

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF  
DIVISÃO DE MEIO AMBIENTE DE GERAÇÃO - DEMG

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO  
DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA E OPERAÇÃO  
COM DESCARREGADOR DE FUNDO**

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS  
CTNE - 92.2015.3150.00**



**4º RELATÓRIO MENSAL**

**ABRIL/2016**



**CARUSO JR**

ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

FLORIANÓPOLIS /SC: Rua Dom Jaime Câmara, 170 - 12º andar

Centro - CEP: 88015-120 - Fone/Fax: (48) 3223-4620

E-mail: contato@carusojrea.com.br

Home page: www.carusojrea.com.br

# MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

## VERSÃO FINAL

**Caruso Jr Estudos Ambientais e Engenharia Ltda.**  
Rua Dom Jaime Câmara 170, 12º Andar – Ed. Prime Tower – Centro  
CEP: 88015-120 – Fone/Fax: (48) 3223-4620 - Florianópolis / SC  
[www.carusojrea.com.br](http://www.carusojrea.com.br) - contato@carusojrea.com.br

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	2
2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS .....	3
2.1. INTRODUÇÃO .....	3
2.2. OBJETIVOS .....	4
2.3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	4
2.3.1. Pontos de monitoramento e períodos de amostragem .....	4
2.3.2. Amostragem da Biomassa .....	6
2.3.3. Sensoriamento remoto dos bancos monitorados .....	7
2.3.4. Análise dos Dados .....	7
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	10
2.4.1. Riqueza, levantamento florístico e frequência de ocorrência .....	10
2.4.2. Biomassa .....	20
2.4.1. Dispersão Espacial (Georreferenciamento) .....	24
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	30
3. EQUIPE TÉCNICA .....	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

## 1. APRESENTAÇÃO

A CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA., contratada para realizar os Serviços do **Programa de Monitoramento do Rio São Francisco Durante o Período de Vazão Reduzida e Operação com Descarregador de Fundo**, que consiste em um conjunto de medidas destinadas a identificar, relatar e monitorar os eventos adversos relacionados a essa operação. A Chesf irá realizar o Monitoramento da Qualidade de Água, Monitoramento da Cunha Salina, Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, Monitoramento dos Processos Erosivos, Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Sedimentos, Pesca Artesanal e Resgate de Ictiofauna, a jusante da UHE Sobradinho.

Este relatório contempla o detalhamento dos serviços que serão executados pela equipe técnica da CARUSO JR ao longo do contrato, junto à Divisão de Meio Ambiente de Geração da CHESF - DEMG/CHESF, e tem escopo as exigências apresentadas nas Especificações Técnicas ET-DEMG-12/2015.

## 2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

### 2.1. INTRODUÇÃO

Macrófitas aquáticas são plantas visíveis a olho nu “cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente ou por alguns meses em cada ano, submersas em água ou flutuantes em sua superfície” (COOK et al., 1974; ESTEVES, 2011). Essas plantas participam diretamente da ciclagem dos nutrientes, assim como, protegem as margens de rios, lagos e lagoas contra a erosão (ESTEVES, 2011). São extremamente úteis na proteção de organismos em fases jovens (larvas), tais como, insetos e peixes, e, ainda servem como substrato para o perifíton, dentre outras finalidades (POTT e POTT, 2000; ESTEVES, 2011).

Entretanto, o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas invasoras é reportado como uma das principais causas da perda da biodiversidade aquática no mundo, sendo a erradicação dessas plantas custosa e dispendiosa (BRUNDU, 2015). Além dos danos ecológicos supracitados, a proliferação de macrófitas aquáticas invasoras pode causar prejuízos a diversas atividades humanas, como por exemplo, navegação, agricultura, abastecimento público e geração de energia por hidrelétricas (ESTEVES, 2011). Nesse último caso, os “bancos” (aglomerados de espécimes flutuantes) de macrófitas aquáticas encalham nas turbinas de geração de energia das hidrelétricas, causando nessas turbinas, perda de força motriz e, conseqüentemente, redução do potencial de geração (MOURA-JUNIOR et al., 2011).

Nesse contexto, a estimativa de produtividade primária (avaliação temporal da biomassa ou quantidade de matéria orgânica, expressa pelo peso úmido ou seco de cada espécie, por unidade de área ou volume), surge como uma importante ferramenta no monitoramento de macrófitas aquáticas, podendo identificar eventos de bioinvasão (POMPEO e MOSCHINI-CARLOS, 2003) e, conseqüentemente, evitar os danos sócio-ambientais relacionados ao crescimento desordenado dessas plantas. A utilização do sensoriamento remoto também consiste em uma ferramenta importante no manejo de macrófitas invasoras (PIVARI, 2011). Essa ferramenta obtém informações sobre extensão de áreas colonizadas para macrófitas aquáticas pela utilização de imagens de satélite, sendo, portanto, um método não destrutivo e com resultados precisos sobre o crescimento da biomassa macrófitas aquáticas (PIVARI, 2011).

A bioinvasão de macrófitas aquáticas é reportada comumente para ambientes fortemente influenciados por variações de cota e vazão, como por exemplo, reservatórios ou hidrelétricas (BINI e THOMAZ,

2005; SOUSA et al., 2009). A variação do regime hidrológico em ambientes represados modifica as propriedades físico-químicas da água, o que altera os processos de interação interespecífica dessa comunidade, podendo, sobre determinadas situações, ocasionar a proliferação de espécies de macrófitas aquáticas invasoras (SOUSA et al., 2009). Essas espécies colonizam preferencialmente ambientes lênticos ou semi-lóticos devido, dentre vários fatores, a baixa energia hidráulica ou vazão ou as especificidades limnológicas desses ambientes (SOUSA et al., 2009; MOURA-JUNIOR et al., 2011), tais como: elevada concentração de nutrientes nitrogenados e fosfatados e reduzida turbidez (SOUSA et al., 2009).

Dessa forma, o presente monitoramento da biomassa e o sensoriamento remoto de macrófitas aquáticas em pontos específicos dos trechos sub-médio e baixo rio São Francisco, para um período de redução da vazão (800 m<sup>3</sup>/s) do rio São Francisco, permitirá a identificação de possíveis eventos de bioinvasão dessas plantas, evitando danos socioambientais nesses trechos.

## 2.2. OBJETIVOS

Este monitoramento tem como objetivo avaliar a produtividade primária (acompanhamento temporal da biomassa) e dispersão espacial (área e densidade) de macrófitas aquáticas em trechos do submédio e baixo Rio São Francisco, durante o período de vazão reduzida (800 m<sup>3</sup>/s) nesses trechos do rio, compreendendo os reservatórios neles inseridos.

## 2.3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.3.1. Pontos de monitoramento e períodos de amostragem

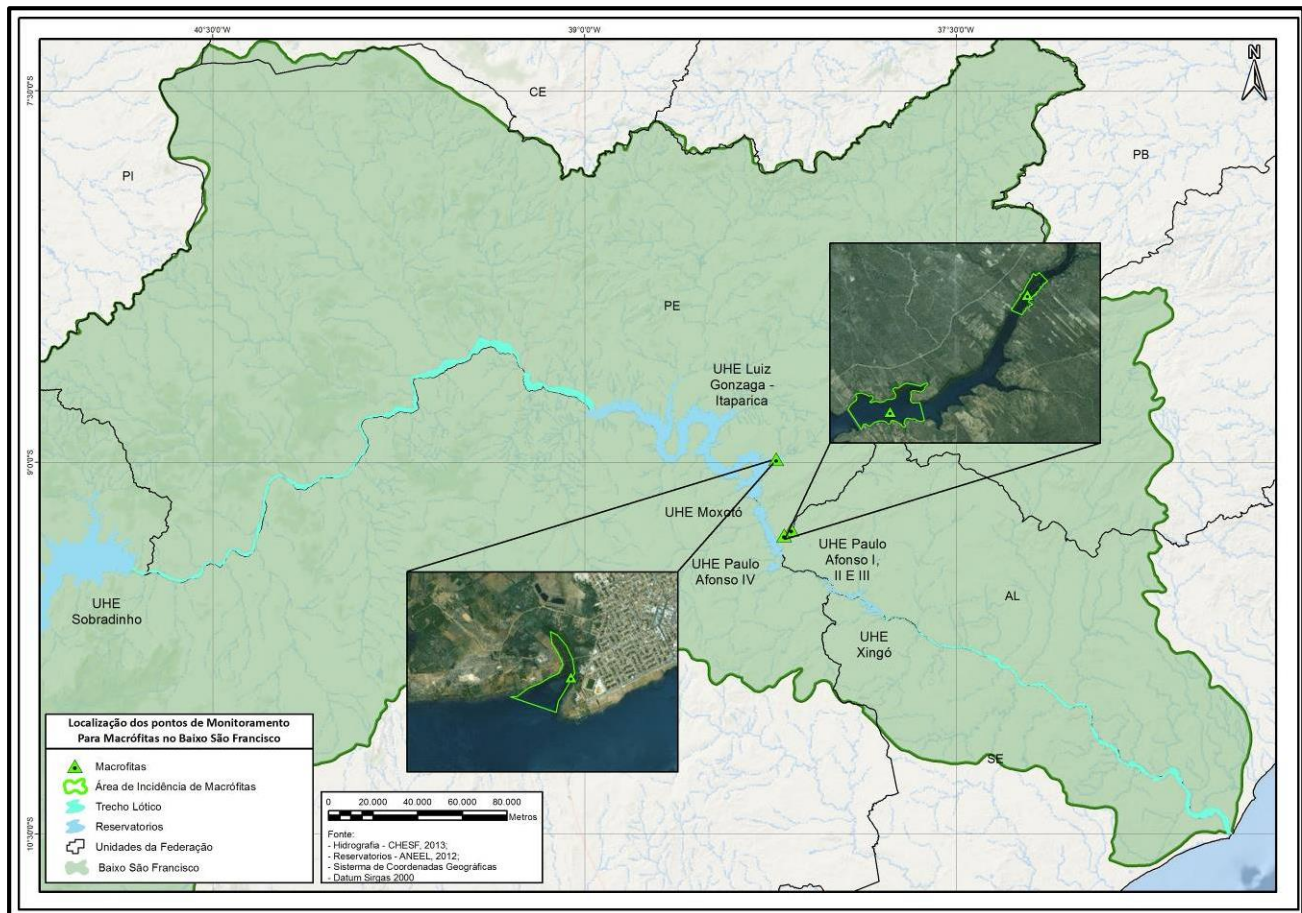
O presente monitoramento vem sendo realizado em três bancos de macrófitas aquáticas, sendo dois localizados na área de influência do rio Moxotó e um inserido no reservatório de Itaparica (Quadro 1 e Figura 1). As coletas do monitoramento tiveram início em janeiro de 2016 e se estenderão até maio de 2016, sendo as mesmas realizadas mensalmente. Os resultados apresentados nesse relatório são referentes à quarta expedição de coleta, realizada em abril de 2016. Para fins de comparação com os dados coletados em abril de 2016,

apresentamos ao longo do relatório alguns resultados obtidos na primeira, segunda e/ou terceira expedições de coleta, realizadas em janeiro, fevereiro e março de 2016, respectivamente.

**Quadro 1. Localização, descrição e coordenadas geográficas dos bancos de macrófitas aquáticas monitorados.**

Região de Ocorrência	Descrição	Coordenadas geográficas
IT PTL 01	Meandro na margem esquerda do reservatório de Itaparica, próximo à cidade de Petrolândia – PE	08°59'12.54"S
		38°13'39.53"O
MO RM Inter	Porção intermediária do Rio Moxotó, estendendo-se 500 m a montante e a jusante da coordenada de referência	09°16'17.31"S
		38° 9'58.90"O
MO RM Final (#)	Porção final do Rio Moxotó, na confluência com o reservatório da UHE Apolônio Sales, estendendo-se 500 m a montante e a jusante da coordenada de referência	09°17'43.14"S
		38°11'39.64"O

Elaboração: CARUSO JR., 2016.



**Figura 1. Mapa de localização dos bancos de macrófitas aquáticas monitorados.**

### 2.3.2. Amostragem da Biomassa

Para amostragem da biomassa foi utilizado o método destrutivo de retirada das plantas (POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003). Observou-se que o método destrutivo de avaliação da biomassa não causaria danos significativos aos bancos de macrófitas monitorados, uma vez que, a área total a ser coletada representou uma proporção pequena (<0.1%) da área total ocupada pelo banco. Para a amostragem da biomassa, seguiu-se a técnica dos quadrados amostrais (HOWARD-WILLIAMS, 1975; POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003).

Foram lançados três quadrados (com dimensão de 0,25 m<sup>2</sup> cada) ao longo de cada banco de macrófitas aquáticas monitorado, sendo esses quadrados lançados nos locais com maior heterogeneidade de espécies, seguindo a proposta de Howard-Williams (1975). Foram coletados, manualmente, todos os exemplares de macrófitas aquáticas que estivessem dentro dos quadrados amostrados. Quando necessário, um puçá adaptado com rede de nylon foi utilizado a fim de contemplar todos os indivíduos flutuantes presentes nos quadrados. O material biológico coletado foi acondicionado em saco plástico e devidamente identificado, sendo as amostras encaminhadas ao laboratório de análises de plantas aquáticas do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), onde foram triadas.

Em laboratório, o material biológico foi lavado em água corrente, sendo retirado o excesso de sedimento que estivesse aderido a cada exemplar. Durante a lavagem, o material biológico contido em cada amostra (quadrado) foi separado por espécie, sendo os exemplares de cada espécie acondicionados em sacos de papel e levados à secagem em estufa a 70°, durante 72h ou até atingir peso seco constante (POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003). Após a secagem, os espécimes foram pesados (peso seco) em balança digital, marca Plenna, modelo MEA 06100 (com erro de 0,01g ±), sendo os valores expressos em gramas de peso seco por metro quadrado - gPS/m<sup>2</sup>. As estimativas de peso seco são consideradas os melhores critérios de comparação da biomassa entre espécies de macrófitas aquáticas, devido a padronização do fator água nos tecidos vegetais dessas plantas (POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003). Determinadas espécies de macrófitas aquáticas, como por exemplo, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms podem apresentar aerênquimas (tecidos de ar para flutuação) que não acumulam água e, conseqüentemente, interferem na biomassa fresca desses organismos (POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003).



Foram coletados exemplares das espécies registradas nos bancos monitorados, as quais foram utilizadas para a confecção de exsicatas. As exsicatas foram incorporadas ao acervo do herbário do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), e encontram-se disponíveis na sede da instituição em Petrolina, Pernambuco. A lista das espécies seguiu a proposta de classificação das famílias reconhecidas pelo Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2009) para as angiospermas, e por Smith et al. (2006) para as plantas vasculares sem flores. A identificação das espécies foi fundamentada em bibliografia especializada e na compilação com os acervos do herbário do NEMA/UNIVASF.

### 2.3.3. Sensoriamento remoto dos bancos monitorados

Os métodos empregados para o sensoriamento foram realizados por meio de cruzeiros, ou caminhamentos ao redor da área ocupada pelas macrófitas aquáticas. Para tal, a mensuração destas aglomerações de macrófitas são utilizadas técnicas de georreferenciamento pelo uso de GPS, registros fotográficos e imageamento aéreo (imagens de satélite e por veículo aéreo não tripulado – VANT).

### 2.3.4. Análise dos Dados

Os resultados de biomassa das espécies registradas nos bancos de macrófitas aquáticas monitorados em abril de 2016 foram apresentados seguindo estatística descritiva (média e percentual). O percentual de frequência de ocorrência das espécies pelo total de quadrados amostrados nos três bancos de macrófitas aquáticas monitorados foi determinado pela fórmula proposta por Mateucci e Colma (1982):

$$FO = a.100/ A$$

Onde:

a = número de amostras em que o táxon ocorreu;

A = número total de amostras.

Foram realizadas estimativas de riqueza (pelo estimador CHAO 1) para avaliar possíveis variações temporais do número de espécies de macrófitas aquáticas na área de estudo. Para tanto, foram avaliados os intervalos de confiança máximo e mínimo das riquezas estimadas para cada expedição de coleta. As estimativas

de riqueza foram realizadas no software Estimates 9.1 (COWELL, 2013). Vale ressaltar que as estimativas de riqueza realizadas para o relatório passado (março de 2016) foram refeitas, visando resolver problemas inerentes às premissas matemáticas do estimador (CHAO 1). No relatório passado os cálculos para riqueza estimada foram baseados na biomassa das espécies, enquanto que para o presente relatório os cálculos foram realizados a partir da matriz de presença e ausência das espécies (requerida para o estimador CHAO 1) pelos pontos de monitoramento. Ainda assim, os padrões de riqueza apresentados no relatório anterior permaneceram inalterados utilizando a nova avaliação.

Foram realizadas análises de Similaridade para avaliar mudanças da composição florística de macrófitas aquáticas de cada ponto monitorado, em relação às quatro expedições de coleta. O teste de Monte Carlo foi realizado para indicar o limite de corte para a formação dos agrupamentos. As matrizes de composição florística foram submetidas à análise de similaridade pelo índice de Jaccard (MAGURRAN, 2004) e ordenada pelo método WPGMA, através do software PRIMER 6.0 (CLARKE e GORLEY, 2006).

O teste de variância ANOVA (com teste de Tukey a posteriori) foi utilizado para comparar o montante de biomassa coletado na atual expedição de coleta com aquele registrado para as três expedições anteriores. As análises de ANOVA foram realizadas no software Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

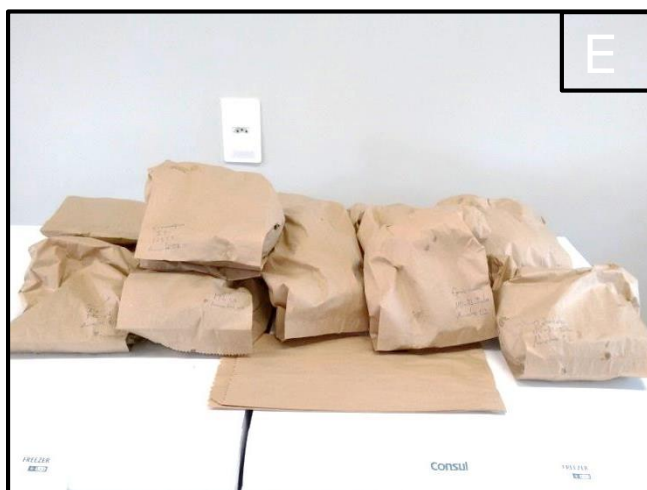


Figura 2. Coletas de biomassa nos bancos de macrófitas aquáticas monitorados (A, B, C), triagem da biomassa e separação das amostras por espécie (D), acondicionamento dos exemplares biológicos em sacos de papel madeira (E), secagem em estufa a 70°C por 72 horas (F).

## 2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.4.1. Riqueza, levantamento florístico e frequência de ocorrência

Na atual expedição de coleta (abril de 2016) foram registradas seis espécies de macrófitas aquáticas pelos três pontos de monitoramento, sendo todas citadas como invasoras para reservatórios (POTT e POTT 2000; MOURA-JUNIOR et al. 2015). Os pontos de monitoramento inseridos na área de influência do rio Moxotó apresentaram seis espécies (MO RM Final e MO RM Inter), enquanto que o ponto localizado no meandro na margem esquerda do reservatório de Itaparica (IT PTL 01) registrou duas espécies (*Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*) (Tabela 1).

A sobreposição dos intervalos de confiança da riqueza estimada para as quatro expedições de coleta evidenciou que não ocorreu variação temporal do número potencial de espécies de macrófitas aquáticas nos pontos de monitoramento (Figura 3). Dessa forma, pode-se inferir que a riqueza de macrófitas aquáticas nos bancos monitorados não foi, até o presente momento, influenciada pela redução da vazão do rio São Francisco. Contudo, vale ressaltar que os processos ecológicos em comunidades de macrófitas aquáticas são constantemente modificados no espaço e no tempo (ESTEVES 2011) e, portanto, podem ser rapidamente alterados.

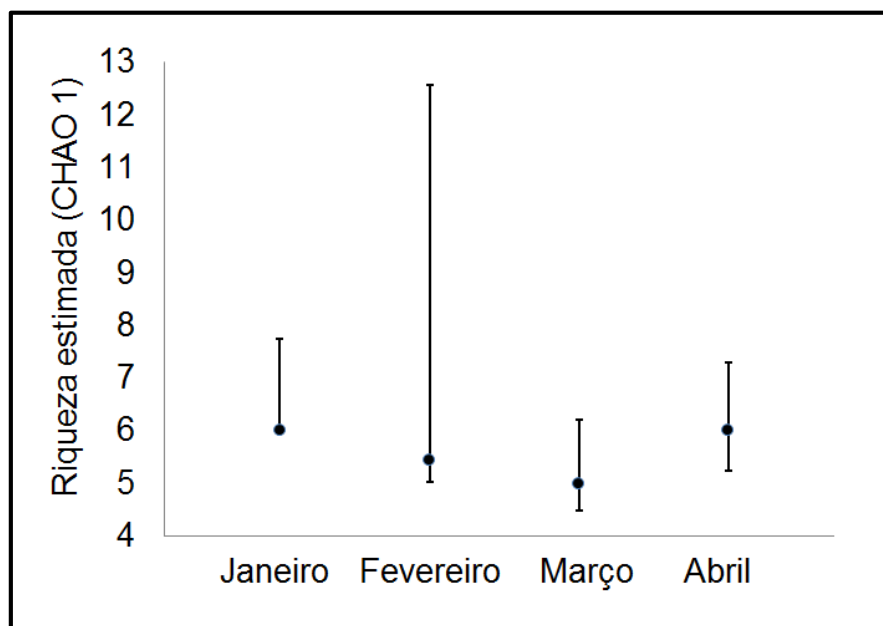
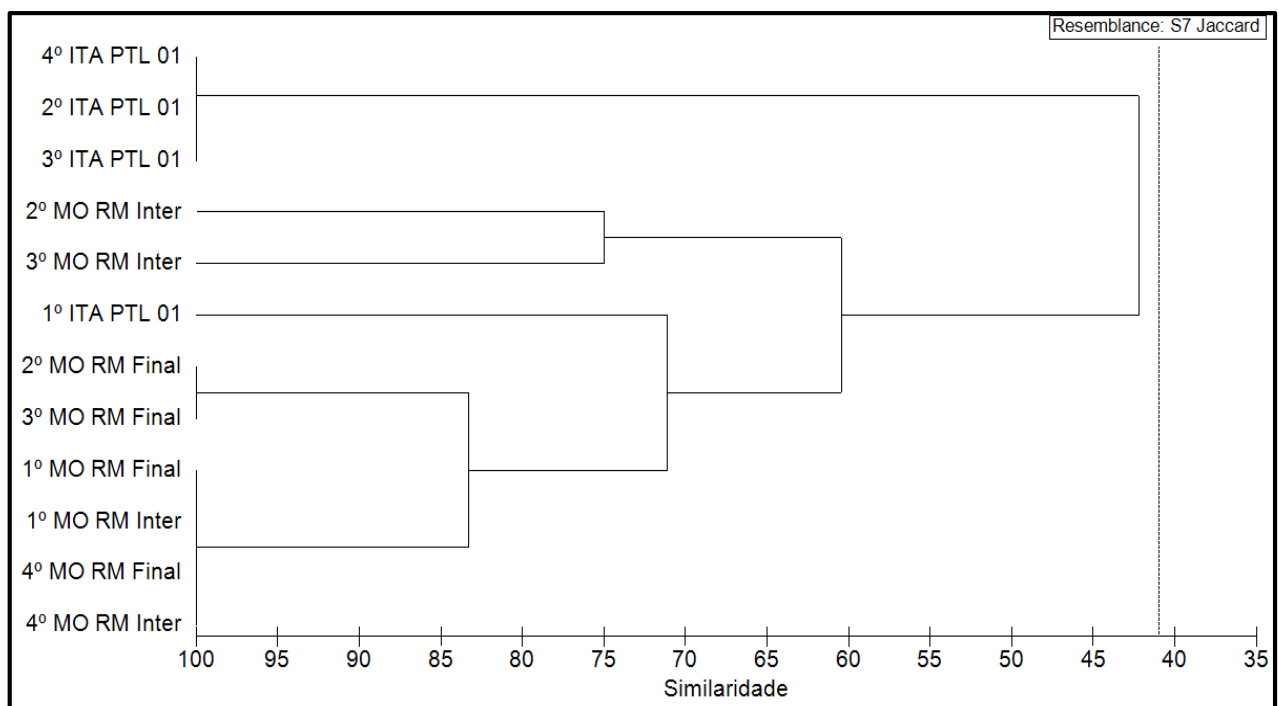


Figura 3. Intervalos de confiança e riqueza estimada (CHAO 1) de macrófitas aquáticas para as expedições de coleta de janeiro, fevereiro, março e abril de 2016.

Na atual expedição de coleta não foram registradas novas espécies em relação às expedições de janeiro, fevereiro e março de 2016. A espécie *Oxycaryum cubense* (Poepp. & Kunth) Palla foi à única registrada na atual expedição de coleta não registrada na expedição passada (março de 2016). Essa espécie ocorreu apenas nos pontos de monitoramento MO RM Final e MO RM Inter, assim como observado na expedição de coleta de janeiro de 2016. O dendrograma de similaridade evidenciou que os pontos de monitoramento inseridos na área de influência do rio Moxotó (MO RM Final e MO RM Inter) apresentaram, de maneira geral, composições florísticas semelhantes e distintas daquela registrada para o ponto de monitoramento localizado em Itaparica (IT PTL 01). Entretanto, a composição de IT PTL 01 na primeira expedição de coleta foi similar àquela registrada em MO RM Final e MO RM Inter, devido o número de espécies registradas nesse ponto, na referida expedição. As análises de similaridade indicaram também que a composição florística de cada ponto de monitoramento não apresentou modificação temporal (Figura 4). Diante desses resultados é possível inferir que tanto a riqueza quanto a composição de macrófitas aquáticas dos pontos de monitoramento não apresentaram variação temporal e, portanto, parecem não receber influência da redução da vazão do rio São Francisco.



**Figura 4. Dendrograma de similaridade florística de macrófitas aquáticas pelas expedições de coleta de janeiro (1º), fevereiro (2º), março (3º) e abril (4º), nos distintos pontos de monitoramento (MO RM Inter, MO RM Final, ITA PTL 01). A linha tracejada representa o limite mínimo de corte para formação dos agrupamentos florísticos, designado pelo teste de Monte Carlo.**

Na atual expedição de coleta, as espécies bioindicadoras de poluição *W. brasiliensis* e *S. auriculata* ocorreram nos bancos monitorados do rio Moxotó, sendo essa constatação já mencionada nos relatórios anteriores. O crescente processo de degradação do meio abiótico do rio São Francisco e, conseqüentemente, o crescimento desordenado de macrófitas aquáticas invasoras ou bioindicadoras de poluição vem sendo reportado em alguns estudos desenvolvidos na região (MOURA-JÚNIOR et al. 2011; SIQUEIRA-FILHO 2012). Segundo esses estudos, o potencial hídrico do São Francisco poderá ser inviabilizado, caso não seja realizado o acompanhamento continuado sobre a produtividade primária de macrófitas aquáticas ou serem avaliadas as fontes poluidoras determinantes para o crescimento dessas plantas.

Contudo, o baixo percentual de frequência de *W. brasiliensis* na atual expedição de coleta, atrelado a ausência dessa espécie em IT PTL 01 (fato que ainda não havia sido constatado nas expedições anteriores), podem ser considerados pontos positivos em relação qualidade ambiental do rio São Francisco. Para *S. auriculata*, observou-se igualdade do percentual de frequência de ocorrência na atual expedição de coleta em relação ao registrado em março de 2016. Esses resultados evidenciam que a distribuição espacial de *W. brasiliensis* e *S. auriculata* pelos bancos monitorados tem diminuído ou permanecido inalterada ao longo do tempo. Dessa forma, não podemos inferir que a presença dessas espécies nos pontos de monitoramento possa indicar elevado estado de degradação ambiental nos trechos avaliados do rio São Francisco. Vale ressaltar que as fontes poluidoras (compostos nitrogenados e/ou fosfatados) de rios represados podem ser, muitas vezes, provenientes de processos naturais, como por exemplo, lixiviação, erosão de mata ciliar ou acúmulo de compostos húmicos de fontes alóctones (como por exemplo, de regiões lócticas dos reservatórios) (ESTEVES, 2011).

Assim como observado nas expedições de coleta de janeiro, fevereiro e março de 2016, as espécies *E. densa* Planch., *E. crassipes* ocorreram nos três bancos de macrófitas aquáticas monitorados na atual expedição de coleta. Essas espécies foram registradas em mais de 60% dos quadrados amostrais, nos três bancos monitorados (Tabela 1). Os percentuais de frequência dessas espécies na atual expedição de coleta foram iguais aos registrados na expedição passada. Os resultados supracitados evidenciaram que a distribuição espacial das espécies nos bancos monitorados apresentou pequena oscilação ao longo dos meses de 2016 e, portanto, parece não estar sendo influenciada pela redução da vazão do rio São Francisco.

Tabela 1. Ocorrência das espécies pelos três quadrados amostrais (A1, A2, A3) dos bancos de macrófitas aquáticas monitorados (MO RM Final, ITA PTL 01 e MO RM Inter) em abril de 2016, com os respectivos percentuais de frequência de ocorrência (FO%).  
Legenda: (+) presença da espécie; (-) ausência da espécie.

Família/Espécie	MO RM Final			ITA PTL 01			MO RM Inter			FO(%)
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	
ARACEAE										
<i>Pistia stratiotes</i> L.	+	-	+	-	-	-	+	-	-	33.33
<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.	+	-	-	-	-	-	-	+	-	22.22
CYPERACEAE										
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Palla	-	+	-	-	-	-	-	+	-	22.22
HYDROCHARITACEAE										
<i>Egeria densa</i> Planch.	+	-	+	+	+	+	+	+	+	88.89
PONTEDEREIACEAE										
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	+	-	+	+	+	+	-	+	+	77.78
SALVINIACEAE										
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	+	-	-	-	-	-	-	+	-	22.22

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Segue abaixo, as fotos de campo e/ou das exsicatas confeccionadas para as espécies registradas nos bancos monitorados em janeiro, fevereiro, março e abril de 2016, junto com uma breve descrição ecológica e ou biogeográfica das mesmas. A apresentação das informações dos táxons segue a ordem alfabética das Famílias.

**FAMÍLIA:** AREACE

**Espécie:** *Pistia stratiotes* L.

**Nome Popular na região:** Alface d'água

**Nº de tombamento no herário NEMA/UNIVASF:** 3508



**Característica ecológicas/biogeográficas:** macrófitas aquáticas flutuante livre, nativa do Brasil, com registros para Ásia, África, América do Sul, América do Norte e Europa; erva anual ou perene; utilizada como ornamental, forrageira e medicinal; propaga-se rapidamente por estões ou por sementes; é agressiva e se adensa rapidamente, principalmente em águas poluídas ou rica em nutrientes nitrogenados e fosfatados (POTT e POTT, 2000); é considerada uma séria invasora em vários países, podendo bloquear navegação (LORENZI, 2008).



**FAMÍLIA: AREACE**

**Espécie:** *Wolffia brasiliensis* Wedd.

**Nome Popular na região:** Lentilha d'água

**Nº de tombamento no herário NEMA/UNIVASF:** não apresenta exsicata. Os espécimes coletados não resistiram ao procedimento de pesagem e/ou desidratação.



**Fonte das imagens: (A, B) - Go Botany (2016).**

**Característica ecológicas/biogeográficas:** macrófitas aquáticas flutuante livre, nativa do Brasil (FORZZA et al., 2015), mas apresenta registros para Ásia e Europa; considerada a menor planta com flor, fruto e semente do mundo (~ 1mm de comprimento); comum em ambientes ricos em matéria orgânica e/ou compostos nitrogenados e fosfatados dissolvidos, sendo, por isso, considerada uma espécie bioindicadora de poluição ou de ambientes degradados; retém metais pesados, sendo utilizada na fitoremediação de ambientes degradados (POTT e POTT, 2000).

**FAMÍLIA: CYPERACEAE**

**Espécie:** *Oxycaryum cubense* (Poepp. & Kunth) Palla

**Nome Popular na região:** Capim, Tiririca

**Nº de tombamento no herário NEMA/UNIVASF:** não apresenta exsicata. Diante de sua morfologia delicada, a espécie não resistiu ao procedimento de pesagem e/ou desidratação. As exsicatas dessa espécie serão confeccionadas com material da próxima expedição de coleta (maio de 2016).



**Característica ecológicas/biogeográficas:** macrófitas aquáticas nativas e endêmica no Brasil, ocorre em todos os estados brasileiros (FORZZA et al., 2015); erva perene ou anual, frequente em lavouras de arroz irrigado e inundado, principalmente na região sul do país; hábito bastante variável, podendo ser emergente, anfíbia ou epífita de espécies flutuantes (como por exemplo, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms); propaga-se tanto por sementes quanto por curtos rizomas odoríferos; invasora abundante em bordas de lagos, brejos, vazantes e campos muito alagáveis, solos arenosos e argilosos (POTT e POTT, 2000).

**FAMÍLIA:** HYDROCHARITACEAE

**Espécie:** *Egeria densa* Planch.

**Nome Popular na região:** Elodea

**Nº de tombamento no herário NEMA/UNIVASF:** 3507



**Característica ecológicas/biogeográficas:** macrófitas aquáticas nativas da América do Sul, mas pode ser encontrada também na Ásia e na África (POTT e POTT, 2000); é amplamente distribuída em ecossistemas aquáticos tropicais, sendo comumente encontrada em rios e reservatórios, submergindo e fixa ao solo pelas raízes (MOURA-JÚNIOR et al., 2015); apresenta propagação vegetativa e uma alta taxa de produtividade primária sendo por isso daninha ou invasora em ecossistemas aquáticos de vários países (BINI e THOMAZ, 2005).

**FAMÍLIA: PONTEDERIACEAE**

**Espécie:** *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.

**Nome Popular na região:** Baronesa, Aguapé

**Nº de tombamento no herário NEMA/UNIVASF: 3506**



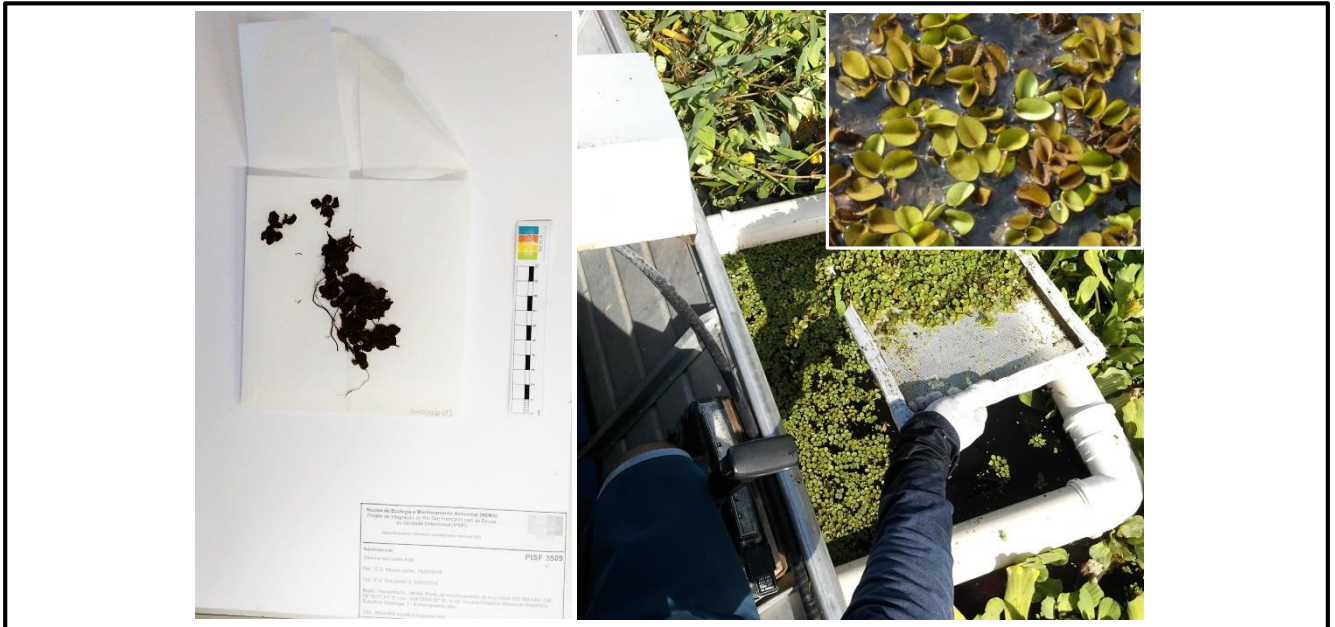
**Característica ecológicas/biogeográficas:** macrófitas aquáticas nativas da América (LORENZI 2008), introduzida em quase todos os continentes (POTT e POTT, 2000); espécie abundante e amplamente distribuída, ocorrendo tanto em ecossistemas aquáticos naturais como em ambientes aquáticos impactados por atividades antrópicas (HENRY-SILVA e CAMARGO, 2005); é uma hidrófita rizomatosa, geralmente flutuante, reproduz-se facilmente tanto por semente quanto vegetativamente, forma “tapetes” que podem cobrir totalmente a superfície da água e seu crescimento reduz a biodiversidade, a luz disponível e o fluxo de água, sendo considerada uma espécie invasora em várias partes do mundo (LORENZI, 2008).

**FAMÍLIA:** SALVINIACEAE

**Espécie:** *Salvinia auriculata* Aubl.

**Nome Popular na região:** Orelha de onça

**Nº de tombamento no herário NEMA/UNIVASF:** 3509



**Característica ecológicas/biogeográficas:** macrófitas aquáticas nativas da América do sul, podendo ser encontrada também na América central e Ásia (POTT e POTT, 2000); erva flutuante livre, que se destaca pela facilidade de manipulação experimental e por se encontrar disseminada em todo o país, além de servir como potencial bioindicador em estudos relacionados à poluição aquática, por sua sensibilidade elevada aos metais pesados (OLIVEIRA et al., 2001); é comum em água doce, sob condições favoráveis se dissemina rapidamente, por propagação vegetativa, colonizando extensas superfícies de água; sua elevada taxa de crescimento, juntamente com sua sensibilidade a diferentes agentes tóxicos, justificam sua utilização como espécie bioindicadora de poluição em ecossistemas aquáticos (PEIXOTO et al., 2005).

## 2.4.2. Biomassa

Na atual expedição de coleta foi amostrado um montante de biomassa de 7024.69 gPS/m<sup>2</sup>, sendo 3128.19 gPS/m<sup>2</sup> desse montante coletado em MO-RM-Inter, 2347.01 gPS/m<sup>2</sup> em ITA-PTL-01 e 1549.49 gPS/m<sup>2</sup> em MO-RM-Final (Figura 5). O montante de biomassa amostrado na expedição de coleta de janeiro, fevereiro e março de 2016 foi de 4758.73, 6977.58 e 7040.39 gPS/m<sup>2</sup>, respectivamente. O resultado do teste ANOVA evidenciou equidade da biomassa coletada nas quatro expedições de coleta ( $p = 0.51$ ,  $F = 0.82$ ).

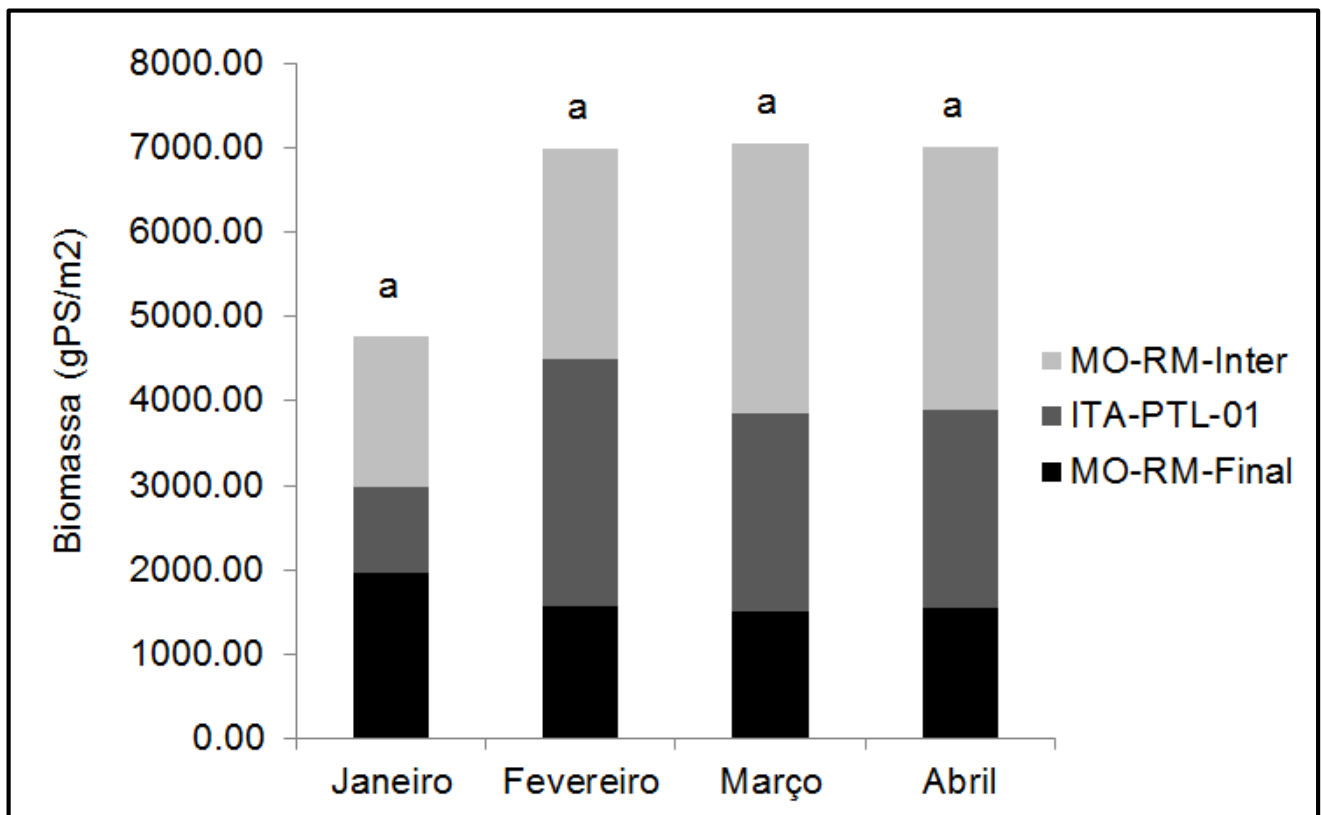


Figura 5. Montante de biomassa em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS/m<sup>2</sup>) registrada nas expedições de coleta de janeiro, fevereiro, março e abril de 2016, pelos distintos pontos de monitoramento. Legenda: (a) – igualdade estatística do montante de biomassa dos tratamentos (meses), indicada pela ANOVA e confirmada pelo teste de Tukey.

A pequena oscilação da biomassa coletada no atual período de redução de vazão do rio (2016) sinaliza, provisoriamente, para a ausência de problemas relacionados ao crescimento desordenado dessas plantas. Além disso, a comparação do montante de biomassa de macrófitas aquáticas registrado nas expedições de coleta de janeiro, fevereiro e março de 2016 em relação àquela registrada em junho de 2015 (período em que também houve redução no volume no rio São Francisco) para os mesmos pontos de monitoramento (ver dados

em FADURPE, 2015), evidencia que o processo de decomposição das macrófitas aquáticas nos bancos monitorados no atual período de redução de vazão (janeiro e fevereiro de 2016) foi superior a produtividade primária das plantas. A biomassa total registrada em junho de 2015 foi de 5934.10 gPS/m<sup>2</sup> (MO RM Final), 4771.60 gPS/m<sup>2</sup> (ITA PTL 01) e 3268.50 gPS/m<sup>2</sup> (MO RM Inter) (ver dados pretéritos em FADURPE, 2015).

Embora discreta, a diminuição do montante de biomassa registrado em MO-RM-Inter é o resultado mais importante em relação à biomassa coletada na atual expedição de coleta. Esse ponto de monitoramento vinha apresentando, até a presente expedição de coleta, aumentos significativos no montante de biomassa ao decorrer das expedições de coleta (< 700gPS/m<sup>2</sup> por mês), o que sinalizava uma influência negativa da redução de vazão nos trechos Sub-médio e Baixo do rio São Francisco em relação às macrófitas aquáticas desse ponto de monitoramento. Entretanto, os resultados da presente expedição de coleta evidenciam uma estabilização da produtividade primária de macrófitas aquáticas em MO-RM-Inter e, portanto, indicam que a manutenção vazão reduzida no rio São Francisco não representa um risco iminente ao crescimento desordenado de macrófitas invasoras nesse ponto. Os demais pontos de monitoramento já haviam apresentado variações mensais (para mais e para menos) em relação ao montante de biomassa coletado de macrófitas aquáticas e, dessa forma, já haviam evidenciado a pouca influência ou irrelevância da vazão reduzida no rio São Francisco frente ao crescimento desordenado de macrófitas aquáticas invasoras.

Contudo, ainda é cedo para afirmar que a manutenção do período de redução do rio São Francisco não influenciará na produtividade primária das macrófitas aquáticas. Segundo dados da literatura, a perturbação causada pela variação do nível e vazão da água em reservatórios estimula o aumento da riqueza e mantém equitativa a biomassa da vegetação aquática, ao passo que a ausência de tais variações leva ao crescimento excessivo de espécies invasoras e, conseqüentemente, a redução da riqueza específica (MOURA-JÚNIOR, 2012).

Assim como constatado nas expedições de coleta de janeiro, fevereiro e março de 2016, as espécies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Egeria densa* apresentaram os maiores valores de biomassa na atual expedição de coleta, representando juntas mais de 90% do montante de biomassa coletada nessa expedição (Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4). As espécies *E. crassipes* e *P. stratiotes* predominaram em MO-RM-Final e MO-RM-Inter, enquanto que *E. crassipes*, *E. densa* predominaram em ITA-PTL-01 (Tabela 2, Tabela 3 e 4), sendo

esse padrão de predominância das referidas espécies também registrado nas expedições de coleta de janeiro, fevereiro e março de 2016.

Estudos apontam que o crescimento excessivo de populações de *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *E. densa* pode reduzir a biodiversidade aquática (POTT e POTT, 2000; MOURA-JUNIOR et al., 2011; MOURA-JUNIOR 2012; ESTEVES 2011), o que corrobora com o baixo número de espécies de macrófitas aquáticas registradas nos bancos monitorados. Além da redução da biodiversidade local, a presença de *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *E. densa* em reservatórios pode trazer prejuízos a navegação ou geração de energia por hidrelétricas, caso essas populações apresentem crescimento desordenado nesses ambientes (MOURA-JUNIOR et al., 2011; ESTEVES 2011). A problemática socioambiental relacionada à produtividade primária de *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *E. densa* ganha relevância quando considerado que essas espécies são melhor ajustadas a ambientes lênticos ou semi-lóticos devido, dentre vários fatores, a estabilidade das condições hidrológicas (cota e vazão) e limnológicas desses tipos de ambiente (BINI e THOMAZ, 2005; SOUSA et al., 2009; MOURA-JUNIOR et al., 2011). Nesse contexto, é válido ressaltar a importância do monitoramento continuado das macrófitas aquáticas no rio São Francisco, visando à avaliação da redução programada da vazão do rio em 2016 diante dos padrões quali-quantitativos dessas plantas.

Entretanto, o resultado do teste ANOVA para a biomassa de *P. stratiotes*, *E. densa* e *E. crassipes* nas quatro expedições de coleta evidenciaram pequenas variações (para mais ou para menos) da produtividade primária líquida dessas populações (Tabela 5). Diante disso, é possível inferir que, até o presente momento, a redução de vazão do rio São Francisco não tem influenciado significativamente na biomassa das espécies de macrófitas aquáticas mais densas nos bancos monitorados.



Tabela 2. Biomassa das espécies em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS/m<sup>2</sup>) nos três quadrados amostrais (A1, A2, A3) do banco de macrófitas monitorado (MO RM Final) em abril de 2016, com os respectivos valores totais e médios. Legenda: (-) ausência da espécie.

Família/Espécie	Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> )				
	A1	A2	A3	Total	Média
ARACEAE					
<i>Pistia stratiotes</i> L.	200.33	-	438.26	638.59	212.86
<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.	0.3	-	-	0.3	0.1
CYPERACEAE					
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Palla	-	14.45	-	14.45	4.82
HYDROCHARITACEAE					
<i>Egeria densa</i> Planch.	104.1	-	79.64	183.74	61.25
PONTEDEREIACEAE					
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	305.01	-	398.4	703.41	234.47
SALVINIACEAE					
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	9	-	-	9	3

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Tabela 3. Biomassa das espécies em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS/m<sup>2</sup>) nos três quadrados amostrais (A1, A2, A3) do banco de macrófitas monitorado (MO RM Inter) em abril de 2016, com os respectivos valores totais e médios. Legenda: (-) ausência da espécie.

Família/Espécie	Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> )				
	A1	A2	A3	Total	Média
ARACEAE					
<i>Pistia stratiotes</i> L.	102	-	-	102	34
<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.	-	0.31	-	0.32	0.1
CYPERACEAE					
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Palla	-	6	-	6	2
HYDROCHARITACEAE					
<i>Egeria densa</i> Planch.	27.54	34.56	38.88	100.98	33.66
PONTEDEREIACEAE					
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	-	1501.62	1414.27	2915.89	971.96
SALVINIACEAE					
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	-	3	-	3	1

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Tabela 4. Biomassa das espécies em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS/m<sup>2</sup>) nos três quadrados amostrais (A1, A2, A3) do banco de macrófitas monitorado (ITA PTL 01) em abril de 2016, com os respectivos valores totais e médios. Legenda: (-) ausência da espécie.

Família/Espécie	Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> )				
	A1	A2	A3	Total	Média
HYDROCHARITACEAE					
<i>Egeria densa</i> Planch.	89.82	75.43	44.29	209.54	69.85
PONTEDEREIACEAE					
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	806.64	676.56	654.27	2137.47	712.49

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Tabela 5. Média e desvio padrão do montante de biomassa em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies predominantes (*P. stratiotes*, *E. crassipes* e *E. densa*) nos bancos de macrófitas monitorados nas expedições de coleta de janeiro, fevereiro, março e abril de 2016, com os resultados do teste ANOVA comparando a produtividade primária líquida (variação da biomassa entre os meses) de cada espécie.

Família/Espécie	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		ANOVA	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Poder (t)	F
<i>Pistia stratiotes</i> L.	456.48	302.21	252.75	96.42	281.76	34.62	246.86	127.60	0.56	0.72
<i>Egeria densa</i> Planch.	20.54	17.32	47.30	24.96	42.95	23.57	61.78	25.47	0.06	2.77
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	470.64	241.05	800.97	248.73	788.09	394.66	822.40	363.17	0.36	1.10

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

#### 2.4.1. Dispersão Espacial (Georreferenciamento)

As macrófitas aquáticas se espalharam pelo reservatório, desde o início do braço do Rio Moxotó, se estendendo até abaixo do ponto de coleta de água MOX\_04, em direção à Glória, conforme Figura 6 e Figura 7. Destaca-se ainda que devido a elevada incidência de nuvens no local (Figura 5) nesta época do ano, que se dá em função da ocorrência do período chuvoso na região, não foi possível realizar o monitoramento destas áreas via sensoriamento remoto, impossibilitando a medição dos pontos monitorados.

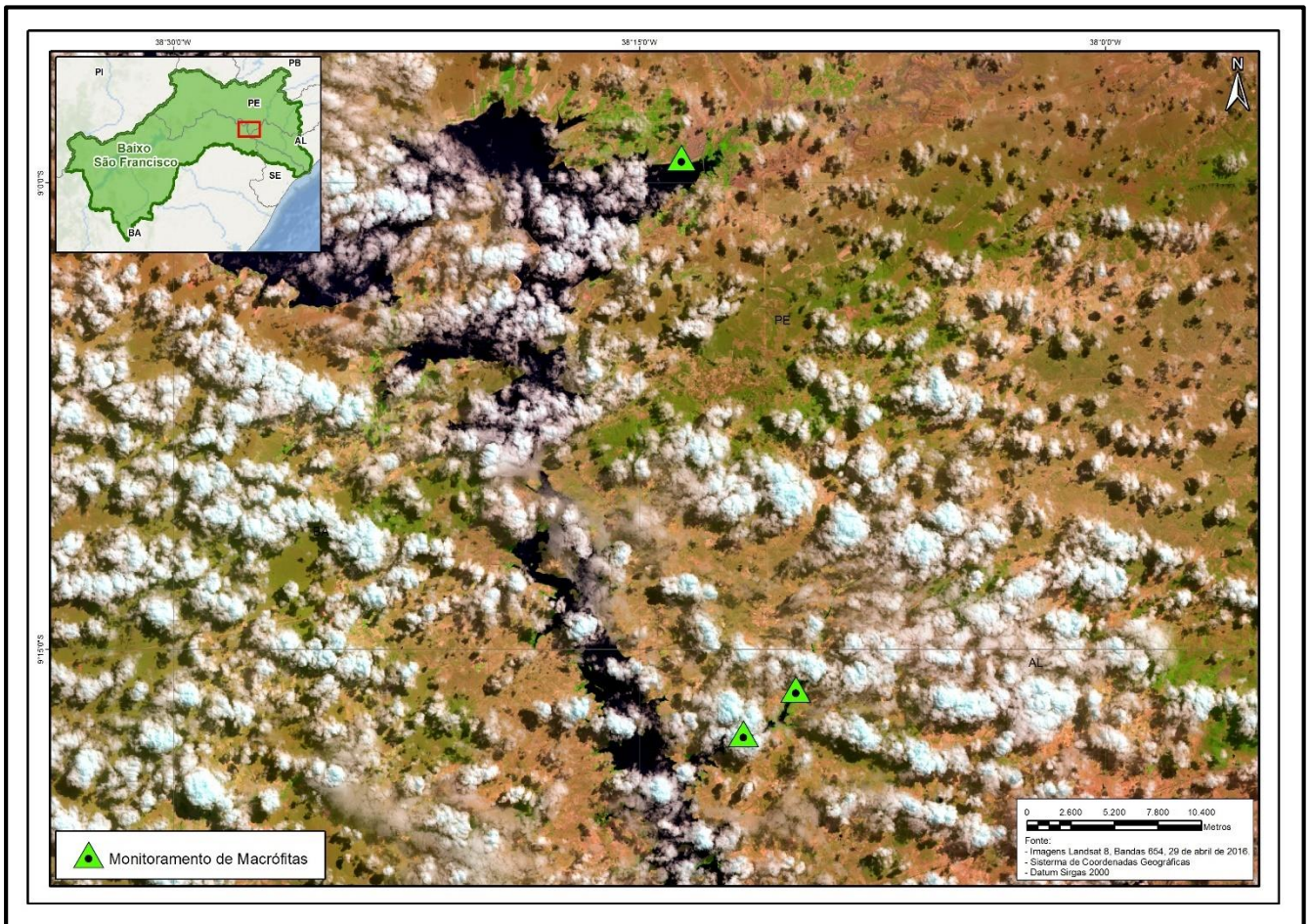


Figura 5. Predominância de nuvens na região do reservatório. IMAGEM LANDSAT 5.

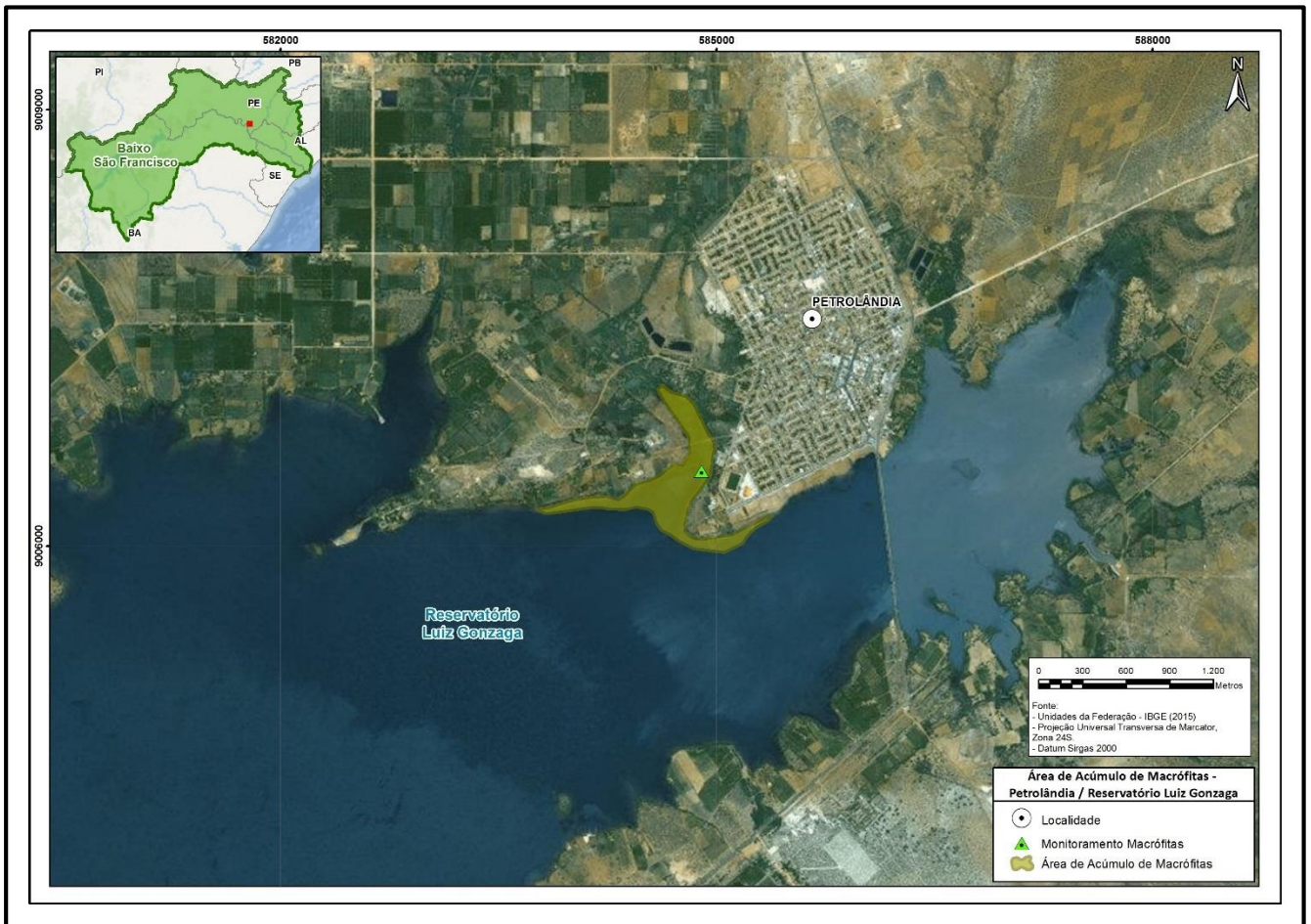


Figura 6. Área de acúmulo das Macrófitas próximo à cidade de Petrolândia/PE. Elaboração: CARUSO JR., 2016

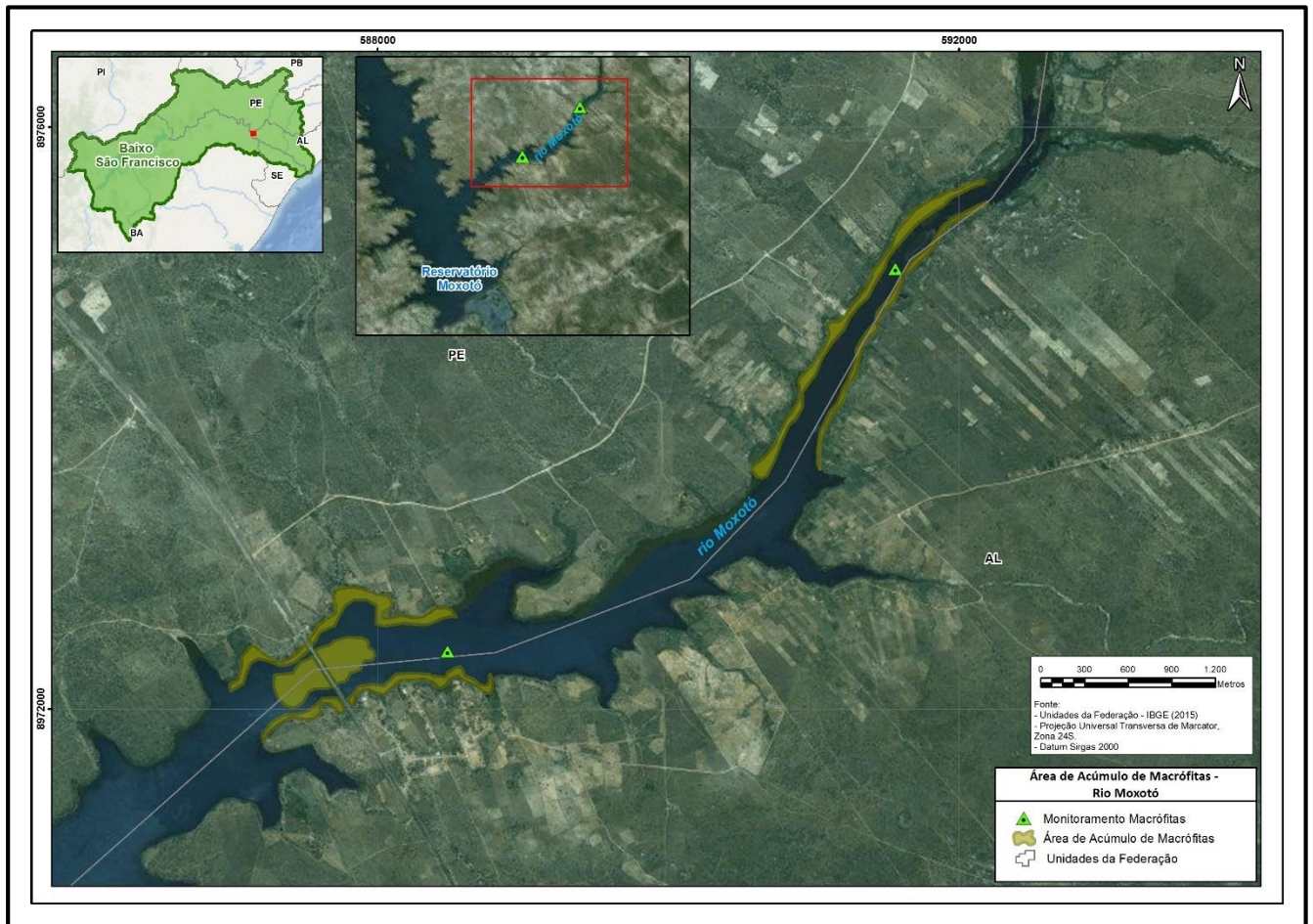


Figura 7. Área de acúmulo das Macrófitas no rio Moxotó. Elaboração: CARUSO JR., 2016

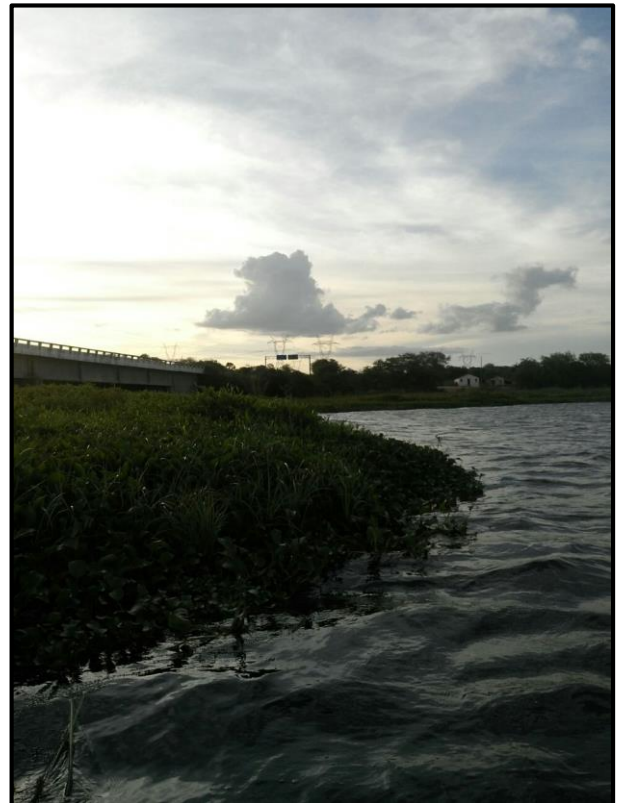


Figura 8. Acúmulo das macrófitas aquáticas próximas à ponte da divisa de Alagoas e Pernambuco. Fotos: CARUSO JR., 2016.



Figura 9. Acúmulo das macrófitas aquáticas. Fotos: CARUSO JR., 2016.



Figura 10. Acúmulo das macrófitas aquáticas. Fotos: CARUSO JR., 2016.



Figura 11. Acúmulo das macrófitas aquáticas. Fotos: CARUSO JR., 2016.

## 2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados até a presente expedição de coleta (abril de 2016) evidenciaram que os atributos ecológicos de riqueza e composição e biomassa de macrófitas aquáticas não apresentaram variação temporal nos pontos de monitoramentos. Dessa forma, é possível inferir que esses atributos não sofreram, até o presente momento, a influência da redução da vazão do rio São Francisco.

Os percentuais de frequência de ocorrência evidenciaram que a representatividade espacial das espécies nos bancos monitorados apresentou pequena oscilação de janeiro a abril de 2016 e, portanto, parece não estar sendo influenciado pela redução da vazão nos trechos Sub-médio e baixo do rio São Francisco. O baixo percentual de frequência da espécie bioindicadora de poluição *W. brasiliensis* na atual expedição de coleta, atrelado a ausência dessa espécie em IT PTL 01 (fato que ainda não havia sido constatado nas expedições anteriores), podem ser considerados pontos positivos em relação qualidade ambiental do rio São Francisco.

A discreta diminuição do montante de biomassa registrado em MO-RM-Inter (59.02 gPS/m<sup>2</sup>) é o resultado mais importante em relação à biomassa coletada na atual expedição de coleta. Esse ponto de monitoramento vinha apresentando, até a presente expedição de coleta, aumentos significativos na biomassa amostrada entre as expedições de coleta (< 700gPS/m<sup>2</sup>), o que sinalizava para a influência negativa da redução de vazão nos trechos Sub-médio e Baixo do rio São Francisco em relação às macrófitas aquáticas.

No entanto, ainda é cedo para afirmar que a manutenção do período de redução do rio São Francisco influenciará positiva ou negativamente na produtividade primária das macrófitas aquáticas. Nesse sentido, é recomendado à continuidade do monitoramento dos bancos de macrófitas aquáticas em pontos específicos dos trechos Sub-médio e Baixo rio São Francisco, ampliando, caso necessário, o número de bancos monitorados.



### 3. EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função	Registro Profissional	CTF/IBAMA
Representante Legal			
Alexandre Caruso Gomes	Engenheiro Ambiental	096715-0 CREA/SC	4598869
Francisco Caruso Gomes Junior	Geólogo	026850-0 CREA/SC	163516
Coordenação Técnica			
Felipe Vivian Smozinski	Engenheiro Ambiental	19543/D CREA-DF	474889
Equipe Técnica			
Edson Gomes de Moura Júnior	Biólogo	CRBio: 77.472/05-D	--
Carolina Claudino dos Santos	Bióloga	CRBio: 63.918/03-D	2664893
Guilherme do Amaral	Biólogo	CRBio: 63.978-01D	5339536
Equipe de Campo			
Hilton Satilino de Oliveira	Técnico Ambiental	--	--
Flávio Barbosa Batista	Técnico Ambiental	--	--

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M., AYRES-JÚNIOR M., AYRES D. L., SANTOS A. A. Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. ONG Mamirauá: Belém, 2007.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p.105 -121, 2009.

BINI, L. M., THOMAZ S. M. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay). **Aquatic Botany**, v. 83, p. 227 - 238, 2005.

BRUNDU, G. Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. **Hydrobiologia**, v. 746, n. 1, p. 61-79, 2015.

COOK, C. D. K. et al. **Water plants of the world**. The Hague: Dr. Junk B. V., 1974.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS DO BRASIL – CPTEC. **Dados de precipitação acumulada da Caatinga obtidos por satélite para os meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016. Disponível em**[http://sigma.cptec.inpe.br/prec\\_sat/](http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/) **Acesso em 20/02/2016.**

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da Limnologia**. 3 Ed. Editora Interciência: Rio de Janeiro, 2011.

FADURPE. **Programa de monitoramento do rio São Francisco durante o período de vazão reduzida. Relatório mensal (junho de 2015): Monitoramento de macrófitas aquáticas**. p. 102 - 117.

FORZZA, R. C. et al. Lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em**<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>**. Acesso em 20/02/2016.**

GO BOTANY. **Discover thousands of new England Plants Disponível em**<https://gobotany.newenglandwild.org/species/wolffia/brasilensis/>**. Acesso em 21/02/2016.**

HENRY-SILVA, G. G., CAMARGO, A. F. M. Interações ecológicas entre as macrófitas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*. **Hoehnea**, v. 32, n. 3, p. 445 - 452, 2005.

HOWARD-WILLIAMS, C. Seasonal and spatial changes in the composition of the aquatic and semiaquatic vegetation of lake Chilwa, Malawi. **Vegetation**, v. 30, n. 1, p. 33 – 39, 1975.

- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora: Nova Odessa, 2008.
- MATEUCCI, S. D., A. COLMA. La Metodologia para el Estudio de la Vegetacion. **Coleccion de Monografias Cientificas; Série Biologia**, v. 22, n. 1, p. 1 – 168, 1982.
- MOURA-JÚNIOR, E.G., et al. O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas? **Rodriguésia**. v. 62, p. 731 – 742, 2011.
- MOURA-JÚNIOR, E.G. **Resposta quali-quantitativa da flora aquática vascular a alteração do regime hidrológico em reservatórios do Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Botânica (Universidade Federal Rural de Pernambuco), p. 85, 2012.
- MOURA-JÚNIOR, et al. Updated checklist of aquatic macrophytes from Northern Brazil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 1, p. 111 – 132, 2015.
- OLIVEIRA, J. A. et al. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de Salvinia e aguapé. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 3, p. 329 – 341, 2001.
- PEIXOTO et al. Efeitos do flúor em folhas de plantas aquáticas de Salvinia auriculata. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, n. 8, p. 727 - 734, 2005.
- PIVARI, Marco Otavio Dias. **Inventário e dinâmica da sucessão de macrófitas aquáticas no sistema lacustre do Vale do Rio Doce**. Tese de doutorado (Universidade Federal de Minas Gerais), Minas Gerais, Brasil, 2011.
- POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas aquáticas e perífiton, aspectos ecológicos e metodológicos**. Rima: São Carlos, 2003.
- POTT, V. J.; CERVI, A. C. A família Lemnaceae Gray no Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 153 - 174, 1999.
- POTT, V. L.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Comunicação para Transferência de Tecnologia: Corumbá, 2000.
- SIQUEIRA-FILHO, et al. **A Flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Andrea Jakobsson Estúdio Editorial: Rio de Janeiro, 2012.

---

SMITH, A. R. et al. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705 – 731, 2006.

SOUSA, W. T. Z. et al. Environmental predictors of the occurrence of exotic *Hydrilla verticillata* (Lf) Royle and native *Egeria najas* Planch. in a sub-tropical river floodplain: the Upper River Paraná, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 632, n. 1, p. 65 - 78, 2009.