitoramento limnológico, os mesmos pontos amostrados, foram utilizados 14 até a fase de enchimento, acrescentando posteriormente mais 8 pontos.

De maneira geral, i) deve-se acompanhar periodicamente o desenvolvimento desses bancos de macrófitas e ii) deve-se, frequentemente, verificar se a vegetação aquática encontra-se em zonas afastadas do corpo central do reservatório, fato que dificulta o transporte de grandes quantidades de vegetais, através de correntes, na direção da barragem.

Life - Projetos Limnológicos

Continua...

São Salvador	<p>O reservatório da UHE São Salvador foi percorrido de barco em toda a extensão de suas margens, com o objetivo de identificar as plantas aquáticas presentes. No caso das plantas de hábito submerso foi utilizado um gancho amarrado a uma corda para coleta das plantas em profundidade. As espécies foram identificadas em nível de espécie ou gênero conforme a presença ou não de órgãos reprodutivos (flores ou inflorescências).</p>	<p>Com os monitoramentos, concluiu-se que a única ocorrência que preocupa no reservatório de São Salvador é a explosão populacional de <i>Salvinia</i>. Essa macrófita aquática é típica de reservatórios jovens, mas seu crescimento pode causar problemas à geração de energia elétrica.</p>	<p>Ecosafe – Agricultura e Meio Ambiente SS Ltda.</p>
Estreito	<p>Foram percorridos 21 pontos de amostragem na região central e marginal do reservatório o percurso foi feito de barco de alumínio e as macrófitas aquáticas submersas foram avaliadas com o apoio de uma poita tipo garatêia de quatro pontas que era lançada em várias direções a partir do barco a uma distância de 10 metros.</p>	<p>O programa de monitoramento das macrófitas aquáticas é inicial e deve ser contínuo e de caráter preventivo, indicando infestações e ações antes do nível de dano econômico, ambiental e social.</p>	<p>Borsari - Engenharia e Meio Ambiente Ltda.</p>

Por outro lado, os estudos realizados nas UHEs Cana Brava e Estreito foram realizados exclusivamente por empresas de consultoria e, neste caso, o acesso às informações primárias, assim como o depósito do material botânico coletado é muito mais difícil.

O monitoramento realizado por empresas ou instituições de pesquisa de outras regiões também dificulta o acesso aos dados obtidos e a continuidade dos estudos. O ideal seria a estruturação de um banco de dados com coletas padronizadas, registro de espécies, biomassa e depósito do material científico coletado, o que facilitaria o acompanhamento das modificações ocorridas ao longo do tempo, a análise temporal e a obtenção de modelos preditivos para outros empreendimentos e ou bacias.

Durante análise desses estudos de monitoramentos várias falhas foram identificadas nas variáveis analisadas: descrição dos métodos de levantamentos utilizados, qualidade dos métodos de levantamentos utilizados e a quantidade de espécies identificadas. O esforço amostral não foi citado de forma clara e objetiva, o que dificultou a análise, avaliação e comparação dos dados.

Segundo Thomaz et al. (2007) os estudos das macrófitas aquáticas estão baseados, principalmente, em análises comparativas. Torna-se evidente, portanto, a necessidade de padronização mínima dos métodos e técnicas para obtenção de dados a serem posteriormente comparados.

Além da falta de padronização dos estudos, ainda existe a descontinuidade dos estudos, ou seja, todos os empreendimentos apresentaram falta de padronização entre os documentos, metodologias diferenciadas e falta de acompanhamento e continuidade dos estudos.

A descontinuidade dos monitoramentos, a dificuldade de acesso a essas informações e a esses estudos técnicos dificulta o acompanhamento dos processos de colonização e previsão (modelos de previsão) para os novos empreendimentos.

Contudo o monitoramento é sumamente importante para o controle dessas comunidades de plantas, uma vez que as mesmas colonizando em maior grau causam prejuízos à produção de energia e aos usos múltiplos do reservatório, é pensando nisso e nos futuros empreendimentos que surge cada dia mais a necessidade de preservar os dados e bibliografias existentes, pois os estudos podem ricamente ajudar no entendimento de problemas futuros e na previsão de controle não só de comunidades de macrófitas aquáticas, mas comunidades aquáticas em geral.

Diante disso é sugerido que a coleta periódica de dados e levantamentos de espécies de macrófitas aquáticas proporciona um melhor conhecimento dos sistemas aquáticos,

constituindo hoje em importantes ferramentas para verificar possíveis modificações, avaliar a qualidade da água e contribuir com propostas de preservação, controle de uso e recuperação destes ambientes (Lancar e Kraker, 2002; Tundisi, 2003; Pompêo e Moschini-Carlos, 2003; Tavares, 2007).

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos analisados observa-se que os monitoramentos, principalmente no âmbito da Licença de Operação não estão sendo executados sistematicamente, deixando lacunas importantes para em relação à composição e abundância de espécies que dificultam a comparação destas ao longo do tempo. Ao mesmo tempo, a legislação ambiental vigente deve procurar melhorar o detalhamento do monitoramento das macrófitas contemplando a padronização da metodologia a ser seguida, número e distribuição de pontos de amostragens em áreas de influencia direto do reservatório, tributários e em todo o corpo do reservatório, listar todas a espécies levantadas antes e depois os represamento, depósito do material em coleção científicas e outros, sem, no entanto, minimizar outras possibilidades de análise para responder a questões específicas de cada empreendimento.

Os prejuízos financeiros e políticos ocasionados pela proliferação intensa de plantas aquáticas em reservatórios podem ser substancialmente reduzidos com a implementação de amplo programa de monitoramento com ênfase na detecção do crescimento e no manejo de macrófitas aquáticas subsidiando a tomada de decisão.

É necessário também criar meios de sistematização desses documentos de licenciamento e monitoramentos pelo órgão expedidor da licença, pois ainda existe uma grande dificuldade de acesso a esses documentos. Alguns documentos foram perdidos ou estão indisponíveis, foram transferidos para depósitos de difícil acesso nos órgãos ambientais. O IBAMA, por exemplo, possui uma plataforma online para depósito desses dados, porém para as hidrelétricas estudadas não existiam dados disponibilizados para todas elas. Os EIA/RIMA de Cana Brava e Serra da Mesa, foram feitos, os monitoramentos limnológicos de Serra da Mesa também foram realizados, porém quaisquer desses documentos foram encontrados nos órgãos ambientais responsáveis.

Seria eficaz a alimentação contínua da plataforma online onde esses documentos podem ser disponibilizados, pois se tratam de dados de grande importância ambiental, que podem ser utilizados para previsões futuras em outros empreendimentos e que não são organizadas de

forma sistematizadas e eficazes para estudos posteriores. Além disso, a criação de uma biblioteca física para consulta dos documentos.

É necessário também padronização de metodologias a serem utilizadas nos monitoramentos, pois os monitoramentos analisados mostraram diferentes métodos, a UHE de Tucuruí, por exemplo, monitorou por sensoriamento remoto, não utilizou inspeção de barco pela região de colonização dessas plantas. A forma diferenciada de metodologias influencia nos resultados quando se propõe uma análise integrada desses estudos.

O investimento realizado no levantamento das informações de campo, que representa um esforço grande de coleta, recursos humanos e financeiros acabam subutilizados diante da (des)organização do sistema, que não oferece suporte adequado para sistematização e busca das mesmas.

2.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARRAUT, E.M., NOVO, F.M.L.M., MANTOVANI, J.E.. **Um estudo do ciclo de vida e padrão espacial de bancos de macrófitas aquáticas por meio de uma serie histórica de imagens Landsat-TM e ETM.** Anais XIV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal. Brasil, 25-30 abril. INPE, p. 1245-1251. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.* D.O.U. – Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p. 2548-2549. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 20/05/2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Guia de procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal.** Documento de Referência. Brasília, 2002.

CARREIRO, Z. C. **Variação temporal da composição de macrófitas aquáticas no reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães e espécies indicadoras de ambientes antropizado.** Dissertação apresentada ao PGCiamb. Palmas, 43 p. 2009.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS. Usina Hidrelétrica de Tucuruí. **Estudos de caso da CMB.** Relatório final da fase de Escopo, Agosto, pp. 42. 1999.

DE FILIPPO, R. **Colonização e regressão da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de UHE Serra da Mesa – Goiás.** In: Thomaz, S. M; Bini, L.M. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas.* Maringá: Eduem, pp.281- 297. 2003.

ELETRONORTE/CONSÓRCIO Engevix-Themag. **UHE Tucuruí, etapa final –unidades 13 a 23, projeto executivo;** dinâmica de plantas aquáticas no reservatório de Tucuruí; TUC-E-MAN-805-0004-RE : Consórcio Engevix-Themag, 19p. 2000.

ELETRONORTE/CONSÓRCIO Engevix-Themag. **UHE Tucuruí, etapa final –unidades 13 a 23, projeto executivo**; dinâmica de plantas aquáticas no reservatório de Tucuruí; TUC-E-MAN-805-0010-RC: Consórcio Engevix-Themag, 19p. 2002

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LANCAR, L. e KRAKE, K **Aquatic Weeds & their Management**. International Commission on Irrigation and Drainage. March, 65p. 2002.

LOLIS, S.F., **Macrófitas aquáticas do reservatório Luís Eduardo Magalhães – Lajeado – Tocantins: biomassa, composição da comunidade e riqueza de espécies**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Maringá. 2008.

MEILINGER, P., SCHNEIDER, S. E., MELZER, A. **The reference Indexe Method for the macrophyte based assessment of rivers a contributions to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany**. International Review of Hydrobiology, 90 (3): 322-342. 2005.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas Aquáticas e Perifíton: Aspectos Ecológicos e Metodológicos**. São Carlos: RiMa Editora e FAPESP, p.134, 2003.

SAMPAIO. R., **Direito Ambiental**. Fundação Getúlio Vargas. Direito Rio. 171 p. 2012.

TAVARES, K. S. **Caracterização limnológica e inventário de diversidade das comunidades de macrófitas aquáticas em cinco lagoas tropicais: composição florística, biomassa e macro invertebrados associados**. 2007. 124f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2007.

THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios**- Maringá: EDUEM, ISBN 978-85-7628-191-7 (versão on-line), iv, 341 p. 2003.

THOMAZ, S.M., BINI, L.M., BOZELLI, R.L. **Floods increase similarity among habitats in river-floodplain systems**. Hydrobiologia, 579(1):1-13. 2007.

TUNDISI, J. G. A bacia hidrográfica como laboratório experimental para o ensino de ciências, geografia e educação ambiental. In: SCHIEL, D. et al. (Orgs.). **O estudo de bacias hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental**. 2. ed. São Carlos: Rima, p. 3-8. 2003.

3. CAPITULO II. ANALISE DO PROCESSO DE COLONIZAÇÃO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA BACIA DO RIO TOCANTINS IDENTIFICADAS NA FASE RIO E FASE RESERVATÓRIO

3.1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica vem sendo utilizada como um modelo mais abrangente de conceituar e compreender os ecossistemas, visto que os ambientes aquáticos fazem parte de sistemas maiores, que envolvem os aspectos de geologia, vegetação, clima, uso e ocupação do solo, sendo formados por um mosaico de subsistemas funcionais interligados por processos bióticos e abióticos (Henry-Silva e Camargo, 2000; Smith e Petrere Jr., 2001; Schiavetti e Camargo, 2002; Brigante e Espíndola, 2003) e proporcionando condições para o desenvolvimento de estudos interdisciplinares, gerenciamento dos usos múltiplos e conservação (Tundisi, 2003).

Os ecossistemas fluviais se distinguem de lagos, represas e áreas alagadas por duas características básicas: (i) presença de corrente de água com movimento permanentemente horizontal e unidirecional em direção a foz e (ii) interação intensa com sua bacia hidrográfica (Silveira, 2004). Os ambientes lóticos são influenciados pelos ecossistemas terrestres adjacentes e pelas características de suas bacias hidrográficas, tais como, tipos de solos, geologia, vegetação e ocupação humana. Nestes ambientes a correnteza promove a homogeneização da coluna d'água, define os processos de erosão e sedimentação, influenciando na ocorrência e distribuição dos organismos aquáticos (Silva e Weerelt, 2006).

Com as construções de reservatórios, os ecossistemas sofrem alterações no regime hidráulico passando de lótico para lântico e diferem dos ambientes naturais por receber maior carga de material particulado e dissolvido da bacia de drenagem (Thomaz e Bini, 1998). O que favorece de certa forma a colonização por macrófitas aquáticas.

As macrófitas aquáticas são plantas que colonizam diversos ambientes, dentre eles, pode-se destacar: fitotelmos, fontes termais com temperaturas de até 60°C, cachoeiras, lagos, lagoas, represas, brejos, rios, corredeiras, ambientes salobros, ambientes salgados, como baías, recifes e praias arenosas e rochosas, e podendo ocorrer em águas com salinidade acima de 5% (Esteves, 1998). As macrófitas aquáticas incluem um conjunto diversificado de plantas

que se tenham adaptado a partir de espécies terrestres à vida integralmente, ou parcialmente em água doce (Calow e Petts, 1996).

Nos últimos anos tem se observado uma redução na quantidade e qualidade da água nos rios e reservatórios, com efeito direto na capacidade de geração de energia elétrica e abastecimento humano. As atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas que formam os reservatórios influenciam diretamente a qualidade da água e o tempo útil destes. A erosão da camada fértil de solos agrícolas e a grande descarga de efluentes residenciais e industriais têm levado rios e reservatórios, naturais ou artificiais, a uma condição de desequilíbrio, caracterizado pela grande disponibilidade de nutrientes na coluna d'água e no sedimento. Além de interferir decisivamente na qualidade da água, a grande disponibilidade de nutrientes pode levar ao crescimento desordenado de populações de plantas aquáticas (Velini et al., 2005).

Neste sentido se justifica o estudo sobre as macrófitas aquáticas na fase rio, aumentando o conhecimento da composição florística desta região e registrando a ocorrência deste grupo biológico na bacia hidrográfica do Rio Tocantins. Assim, o conhecimento da riqueza e formas biológicas de plantas aquáticas ao longo do eixo rio-barragem de um reservatório é capaz de fornecer informações importantes acerca do comportamento das espécies nesse tipo de ecossistema, e com isso ampliar o conhecimento sobre os padrões da biodiversidade desses vegetais em reservatórios tropicais. As informações geradas também podem contribuir como subsídio para propostas de manejo de vegetais em corpos hídricos e, conseqüentemente, para o controle da qualidade da água.

Diante dessa importância dos estudos da flora aquática e da necessidade de estruturar uma matriz de conhecimento de sua diversidade, o presente estudo objetivou realizar um levantamento dos estudos realizados na Bacia Hidrográfica do Tocantins sobre o processo de colonização nesse ambiente a fim de verificar a previsibilidade das alterações esperadas para o grupo incluindo a fase rio e a fase reservatório.

3.2 METODOLOGIA

Todos os estudos sobre o processo de colonização de macrófitas aquáticas na fase rio e fase reservatório foram levantados na literatura, por meio de artigos científicos, livros, dissertações, teses e documentos técnicos de licenciamento como: EIA/RIMAs e monitoramentos dos empreendimentos hidrelétricos.

Diante dos documentos analisados, foram utilizados os dados dos monitoramentos de macrófitas aquáticas realizados na fase rio e fase reservatório.

Os relatórios de monitoramento foram analisados por hidrelétrica ao longo do tempo, pelo qual foram extraídos dados referentes ao processo de colonização de macrófitas aquáticas, posteriormente a análise de cada relatório foi montado uma tabela com todos os táxons, família e grupos ecológicos de macrófitas aquáticas referentes a cada empreendimento.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 FASE RIO

De acordo aos dados coletados por meio dos relatórios de monitoramento de macrófitas aquáticas dos empreendimentos hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Tocantins, foi possível observar a presença de 25 táxons de macrófitas aquáticas na fase rio.

Diante dos documentos levantados na literatura, não foi possível encontrar o monitoramento de macrófitas aquáticas na fase rio para todos os empreendimentos, os únicos empreendimentos que possuem estudos disponíveis são: UHE Peixe Angical, UHE São Salvador e UHE Estreito.

A UHE Peixe Angical iniciou o monitoramento de macrófitas aquáticas no ano de 2005, na fase rio não foi encontrada nenhuma espécie de macrófitas aquáticas. A UHE de São Salvador realizou o monitoramento no ano de 2008 e levantaram 12 táxons de macrófitas aquáticas presentes na fase rio, a UHE de Estreito realizou o monitoramento fase rio em 2009 e registrou 13 táxons de macrófitas aquáticas (Tabela 5).

O monitoramento de macrófitas aquáticas do atual reservatório de São Salvador foi realizado antes do enchimento, nos dias 27 e 28 de agosto de 2008, abrangendo o rio Tocantins e toda a área que seria inundada com a formação do reservatório. Neste levantamento foram encontradas várias espécies nativas, sendo a grande maioria de hábito emergente ou anfíbia como: *Panicum repens*, *Cyperus ferax*, *Cyperus lusulae*, *Eleocharis sellowiana*, *Eleocharis elegans*, *Eleocharis mínima*, *Leersia hexandra*, *Mimosa pigra* e *Spermacoce verticillata*. No corpo do Rio Tocantins foi encontrada algumas plantas submersas como: *Najas conferta*, *Bulbostylis capillaris* e *Chara* sp.

Tabela 5. Ocorrência de macrófitas aquáticas na fase rio, anterior a construção de cada empreendimento.

FASE RIO				
Família	Táxon	Grupos ecológicos	São Salvador/2008	Estreito/2009
			Socioambiental ³	UNITINS ⁴
Araceae	<i>Lemna sp.</i>	Flutuante livre		x
	<i>Urospatha Sagittifolia (Rudge) Shott</i>	Emergente		x
Characeae	<i>Chara sp.</i>	Submersa fixa	x	
Cyperaceae	<i>Bulbostyllis capilaris</i>	Submersa fixa	x	
	<i>Eleocharis sp 2</i>	Emergente		x
	<i>Eleocharis sp 3</i>	Emergente		x
	<i>Rhynchospora sp 2</i>	Emergente		x
	<i>Cyperus ferax</i>	Epífita	x	
	<i>Cyperus lusulae</i>	Epífita	x	
	<i>Eleocharis sellowiana</i>	Emergente	x	
	<i>Eleocharis elegans</i>	Emergente	x	
	<i>Eleocharis mínima</i>	Emergente	x	
	Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>	Anfíbia	
<i>Mimosa pigra</i>		Anfíbia	x	
Hydrocharitaceae	<i>Hydrilla sp</i>	Submersa fixa		x
Najadaceae	<i>Najas conferta</i>	Submersa	x	
Plantaginaceae	<i>Bacopa sp 2</i>	Emergente		x
Poaceae	<i>Brachiaria sp 1</i>	Emergente		x
	<i>Paspalum sp 2</i>	Emergente		x
	<i>Panicum repens</i>	Flutuante fixa	x	
	<i>Leersia hexandra</i>	Anfíbia	x	
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum Kunth</i>	Emergente		x
	<i>Polygonum sp 1</i>	Emergente		x
Salvinaceae	<i>Salvinia Auriculata Aubl</i>	Flutuante livre		x
	<i>Spermacoce verticillata</i>		x	
TOTAL			12	13

FONTE: Relatórios dos monitoramentos de macrófitas aquáticas na fase rio. Adaptado pela autora.

No monitoramento realizado na fase pré-enchimento da UHE Estreito foi possível observar que nos ambientes lóticos (constituído pelos rios e ribeirões) a ocorrência de plantas aquáticas foi pouco expressiva e até inexistentes em alguns dos tributários. No total foram registradas 13 espécies de macrófitas aquáticas no rio, e as espécies com maior frequência foram as de hábito emergente: *Paspalum sp2*, *Brachiaria sp1* e *Polygonum sp1*. Vale ressaltar que o monitoramento foi realizado em toda a região de contato direto e indireto com o futuro reservatório e durante o levantamento dessa área foi observado a existência de varias lagoas, devido isso o monitoramento de macrófitas aquáticas foi realizado também nessas lagoas, das quais algumas teriam contato direto com o reservatório, diante disso verificou-se com o mesmo monitoramento de macrófitas aquáticas, que havia um maior numero de espécies nas lagoas quando comparado aos pontos amostrados no rio. Que de certa forma mostra o quanto o ambiente lêntico favorece em maior escala a colonização de macrófitas aquáticas do que o ambiente lótico.

Em relação à distribuição e adaptação dessas espécies na fase rio, comparou-se quanto ao tipo ecológico, e do total de 25 táxons levantados nos estudos de monitoramentos das UHEs de São Salvador e Estreito, notou-se que 12 táxons eram de tipo ecológico emergente, o que corresponde a nove espécies emergentes em Estreito e três espécies emergentes em São Salvador. Resultado equivalente a esse foi observado em um trabalho realizado por Moura-Júnior et al. (2011), sobre a influência do gradiente rio-barragem na distribuição e riqueza de macrófitas aquáticas no reservatório de Sobradinho, em que as regiões lótica e de transição contemplaram, predominantemente, espécies emergentes e anfíbias, diferindo da região lântica, onde espécies flutuantes, emergentes e submersas foram mais evidentes.

Na Usina de Estreito ocorreram duas espécies flutuantes livres (*Lemna* e *Salvinia*) e uma submersa (*Hydrilla*), porém, espécies submersas fixas foram mais frequentes em São Salvador (*Charas*, *Bulbostyllis* e *Najas*). Neste caso, além da velocidade da água a transparência e a profundidade podem influenciar a ocorrência de espécies submersas fixas. No caso de São Salvador os reservatórios de Serra da Mesa e Cana Brava, podem contribuir para a apreensão de sedimentos, provavelmente influenciando na transparência de água. Por outro lado as usinas de Lajeado e Estreito, ainda possuem trechos do rio livre do represamento e com grande velocidade da água à montante dos mesmos.

Este fato pode estar relacionado à velocidade de corrente do rio, o gradiente de declividade é maior na cabeceira, na região de Estreito, por exemplo, existiam as lagoas com características de ambiente lânticos. Em ambientes lóticos são vários os fatores que podem influenciar na ocorrência e na abundância das macrófitas aquáticas de diferentes grupos ecológicos, a velocidade da corrente tem sido reconhecida como uma dos principais fatores condicionantes do crescimento e distribuição de macrófitas aquáticas em ambientes lóticos (Chambers et al., 1991); (Riis e Biggs, 2003).

Ainda de acordo com Camargo et al. (2003) altas velocidades de corrente apresentam efeitos negativos ainda maiores em macrófitas aquáticas flutuantes livres, transportando e impedindo a formação de bancos de macrófitas aquáticas desta forma biológica.

Segundo Barbosa (2013) as espécies de *Salvinia* e *Lemna* podem apresentar ampla distribuição, podendo ser consideradas espécies generalistas em relação à ocupação de nichos e apresentando grande amplitude ecológica.

Em ambientes lóticos inversamente ao que ocorre em ambientes lânticos, a colonização por macrófitas aquáticas é mais fortemente influenciada por fatores físicos e hidrológicos do que por fatores químicos (Grinberga, 2010)

O ambiente lótico se diferencia do ambiente lêntico em diferentes aspectos, e as principais diferenças entre esses ecossistemas são que em rios e riachos a corrente tende a ser um fator limitante e de controle muito mais importante do que em lagos. Outro aspecto diz respeito às trocas entre terra e água, que são mais intensas nos ambientes lóticos, e que acabam por gerar um ecossistema muito mais aberto com comunidades de metabolismo heterotrófico. Além disso, as estratificações térmicas e química são extremamente raras em ecossistemas lóticos (exceto em rios lentos de grande ordem), sendo que a tensão de oxigênio é mais alta e mais uniforme em rios. É importante ressaltar que todas estas diferenças vão proporcionar características específicas e diferenciadas na dinâmica e na estrutura das comunidades que estão adaptadas a estes ecossistemas. Os reservatórios, por sua vez, podem ser considerados ecossistemas híbridos rios/lagos. Esta peculiaridade se deve às características típicas que estes ambientes possuem, ou seja, intensa influência externa; morfologia e hidrologia distintas de lagos e rios; e fontes externas e internas de matéria orgânica (Kimel et al., 1990).

Dentro das famílias levantadas nos monitoramentos a mais representativa foi a Cyperaceae. O mesmo foi observado no estudo de Moura Junior et al. (2011), onde Cyperaceae também foi evidenciada como a família com maior riqueza, fora esse trabalho, muitos outros também obtiveram resultados parecidos como França et al. (2003) que obteve a família de Cyperaceae com a maior riqueza específica em ecossistemas aquáticos lóticos da Bahia, do Rio Grande do Norte (Henry-Silva et al. 2010) e de Pernambuco (Moura-Júnior et al., 2009). Atualmente, estima-se que existam cerca de 5.000 espécies de Cyperaceae (Govaerts et al., 2007) distribuídas em uma grande variedade de ambientes aquáticos e áreas de ecótono (Sobral-Leite et al., 2010; Henry-Silva et al., 2010).

Goetghebeur (1998) afirma que a elevada representatividade florística desta família está associada à eficiência na propagação vegetativa dos seus representantes, os quais apresentam um sistema subterrâneo formado por rizomas, tubérculos ou estolões.

Muitas variáveis importantes condicionam a ocorrência e a distribuição das macrófitas aquáticas em rios como: (i) a morfologia do canal; (ii) a declividade das margens; (iii) o sombreamento pela mata ciliar; (iv) e as interações ecológicas. Pois os ambientes lóticos podem ser compreendidos através de sua dimensão longitudinal. No sentido da nascente até a foz ocorrem diferenças na profundidade e na largura do canal, alterações no sombreamento pela mata ciliar, mudanças da velocidade de corrente, aumento da ordem do canal, dentre

outros fatores, como por exemplo os fatores abióticos que também podem influenciar nesse processo de colonização (Silva e Weerelt, 2006).

Nos ambientes lênticos as variáveis que influenciam a distribuição espacial da comunidade de macrófitas estão mais relacionadas às características físico-químicas da água, profundidade e concentração de nutrientes. Contudo, os ambientes lóticos têm maior dependência do ambiente terrestre adjacente do que os ambientes lênticos. Assim, para se entender como se dá a distribuição de macrófitas aquáticas em ambientes de água corrente é importante analisar também as variáveis da paisagem do entorno.

Estudos sobre colonização de macrófitas aquáticas em rios ainda são poucos no Brasil, o que afirma Esteves, (1998), que existe uma escassez de trabalhos realizados em rios, a despeito da importância desses ecossistemas no Brasil. Segundo Thomaz e Bini, (2003), essa escassez pode ser explicada pelo fato de que os ecossistemas lóticos brasileiros são, em geral, pouco colonizados por macrófitas aquáticas em virtude da variação acentuada dos níveis de água, dos elevados valores de turbidez e correnteza, dentre outros fatores.

Contudo estudos dessa vegetação em ambientes lóticos passam a ser de grande importância, pois diante do crescimento na produção de energia, muitos rios estão sendo barrados para a construção dos empreendimentos hidrelétricos, modificará a dinâmica do mesmo, possibilitando que as espécies que estavam presentes nesse ecossistema lótico se desenvolva em maior quantidade, colonizando outras áreas do reservatório e podendo até prejudicar o funcionamento da hidrelétrica e a produção de energia.

3.3.2FASE RESERVATÓRIO

Os empreendimentos hidrelétricos com monitoramentos de macrófitas aquáticas que apresentaram levantamentos de diversos grupos ecológicos foram: Lajeado, Cana Brava, Peixe Angical, São Salvador e Estreito. Todos os relatórios de monitoramento dessas respectivas hidrelétricas foram analisados e com os dados referentes às espécies levantadas foi montada uma tabela por empreendimento contendo táxon, família, grupos ecológicos, os anos de levantamento e a empresa responsável pela execução do trabalho.

Todos os monitoramentos foram realizados no sentido rio-barragem, a UHE do Lajeado possui o monitoramento dos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007, os quais foram executados pelo pesquisador Bianchini (2010), o qual levantou um total de 38 espécies de macrófitas aquáticas. Posteriormente no ano de 2006, 2007 e 2008 as pesquisadora Lolis (2008) e

Carreiro (2009) realizaram um levantamento no reservatório do Lajeado e obtiveram um total de 50 espécies (Lolis e Thomaz, 2011) e 52 espécies (Carreiro, 2009), porém se tratava de trabalhos de tese e dissertação.

Entretanto a área de abrangência utilizada e o esforço amostral utilizado por estas autoras foram maior que a utilizada nos estudos de monitoramento e a metodologia de amostragem também foi diferente. O número de espécies encontradas pode ser considerado alto se comparado com os resultados levantados por meio do monitoramento (Tabela 6).

Tabela 6. Espécies registradas no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhaes (=Lajeado)

Família	Táxon	UHE Lajeado Grupos ecológicos	UHE Lajeado					
			2004	2005	2006	2006	2007	2008
			Bianchini ¹	Bianchini ¹	Lolis ²	Bianchini ¹	Bianchini ¹	Carreiro
Alismataceae	<i>Echinodorus longipetalus Micheli</i>	Emergente			x			
	<i>Sagittaria sp</i>	Emersa					x	
	<i>Echinodorus sp</i>	Emergente						x
	<i>Echinodorus paniculatus Micheli</i>	Emergente			x			x
	<i>Echinodorus tenellus (Mart.) Buch.</i>	Submersa fixa			x			x
	<i>Sagittaria guayanensis H.B.K.</i>	Emergente			x			
Apiaceae	<i>Hydrocotyle sp</i>	Emersa		x			x	x
Araceae	<i>Pistia stratiotes L.</i>	Flutuante livre	x		x			x
	<i>Urospatha sagittifolia (Rudge) Schott.</i>	Emergente			x			
	<i>Xanthosoma striatipes (Kunth & Bouché) Mad.</i>	Anfíbia			x			
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata (L.) L.</i>	Anfíbia			x			x
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata Schult. & Schult.f.</i>	Submersa fixa		x	x		x	x
Characeae	<i>Chara sp</i>	Submersa fixa			x			x
	<i>Chara rusbyana M. Howe</i>	Submersa fixa						x
Commelianaceae	<i>Commelina sp</i>	Flutuante fixa			x			x

Continua...

Cyperaceae	Ciperácea	Submersa fixa							
	<i>Cyperaceae sp1</i>	Emergente							X
	<i>Cyperaceae sp2</i>	Emergente							X
	<i>Cyperus digitatus Roxb.</i>	Anfíbia			X				X
	<i>Eleocharis sp1</i>	Emersa						X	
	<i>Eleocharis sp2</i>	Emersa						X	
	<i>Oxycaryum cubense (Poepp. & Kunth) Lye</i>	Epifita	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Bulbostyllis sp</i>	Submersa fixa			X				
	<i>Cyperus reflexus Vahl</i>	Anfíbia							X
	<i>Cyperus sp 1</i>	Anfíbia							X
	<i>Cyperus brevifolius (Rottb.) Hassk.</i>	Emergente							X
	<i>Cyperus esculentus L.</i>	Anfíbia			X				X
	<i>Cyperus gardneri Nees</i>	Anfíbia			X				
	<i>Cyperus giganteus Vahl.</i>	Emergente			X				
	<i>Cyperus haspan L.</i>	Anfíbia			X				X
	<i>Cyperus luzulae (L.) Retz.</i>	Emergente			X				
	<i>Cyperus surinamensis Rottb.</i>	Anfíbia			X				X
	<i>Eleocharis filiculmis Kunth</i>	Emergente			X				
	<i>Eleocharis interstincta (Vahl) Roem. & Schult.</i>	Emergente			X				X
	<i>Eleocharis minima Kunth</i>	Submersa fixa							X
	<i>Fimbristylis miliacea (L.) Vahl</i>	Anfíbia							X
	<i>Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl.</i>	Anfíbia							X

	<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth	Emergente					x	
	<i>Fiurema umbellata</i> Rottb.	Emergente					x	x
	<i>Rhyncospora corymbosa</i> (L.) Britt.	Emergente					x	x
Hydrocharitaceae	<i>Apalanthe granatensis</i> (Humb & Bonpl.) Planch	Submersa fixa					x	x
Juncaceae	<i>Juncus</i> sp	Emergente						x
Lemnaceae	<i>Lemna</i> sp	Flutuante livre						x
Lentibulariaceae	<i>Utricularia breviscarpa</i> Wright ex Griseb.	Submersa livre					x	
	<i>Utricularia foliosa</i> L.	Submersa livre	x	x	x	x	x	x
	<i>Utricularia gibba</i> L.	Submersa livre	x	x	x	x	x	x
Limnocharitaceae	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buch.	Emergente					x	x
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	Flutuante fixa					x	x
Marsileaceae	<i>Marsilea crotofora</i> D.M. Johnston	Flutuante fixa						x
N Identificada	Sp1						x	
	Sp						x	
	Sp2						x	
	Não identificada 1							x
	Não identificada 2							x
	Não identificada 3							x
	Não identificada 4							x
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i> sp	Flutuante fixa						x
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus	Submersa fixa					x	
	<i>Najas</i> sp	Submersa fixa		x			x	x

	<i>Najas microcarpa</i> K. Schum.	Submersa fixa							X
Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) Hara	Emergente							X
	<i>Ludwigia sedoides</i> (H. B. K.) Hara	Flutuante fixa		X				X	X
	<i>Ludwigia</i> sp	Emergente	X						X
Poaceae	<i>Paspalum repens</i> Berg.	Flutuante fixa						X	X
	<i>Poaceae</i> sp1	Emergente						X	X
	<i>Poaceae</i> sp2	Emergente						X	
Polygonaceae	<i>Poligonum</i> sp	Emersa		X			X	X	X
	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	Emergente						X	
	<i>Polygonum hidropiperoides</i> Michx.	Emergente						X	
	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	Emergente						X	
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Flutuante livre	X	X	X			X	X
	<i>Pontederia parviflora</i> Alexander	Emersa	X	X	X			X	X
	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth.	Flutuante fixa			X				X
	<i>Eichhornia diversifolia</i> (Vahl) Urb.	Pontederiaceae			X				
	<i>Heteranthera</i> sp	Emergente			X				
Pontomogenaceae	<i>Pontomogeton</i> sp	Submersa fixa							X
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	Flutuante livre	X	X	X	X	X	X	X
Scrophulariaceae	<i>Bacopa salzmannii</i> (Benth.) Wettst. Ex. Edwall	Emergente							X
	<i>Bacopa arenaria</i> (J.A. Schmidt) Edwal	Anfíbia				X			X
TOTAL			8	11	50	4	15	52	

FONTE: Relatórios dos monitoramentos de macrófitas aquáticas na fase reservatório. Adaptado pela autora.

Do total de 61 táxons levantado na UHE Lajeado, 24 espécies são referentes aos grupos ecológicos de anfíbias (9) e emergentes (16). A tipologia ecológica de maior ocorrência no reservatório da UHE Lajeado foram as emergentes.

As espécies mais abundantes encontradas nos estudos foram *Salvinia auriculata* e *Oxycaryum cumbenses*. Seguida por *Eichhornia crassipes*, *Utricularia foliosa* L e *Utricularia gibba* L. Segundo Bianchini et al, (2010), no Brasil a presença dessas espécies podem ser consideradas comuns. Segundo Lolis, (2011), a primeira espécie a colonizar o reservatório foi *Salvinia auriculata* que ocupou algumas regiões do corpo central do reservatório e de seus tributários. Posteriormente, outras espécies colonizaram esse reservatório: *Pistia* sp, *Utricularia* sp, *Najas* sp, *Ludwigia* spp e espécies de Cyperaceae e Poaceae.

A UHE Cana Brava possui monitoramentos referentes aos anos de 2003 a 2009, a maioria dos levantamentos foi feitos pela empresa de consultoria Borsari Engenharia, exceto o realizado no ano de 2004, que foi executado pela empresa Oikos Ltda. Contudo foi levantado um total de 38 táxons de macrófitas aquáticas. (Tabela 7).

Tabela 7. Espécies registradas no reservatório da UHE Cana Brava.

UHE Cana Brava										
Família	Táxon	Grupos ecológicos	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
			Borsari ¹	Oikos ²	Borsari ¹	Borsari ¹	Borsari ¹	Borsari ¹	Borsari ¹	
Alismataceae	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Emergente				x	x	x		
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Flutuante livre	x		x				x	
Characeae	<i>Chara rusbyana</i>	Submersa fixa				x			x	
	<i>Nitella diffusa</i>	Flutuante livre							x	
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Emergente	x				x	x	x	
Cyperaceae	<i>Bulbostyllis capilaris</i>	Emergente					x	x		
	<i>Cyperus acicularis</i>	Epífita				x				
	<i>Cyperus brevifolius</i>	Epífita				x				
	<i>Cyperus difformis</i>	Epífita				x				
	<i>Cyperus ferax</i>	Epífita	x			x			x	
	<i>Cyperus giganteus</i>	Epífita				x				
	<i>Cyperus papyrus</i>	Epífita				x				
	<i>Cyperus rotundus</i>	Epífita	x						x	
	<i>Cyperus spp</i>	Epífita	x			x	x	x	x	
	<i>Fimbristyllis milliacea</i>	Epífita	x							
	<i>Rhynchospora aurea</i>	Epífita	x			x			x	
	<i>Rhynchospora sp</i>	Epífita				x				
	Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i>	Emergente				x			
	Gramineae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Emergente	x			x			x
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i>	Flutuante livre	x						x	
	<i>Lemna sp</i>	Flutuante livre					x	x		
Lentibulariaceae	<i>Utricularia globosa</i>	Submersalivre							x	
	<i>Utricularia gibba</i>	Submersa livre					x	x	x	
Onagraceae	<i>Ludwigia elegans</i>	Epífita	x			x			x	

Continua...

	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Epífita	x							x
	<i>Ludwigia sericea</i>	Epífita	x							x
	<i>Ludwigia spp</i>	Epífita	x				x	x	x	x
Poaceae	<i>Brachiaria arrecta</i>	Emergente								x
	<i>Brachiaria mutica</i>	Emergente					x	x	x	
	<i>Brachiaria subquadripara</i>	Emergente	x	x	x		x	x	x	
	<i>Echinochloa polystachya</i>	Emergente	x				x	x	x	x
	<i>Panicum repens</i>	Emergente					x	x	x	x
	<i>Panicum rivulare</i>	Emergente					x			
	<i>Panicum sp</i>	Emergente					x			
	<i>Paspalum repens</i>	Emergente						x	x	
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	Flutuante livre	x	x	x		x	x	x	x
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	Emergente					x	x	x	
	<i>Pithophora sp</i>							x	x	
TOTAL			16	2	3		23	15	15	21

FONTE: Relatórios dos monitoramentos de macrófitas aquáticas na fase reservatório. Adaptado pela autora.

As espécies que apresentaram maior abundância nos respectivos monitoramentos foram: *Salvinia auriculata* e *Brachiaria Subquadripara*. As famílias mais representativas em número de espécies foram Cyperaceae (11 espécies) e Onagraceae (5 espécies), resultado equivalente foi registrado no trabalho realizado por Carreiro (2009) no reservatório do Lajeado, onde as famílias mais representadas foram Cyperaceae (17 espécies), seguida por Onagraceae, Alismataceae e Pontederiaceae (três espécies cada). Os grupos ecológicos com maior representatividade nos estudos realizados no reservatório de Cana Brava foram: epífitas e flutuantes livres.

Salvinia auriculata e *Brachiaria Subquadripara* foram umas das espécies pioneiras do reservatório de Cana Brava. Segundo informações contidas no monitoramento da vegetação aquática em Cana Brava, entre os anos de 2004 e 2005 houve a retirada das macrófitas aquáticas do reservatório, como observa na tabela nesses referidos anos houve uma diminuição no número de espécies levantadas nos monitoramentos, posteriormente o número de espécies aumentou.

A UHE de Peixe Angical possui monitoramentos dos anos de 2007 a 2009 e 2011, os mesmos foram executados pela empresa de Consultoria Ambiental Life, foi levantado um total de três táxons, a espécie que apresentou maior abundância foi a *Najas sp.* A família que apresentou mais espécies no estudo foi a Najadaceae, planta aquática submersa fixa (Tabela 8).

Tabela 8. Espécies registradas no reservatório da UHE Peixe Angical.

UHE Peixe Angical							
Família	Táxon	Grupos ecológicos	2007 Life ¹	2008 Life ¹	2009 Life ¹	2011 Life ¹	
Najadaceae	<i>Najas sp.</i>	Submersa	x	x	x		
	<i>Najas microcarpa</i>	Submersa					x
Characeae	<i>Nitella sp.</i>	Submersa fixa		x			
TOTAL			1	2	1		1

FONTE: Relatórios dos monitoramentos de macrófitas aquáticas na fase reservatório. Adaptado pela autora.

O empreendimento de São Salvador possui um plano de manejo de macrófitas que possui monitoramentos dos meses de dezembro de 2009, abril de 2010, agosto de 2010 e março de 2011. Os mesmos foram realizados pela empresa Escosafe engenharia e apresentou um total de 35 táxons levantados, pelo qual as espécies que apresentaram maior abundância

foram: *Cyperus luzulae*, *Eleocharis elegans*, *Eleocharis mínima* e *Najas conferta*. A família que apresentou maior quantidade de espécies foram Cyperaceae (7 espécies), seguido por Poaceae (4 espécies) e Onagraceae (3 espécies) Tabela 9.

Tabela 9. Espécies registradas no reservatório da UHE São Salvador.

UHE São Salvador						
Família	Táxon	Grupos ecológicos	dez/09 Ecosafe ¹	abr/10 Ecosafe ¹	ago/10 Ecosafe ¹	mar/11 Ecosafe ¹
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Emergente	x			
Characeae	<i>Chara sp</i>	Submersa fixa	x			
	<i>Nitella sp</i>	Submersa fixa		x	x	
Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i>	Epífita	x			
	<i>Cyperus luzulae</i>	Epífita	x	x	x	x
	<i>Cyperus distans</i>	Epífita	x			
	<i>Cyperus odoratus</i>	Epífita		x	x	x
	<i>Eleocharis elegans</i>	Emergente	x	x	x	
	<i>Eleocharis mínima</i>	Submersa	x	x	x	x
	<i>Rynchospora sp.</i>	Emergente				x
Fabaceae	<i>Mimosa invisa</i>		x			
Juncaceae	<i>Juncus sp.</i>	Emergente			x	
Limnocharitaceae	<i>Limnocharis laforestii</i>	Emersa	x	x		x
	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Emergente				x
Lythraceae	<i>Cuphea mevilla</i>	Emergente				x
Marsileaceae	<i>Marsilea crotophora</i>	Flutuante fixa				x
Menyanthaceae	<i>Nymphoides sp</i>	Flutuante fixa			x	
Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i>					x
	<i>Spermacocce sp.</i>					x
Najadaceae	<i>Najas conferta</i>	Submersa	x	x	x	x
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea sp</i>	Flutuante fixa	x			
						x
Onagraceae	<i>Ludwigia elegans</i>	Epífita	x	x		Continua...

Continua...

	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Epífita	x	x		x
	<i>Ludwigia sedoides</i>	Epífita			x	x
Poaceae	<i>Brachiaria subquadripara</i>	Emergente			x	
	<i>Paspalum sp</i>	Emergente	x			
	<i>Brachiaria sp.</i>	Emergente				x
	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Emergente				x
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Emergente	x			x
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>	Flutuante fixa				x
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	Flutuante livre			x	x
	<i>Salvinia molesta</i>	Flutuante livre				x
Typhaceae	<i>Typha sp</i>	Emergente	x			
	<i>Fimbristylis sp</i>		x			x
TOTAL			17	12	11	19

FONTE: Relatórios dos monitoramentos de macrófitas aquáticas na fase reservatório. Adaptado pela autora.

A Usina Hidrelétrica de Estreito possui monitoramento referente aos anos de 2011 e 2012, foi realizado pela empresa de Consultoria Ambiental Borsari Engenharia, o levantamento registrou um total de 13 espécies de macrófitas aquáticas. A maioria das espécies registradas foi abundantes, exceto *Ceratopteris pteridoides* e *Caperonia casteneifolia*, apareceram somente no ano de 2011 (Tabela 10).

Tabela 10. Espécies registradas no reservatório da UHE Estreito.

UHE Estreito				
Família	Táxon	Grupos ecológicos	2011 Borsari ¹	2012 Borsari ¹
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> Linnaeus	Flutuante livre	x	x
Cyperaceae	<i>Carex spp</i>	Emergente	x	x
	<i>Cyperus spp</i>	Epífita	x	x
	<i>Oxycarium cubense</i> (Poepp. & Kunth) Lye	Epífita	x	x
	<i>Rynchospora aurea</i> Vahl	Emergente	x	x
	<i>Caperonia casteneifolia</i> (L.) A. St.-Hil.	Emergente		x
Lemnaceae	<i>Lemna sp</i>	Flutuante livre	x	x
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) O. Kuntze	Flutuante fixa	x	x
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i> (Mart.) H. Hara	Epífita	x	x
Parkeriaceae	<i>Ceratopteris pteridoides</i> (Hook.) Hieron.			x
Poaceae	<i>Brachiaria subquadripara</i> (Trin.) Hitchc.	Emergente	x	x
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	Flutuante livre	x	x
	<i>Salvinia cf. herzogii</i> de la Sota	Flutuante livre	x	x
TOTAL			11	13

FONTE: Relatórios dos monitoramentos de macrófitas aquáticas na fase reservatório. Adaptado pela autora.

As espécies *Salvinia auriculata* e *Brachiaria Subquadripara* também colonizaram a UHE de Estreito no ano de 2011 e 2012, foram também espécies pioneiras no reservatório de Cana Brava.

Diante da descrição sobre o processo de colonização desses empreendimentos é possível observar que existem muitas espécies e grupos ecológicos em comum entre esses reservatórios, as espécies pioneiras, por exemplo, *Salvinia*, *Cyperus*, *Oxycaryum* e *Najas*, são espécies que apareceram em todos os reservatórios monitorados, são espécies que segundo a literatura são comuns em reservatório recém-formados, podendo se tornar daninhas com o passar do tempo. Além disso, estas espécies podem apresentar grande potencial de infestação, e em alguns locais, podem formar habitats propícios ao desenvolvimento de vetores de doenças.

A *Salvinia auriculata*, pertencente a família Salviniaceae, macrófita aquática flutuante livre é muito comum em água doce, e sob condições favoráveis é rapidamente disseminada por propagação vegetativa, podendo colonizar extensas superfícies de água em um tempo reduzido (Gardner e Al-Hamdani, 1997).

Alguns exemplos de plantas aquáticas daninhas comumente encontradas nos reservatório brasileiros são: *Azolla caroliniana* Willd. (azola, tapete d'água, musgo d'água, samambaia-aquática), *Egeria densa* Planch. (elodea, elodea brasileira, erva d'água), *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (aguapé, baronesa, rainha dos lagos), *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (dama do lago, orelha de veado, aguapé), *Lemna valdiviana* Phil. (lentilha-da-água, pasta-miúda, pesca-miúda), *Pistia stratiotes* L. (alface d'água, pasta, lentilha d'água), *Salvinia auricula* Aubl. (carrapatinho, murué, erva-de-sapo) e *Wolffia brasiliensis* Wedd. (lodinho-verde) (Lorenzi, 2008).

Como todos esses registros de espécies, ou melhor, todos esses monitoramentos após a LO, foram realizados nos primeiros anos do enchimento, observa-se também que foi ocorrendo um aumento das espécies comparando o primeiro ano monitorando com o último ano. Essas explosões populacionais logo após a formação de um ambiente aquático lêntico podem ser comumente registradas. Esse fato tem sido constatado após a construção de reservatórios, como foi o caso de Tucuruí (Brasil) e Kariba (África) (Tundisi, 1994; Mitchell et al., 1990).

Segundo Thomaz (2002) essas explosões estão associadas com os pulsos iniciais de nutrientes decorrentes da formação desses sistemas. O mesmo autor ressalta ainda que os fatores que afetam a colonização de reservatórios por macrófitas aquáticas relacionam-se: à estrutura dos habitats, cuja heterogeneidade pode ser reduzida ou incrementada após a formação do novo ambiente; ao padrão de flutuação dos níveis de água imposto pelo reservatório; à velocidade da água, menor nestes ambientes; e à sedimentação, mais acentuada nos reservatórios, que resulta em maior penetração de luz e perda de nutrientes da coluna de água.

As famílias mais representativas de todos esses monitoramentos analisados foram: Cyperaceae, Poaceae, Onagraceae, Alismataceae, Pontederiaceae e Najadaceae.

A família Pontederiaceae, tem se destacado na colonização em muitos reservatórios, nesta família estão incluídas as espécies conhecidas popularmente como aguapés, representadas no Brasil principalmente pelos gêneros *Heteranthera*, *Pontederia* e *Eichhornia*, sendo esta última a de maior importância e ocorrência (Klein e Amaral, 1988). As famílias

Cyperaceae e Poaceae, ocorrem com grande número de espécies em reservatórios, Esta informação corrobora com os trabalhos realizados em reservatórios feitos por Martins et al. (2003), Pivari et al. (2008), Pitelli et al. (2008), Carvalho et al. (2003), Carvalho et al. (2005), Martins et al. (2008) para o Sudeste; e Henry-Silva et al. (2010) para o Nordeste. Estas famílias tem grande destaque pela presença intensiva em muitas regiões e pelo grande número de espécies (Gil e Bove 2004). Além disso, os representantes dessas famílias são perenes, dominando completamente os ambientes no período de redução da coluna d'água (Bove et al., 2003).

No que diz respeito à classificação quanto à forma biológica, do total de espécies identificadas no presente trabalho, os grupos mais frequentes encontrados nos monitoramentos foram flutuantes livres, emergentes, epífitas e submersas fixas.

As assembleias de plantas aquáticas flutuantes livres podem estar relacionadas com a concentração de nutrientes em água, ao passo que locais no reservatório que permitam maior penetração da luz solar podem-se destacar como ideais para ocorrência de espécies submersas (Martins et al., 2008). Esse fato pode explicar as variações encontradas na comunidade de plantas aquáticas avaliadas nos diferentes reservatórios.

As espécies emergentes são caracterizadas por colonizar áreas marginais em locais mais rasos. Segundo Sculthorpe (1967), a margem dos reservatórios constitui a área de interface entre o ambiente terrestre e o aquático, onde ocorre uma grande diversidade de espécies e de formas biológicas, principalmente, as anfíbias e emergentes.

O monitoramento periódico das plantas aquáticas permite avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações em cada reservatório, auxiliando na identificação de focos iniciais de plantas de alto risco para as atividades das usinas hidrelétricas, além de fornecer subsídios para as medidas efetivas de controle ou manejo, conforme a diversidade de espécies presentes no ambiente (Bini et al., 1999; Neiff et al., 2000). Assim, estes estudos podem envolver amostragens em vários ecossistemas ou em várias estações de coleta de um mesmo ecossistema, e os resultados podem ser utilizados na elaboração de modelos preditivos (Thomaz, 2002).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos estudos analisados foi possível observar que os reservatórios são ambientes que proporcionam locais adequados para a colonização por macrófitas aquáticas, e que essas

plantas tendem a ocupar esses ambientes em maior proporção, principalmente nos primeiros anos do enchimento. Os monitoramentos mostraram que as espécies de plantas aquáticas como, *Salvinia auriculata*, *Oxycaryum cubenses*, *Najas microcarpa* e *Cyperus* spp são consideradas comuns em reservatórios brasileiros e foram às pioneiras nos reservatórios monitorados da Bacia do Rio Tocantins. Mostraram também que os tipos ecológicos tendem a se diferenciar da fase rio para a fase reservatório, enquanto na fase rio, as emergentes dominaram, na fase reservatório as áreas de amostragem foram dando espaços para as flutuantes livres e submersas.

As características específicas de cada empreendimento, como dinâmica da água, transparência, tempo de renovação e outros, influenciam no processo de colonização ao longo do tempo. Desse modo o acompanhamento sistematizado do processo pode contribuir na elaboração de modelos para prever a ocorrência de macrófitas aquáticas em outros reservatórios planejados ou em fase inicial de construção.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, D. A. **Efeitos dos fatores ambientais na comunidade de macrófitas aquáticas em pequenos cursos lóticos perenes subtropicais**. Dissertação apresentada ao PPG em Biologia de ambientes Continentais. 45p. 2013.

BINI, L. M. et al. **Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil**. Hydrobiologia, v. 415, n. 1, p. 147-154, 1999.

BOVE, C.P.; GIL, A.S.B.; MOREIRA, C.B.; BARROS DOS ANJOS, R.F., Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 17, n. 1, p. 119-135. 2003.

BRIGANTE, J; ESPÍNDOLA, E.L.G. Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Rima, 278 p, 2003.

CALOW, P e PETTS, G. **River biota diversity and dynamics**. Blackwell Science. 1996.

CAMARGO, A. F. M; PEZZATO, M. M.: SILVA, G. G. H. **Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas**. IN: Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Ed. Universidade Estadual de Maringá, 2003.

CARREIRO, Z. C. **Variação temporal da composição de macrófitas aquáticas no reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães e espécies indicadoras de ambientes antropizado**. Dissertação apresentada ao PGCiamb. Palmas, 43 p. 2009.

CARVALHO, F. T. et al. **Influência da turbidez da água do rio Tietê na ocorrência de plantas aquáticas**. *Planta Daninha*, v. 23, n. 2, p. 359-362, 2005.

CARVALHO, F. T. et al. **Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê**. *Planta Daninha*, v. 21, p. 15-20, 2003. (Edição Especial)

CHAMBERS, P.A., PREPAS, E.E., HAMILTON, H.R., BOTHWELL, M.L. **Current velocity and its effect on aquatic macrophytes in flowing waters**. *Ecological Applications*, 1, p. 249-257. 1991.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia** (segunda edição) FINEP, Rio de Janeiro. 602p. 1998.

FRANÇA, F.; MELO, E.; NETO, A.G.; ARAÚJO, D.; BEZERRA, M.G.; RAMOS, H.M.; CASTRO, I.; GOMES, D. Flora vascular de açudes de uma região do Semi-árido da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.17, n.4, p.549-559, 2003.

GARDNER, J.L.; AL-HAMDANI, S.H. Interactive effects of aluminum and humic substances on *Salvinia*. **Journal of Aquatic Plant Management** 35:30-34.1997.

GIL, A.S.B. e BOVE, C.P. **O gênero *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) nos ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro**. *Arq. Mus. Nac.*, Rio de Janeiro, 62(2), 131-150. 2004.

GOETGHEBEUR, P. Cyperaceae. In: Kubitzki, K. (ed.). **The families and genera of vascular plants**. Springer, Berlin. Pp. 141-190.1998.

GOVAERTS, R., D. A. SIMPSON, P. GOETGHEBEUR, K. L. WILSON, T. EGOROVA.; J. BRUHL. **World checklist of Cyperaceae**. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. 2007.

GRINBERGA, L. **Environmental factors influencing the species diversity of macrophytes in middle-sized streams in Latvia**. *Hydrobiology*, 656, 233-241. 2010.

HENRY-SILVA, G. G.; MOURA, R. S. T.; DANTAS, L. L. O. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 22, n. 2, p. 147-156, 2010.

HENRY-SILVA, G.G e CAMARGO, A.F.M. Impacto do lançamento de efluentes urbanos sobre alguns ecossistemas aquáticos do município de Rio Claro (SP). *Revista Ciências Biológicas e do Ambiente*, 2(3): 317-330, 2000.

KIMMEL, B. L.; LIND, O. T.; PAULSON, L. J. Reservoir primary production. In: Thornton, K. W.; Kimmel, B. L. & Payne, F. E. (eds.). *Reservoir Limnology. Ecological Perspectives*. Awiley - Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, p. 133-193. 1990.

KLEIN, V.L.G. e AMARAL, F.C.S. Plantas daninhas aquáticas flutuantes. **Informe Agropecuário** 13(150): 35-43. 1988.

LOLIS, S. F. e THOMAZ, S. M. **Monitoramento da composição específica da comunidade de macrófitas aquáticas no Reservatório Luis Eduardo Magalhães.** *Planta Daninha*, v. 29, p. 247-258, 2011.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** 4. ed. São Paulo: Nova Odessa. 640 pg. ISBN 85-86714-27-6.2008.

MARTINS, D. et al. **Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do Estado de São Paulo.** *Planta Daninha*, v. 26, n. 1, p. 17-32, 2008.

MARTINS, D.; VELINI, E.D.; PITELI, R.A.; TOMAZELLA, M.S.; NEGRISOLI, E. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Ligth- RG. **Planta Daninha**, v.21, p.105-108, Edição Especial, 2003.

MITCHELL, D. S.; PIETERSE, A. H.; MURPHY, K. J. Aquatic plant problems and management in Africa. In: PIETERSE, A.H.; MURPHY, K. J. **Aquatic weeds.** New York: Oxford Science Publications, p. 341-354. 1990.

MOURA-JÚNIOR, E.G.; ABREU, M.C.; SEVERI, W.; LIRA, G.A.S.T. **O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas lógicas das macrófitas aquáticas?** *Rodriguésia*, v. 62, n. 4, p. 731-742. 2011.

MOURA-JUNIOR, E.G. ; SILVA, S.S.L. ; LIMA, L.F. ; LIMA, P.B. ; ALMEIDA JR, E. B.; PESSOA, L.M. ; SANTOS-FILHO, F.S. ; MEDEIROS, D.P.W. ; PIMENTEL, R.M.M. ; ZICKEL, C. S. **Diversidade de plantas aquáticas vasculares em açudes do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife-PE.** *Revista de Geografia* 26:263-278. 2009.

NEIFF, J. J. et al. **Prediction of colonization by macrophytes in the yaciretá reservoir of the paraná river (Argentina and Paraguay).** *R. Bras. Biol.*, v. 60, n. 4, p. 615- 626, 2000.

PITELLI, R. L. C. M. et al. **Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ.** *Planta Daninha*, v. 26, n. 3, p. 473-480, 2008.

PIVARI, M.O.; POTT, V.J.; POTT, A. Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** v.22, n.2, p. 563-571, 2008.

RIIS, T. e BIGGS, B.J.F., **Hydrobiologic and hydraulic control of macrophytes establishment and performance in streams.** *Limnology an Oceanography* 48 (4). 1488-1997. 2003.

SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações.** Ilhéus, BA : Editus, 293p. 2002.

SILVEIRA, M. P., **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios** / Mariana Pinheiro Silveira. -- Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 68p. -- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 36). 2004.

SILVA, E. e WEERELT, M. V., **Ecologia de macrófitas aquáticas em ecossistemas lóticos.** *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*. n 35 (1) p 11-18. 2006.

SMITH, S.W e PETRERE, JR. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do Rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12: 173-186, 2001.

SCULTHORPE, C.D. **The biology of aquatic vascular plants**. London: Edward Arnold Ltd. 610p. 1967.

SOBRAL-LEITE, M.; CAMPELO, M.J.A.; FILHO, J.A.S.; SILVA, S.I. Checklist das macrófitas vasculares de Pernambuco: Riqueza de espécies, formas biológicas e considerações sobre distribuição. In: Albuquerque, U.P.; Moura, A.N.; Araújo, E.L.; (org.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife, Ed. Nupeea, v2, pp.255-280. 2010.

THOMAZ, S.M. **Fatores Ecológicos Associados à Colonização e ao Desenvolvimento de Macrófitas Aquáticas e Desafios de Manejo**. *Planta Daninha*, Viçosa, v.20, p. 21-23, 2002 (Edição Especial).

THOMAZ, S.M. e BINI, L.M., **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios**. *Acta Limnol. Bras.* 10, 103-116. 1998.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidas no Brasil. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. EDUEM, Maringá. pp. 59-83. 2003.

TUNDISI, J. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Ed. RiMa, IIE, 248p. 2003.

TUNDISI, J. G. Tropical South America: Present and perspectives. In: MARGALEF, R. **Limnology now: a paradigm of planetary problems**. Amsterdam: Elsevier, p. 353-424. 1994.

VELINI, E. D. **Desenvolvimento de técnicas e equipamentos para o monitoramento e controle de plantas aquáticas, Botucatu**, 238 f. Dissertação (Livre-Docente) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

O trabalho mostrou que os estudos de monitoramento de macrófitas aquáticas precisam de maior padronização, precisam ser disponibilizados com maior facilidade para que as instituições de ensino e comunidade em geral possa ter um melhor acesso as informações contidas nos estudos.

Os estudos levantados sobre macrófitas aquáticas, principalmente os monitoramentos, ainda são diferenciados de um empreendimento para outro, precisam seguir um padrão de metodologia de estudo e de organização dos dados. Ainda existe uma grande dificuldade de encontrar os dados, não há uma organização por parte do órgão publico que seja suficiente para assegurar uma melhor disponibilização desses dados.

O trabalho indicou a necessidade de criar meios de sistematização dos documentos de licenciamentos e monitoramentos pelo órgão expedidor da licença, alimentação continua da plataforma online onde esses documentos podem ser disponibilizados e padronização das metodologias utilizadas nos monitoramentos, essas são atitudes para a melhoria das condições dessas informações oferecidas pelos estudos de licenciamento e monitoramentos.

Observa-se também com o estudo que o processo de colonização de macrófitas aquáticas em reservatórios tende a se intensificar principalmente nos primeiros anos do enchimento, o que pode de certa forma propiciar alguns problemas ambientais como: aumento de insetos causando problemas de saúde, impedir navegação, lazer e recreação. Desse modo os estudos realizados pelo empreendedor, que são os monitoramentos, podem contribuir significativamente com informações que possam ser analisadas e discutidas para possíveis soluções futuras, pois afinal o crescimento desordenado desses vegetais podem trazer prejuízos tanto para o empreendedor, como para o órgão ambiental e comunidade em geral.

As informações geradas pelo presente estudo mostra que se houver um acompanhamento sistematizado do processo, os estudos de macrófitas aquáticas poderão contribuir na elaboração de modelos para prever a ocorrência de macrófitas em outros reservatórios planejados ou em fase inicial de construção.