

**Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da  
Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região  
Marinha e Costeira Adjacente**

**RELATÓRIO ANUAL:**

**Anexo 3 Dulcícola– Macrófitas**

**RT-18J RRDM/NOV19**

**Coordenação Geral**

Adalto Bianchini

Alex Cardoso Bastos

Edmilson Costa Teixeira

Eustáquio Vinícius de Castro

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Vitória,

Novembro de 2019

## COORDENAÇÕES

### **Anexo 1**

Adalto Bianchini (FURG)

### **Anexo 3**

Edmilson Costa Teixeira (UFES)

Fabian Sá (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

#### **Subprojetos**

Alessandra Delazari Barroso (FAESA)

Alex Cardoso Bastos (UFES)

Ana Cristina Teixeira Bonecker (UFRJ)

Anderson Geyson Alves de Araújo (UFES)

Björn Gücker (UFSJ)

Camilo Dias Júnior (UFES)

Daniel Rigo (UFES)

Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna (UFOP)

Gilberto Amado Filho (IPJB) *in memoriam*

Gilberto Fonseca Barroso (UFES)

Iola Gonçalves Boechat (UFSJ)

Leila Lourdes Longo (UFRB)

Leonardo Tavares Salgado (IPJB)

Luís Fernando Loureiro (UFES)

Marco Aurélio Caiado (UFES)

Renato David Ghisolfi (UFES)

Renato Rodrigues Neto (UFES)

Rodrigo Leão de Moura (UFRJ)

Valéria da Silva Quaresma (UFES)

Valéria de Oliveira Fernandes (UFES)

Vanya Marcia Duarte Pasa (UFMG)

### **Anexo 4**

Jacqueline Albino (UFES)

#### **Subprojetos**

Karla Costa (UFES)

Maria Tereza Carneiro (UFES)

### **Anexo 5**

Diolina Moura Silva (UFES)

Mônica Tognella (UFES)

### **Anexo 6**

Agnaldo Silva Martins (UFES)

#### **Subprojetos**

Ana Paula Cazerta Farro (UFES)

Leandro Bugoni (FURG)

Sarah Vargas (UFES)

### **Anexo 7**

Maurício Hostim (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

#### **Subprojetos**

Carlos W. Hackradt (UFSB)

Fabiana Felix Hackradt (UFSB)

Jean-Christophe Joyeux (UFES)

Luis Fernando Duboc (UFV)

### **Anexo 8**

Heitor Evangelista (UERJ)

#### **Coordenação Técnica (CTEC)**

Alex Cardoso Bastos

Lara Gabriela Magioni Santos

Laura Silveira Vieira Salles

Tarcila Franco Menandro

#### **Coordenação Escritório de Projetos**

Eustáquio Vinicius Ribeiro de Castro

Patrícia Bourguignon Soares

Paulo Roberto Filgueiras

Valdemar Lacerda Junior

Walter Luiz Alda Junior

#### **Coordenação Núcleo de Atuação Integrada em Rede (NAIR)**

Edmilson Costa Teixeira

Karla Libardi Gallina

Andressa Christiane Pereira

Anna Paula Lage Ribeiro

Caroline De Marchi Pignaton

Paulo Eduardo Marques

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>8</b>
2.1	COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO.....	8
2.2	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	9
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>10</b>
3.1	DISCUSSÃO.....	20
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>APÊNDICE I</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>APÊNDICE II</b> .....	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa-base das estações amostrais.....	10
Figura 2: Riqueza acumulada de macrófitas aquáticas nas diferentes estações amostrais.....	11
Figura 3: Curva de rarefação baseada na abundância específica das plantas macrófitas nas estações amostrais.....	12
Figura 4: Análise da abundância total das plantas macrófitas para as estações amostrais (F=12.213, p<0.0001).....	13
Figura 5: Análise da abundância total das plantas macrófitas para as estações amostrais em função do tempo (F=5.794, p=0.01767).....	13
Figura 6: Análise da riqueza total das plantas macrófitas para as estações amostrais (F=12.657, p<0.0001).....	14
Figura 7: Análise da riqueza total das plantas macrófitas para as estações amostrais ao longo do tempo (F=8.7856, p=0.003692).....	14
Figura 8: Índices de Dominância das plantas macrófitas para as estações amostrais (F=7.6221, p=0.0001097).....	15
Figura 9: Análise da riqueza total das plantas macrófitas para as estações amostrais ao longo do tempo (F=15.58, p=0.0002017).....	15
Figura 10: Análises de NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) usando índice de dissimilaridade de Jaccard para comparar as composições de espécies de macrófitas entre os rios e as lagoas (ANOSIM, R=0.4588, p<0.001).....	16
Figura 11: Análise da abundância para <i>Salvinia auriculata</i> (Salviniaceae) para as estações amostrais (F=25.119, p<0.0001).....	17
Figura 12: Análise da abundância para <i>Salvinia auriculata</i> (Salviniaceae) para as estações amostrais ao longo doo tempo (F=13.9786, p<0.0001).....	17
Figura 13: Análise da abundância para <i>Salvinia biloba</i> (Salviniaceae) para as estações amostrais (F=15.3358, p<0.0001).....	18
Figura 14: Análise da abundância para <i>Eichhornia azurea</i> (Pontederiaceae) para as estações amostrais (F=23.6505, p<0.0001).....	18
Figura 15: Análise da abundância para <i>Eichhornia crassipes</i> (Pontederiaceae) para as estações amostrais (F=14.0504, p=0,001266).....	19
Figura 16: Curva de rarefação baseada na abundância específica de <i>Eichhornia crassipes</i> (Pontederiaceae) nas estações amostrais.....	19

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes no P17 - Rio Guandu (Tributário). \*Espécies endêmicas do Brasil Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF= Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante.....67

Quadro 2: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes no Rio Doce. Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF=Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante. EA= Estações amostrais, 0=Itapina, 21=Porto de Linhares, 22=Povoação, 26=Foz do Rio Doce Regência.....69

Quadro 3: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes nos lagos. Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF=Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante. EA= Estações amostrais, 18=Limão, 19=Nova, 20=Juparanã. ....71

Quadro 4: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes nas lagoas. Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF=Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante, VU=Vulnerável. EA=Estações amostrais, 23=Areão, 24=Areal, 25 e 25a=Monsarás. ....73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dissimilaridade SIMPER entre as áreas analisadas .....	16
--	----

## ANEXO 3 DULCÍCOLA - MACRÓFICAS

### 1 INTRODUÇÃO

Macrófitas aquáticas são organismos visíveis a olho nu e que apresentam partes fotossinteticamente ativas, permanentes a temporariamente submersas ou flutuantes (Pompeo 2008). Elas apresentam uma ampla diversidade de características, tais quais ciclo de vida relativamente curto e estruturas anatômicas constituídas basicamente por aerênquima bem desenvolvido (Bianchini-Junior 2003). E, segundo Irgang et al. (1984), as formas biológicas são classificadas de acordo com a distribuição no corpo d'água como submersas (fixas ou livres), flutuantes (fixas ou livres), emergentes, anfíbias ou epífitas.

Devido às suas adaptações, as macrófitas são consideradas excelentes bioindicadoras de qualidade da água e, em conjunto com estudos florístico-taxonômicos, atuam como elementos importantes para caracterização dos sistemas aquáticos continentais (Bianchini-Junior 2003; Lima et al. 2011). Independentemente da diversidade filogenética e taxonômica, as macrófitas apresentam classificação ecológica ou forma biológica que refletem sua adaptação ao meio aquático (Alves et al. 2011) e são, em sua grande maioria, angiospermas, porém outros grupos de organismos podem ser enquadrados como macrófitas, dentre eles: macroalgas, plantas avasculares e vasculares sem sementes (Bianchini-Junior 2003).

Dentro de um ecossistema aquático natural e equilibrado, as macrófitas e outras plantas aquáticas oferecem um importante habitat para diversos tipos de animais, dentre eles: aves aquáticas, invertebrados e peixes. Essa vegetação apresenta formas submersas, emergentes ou flutuantes e é encontrada nas margens de lagos e em toda zona eufótica (Muhammetog̃lu & Soyupak 2000). Além disso, elas desempenham um importante papel na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, especialmente na indicação da vulnerabilidade ambiental, tendo em vista que respondem, positiva ou negativamente, a diferentes gradientes ambientais (Esteves, 1998)

Atuantes como bioindicadores, a variação da composição das assembleias de macrófitas aquáticas pode determinar, por sua vez, os padrões de diversidade de outras assembleias biológicas. A presença, quantidade e distribuição de determinadas espécies podem indicar a magnitude de alguns impactos ambientais em um ecossistema aquático (Kovács 1992; Callisto & Gonçalves 2002; Callisto et al. 2005). Para tanto, dentre os principais métodos utilizados para verificação do potencial bioindicador estão o levantamento de espécies, a avaliação das modificações na riqueza e dos índices de diversidade; abundância de organismos resistentes; perda de espécies sensíveis; medidas de produtividade primária e secundária; sensibilidade a concentrações de substâncias tóxicas (ensaios ecotoxicológicos) (Barbour et al. 1999).

Dada a relevância ecológica e fisionômica, e em decorrência do rompimento da barragem de Fundão, pertencente à Samarco, localizada no complexo minerário de Germano, em Mariana-MG (ocorrido em

05/11/2015, conforme item I da Cláusula 01), a presente proposta teve por objetivo determinar e monitorar a biodiversidade de macrófitas aquáticas ao longo do curso do Rio Doce e áreas adjacentes no estado do Espírito Santo. Para tanto, as análises foram norteadas pela avaliação de perda/manutenção/acréscimo de espécies e/ou mudanças na comunidade de macrófitas aquáticas.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO**

As expedições para coleta de macrófitas aquáticas (Plantas Vasculares sem sementes e Angiospermas) foram realizadas mensalmente ao longo de 12 meses. Para a amostragem, as plantas foram coletadas utilizando um quadrado de 1 m<sup>2</sup> que foi lançado quatro vezes aleatoriamente em cada um dos pontos dentro da malha amostral (Figura 1). Para efeitos de comparação, as estações amostrais foram divididas em Tributário (P17 - Rio Guandu), Lagos (P18 - Limão, P19 - Nova, P20 - Juparanã), Lagoas (P23 - Areão, P24 - Areal, P25 e P25a - Monsarás) e Calha do Rio Doce (P0 - Itapina, P21 - Porto de Linhares, P22 - Povoação e P26 - Porto de Regência).

Os espécimes férteis (frondes para plantas vasculares sem sementes, flores e/ou frutos para as Angiospermas) foram coletados com no mínimo de três amostras (sempre que possível) e processados de acordo com os métodos usuais em taxonomia vegetal (Bridson & Forman 1998). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Sistemática e Genética Vegetal/PPGBT/CEUNES/UFES para posterior envio para a coleção biológica que as receberá - Herbário VIES (Universidade Federal do Espírito Santo). Sempre que possível, amostras adicionais foram coletadas (flores e frutos) e acondicionadas em recipientes adequados e preservadas em álcool etílico 70%, para estudos morfológicos e identificação. Para as plantas vasculares sem sementes, uma amostra foi necessariamente coletada e armazenada em álcool 70% (além das três amostras para exsiccatas).

Os representantes da flora foram acompanhados de seus respectivos registros fotográficos e os dados referentes às coordenadas geográficas obtidos por meio do aparelho de GPS (Global Positioning System).

As espécies foram identificadas por meio do método comparativo de vouchers depositados em herbários [CVRD, K, MBML, MO, NY, RB, SPF, VIES, acrônimos de acordo com Thiers (2019)] e/ou utilizando-se bibliografias específicas.

Os nomes das famílias botânicas seguem o proposto pelo APG IV (2016) para as angiospermas e Smith et al. (2006) para as plantas vasculares sem sementes. Os nomes dos autores estão de acordo com o BFG (2018) e estados de conservação dos táxons segue o sugerido pelo CNCFlora (2019). Para a classificação das formas biológicas das macrófitas aquáticas foi seguido o proposto por Irgang et al. (1984), sendo as espécies categorizadas como: Submersa fixa - enraizadas e que crescem totalmente submersas na água; Submersa livre - permanecem flutuando submersas na água; Flutuante fixa - são

enraizadas e com folhas flutuando na superfície da água; Flutuante livre - permanecem flutuando com as raízes abaixo da superfície da água; Anfíbia - plantas geralmente de margens; Emergentes - enraizadas com folhas emergindo parcialmente; e Epífita.

## 2.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os parâmetros de diversidade (abundância, riqueza, índice de dominância e composição de espécies) foram comparados tanto espacial (áreas afetadas diretamente X áreas adjacentes) quanto temporalmente (ao longo de 12 meses).

Para testar a suficiência amostral, uma curva de rarefação reunindo os dados gerais e baseada na abundância específica foi confeccionada utilizando-se o software PAST 2.17 (Hammer et al. 2001).

Para todas as análises relativas aos parâmetros numéricos das comunidades foram construídos modelos lineares generalizados (GLMs), usando-se as distribuições de erros adequadas em cada caso. As variáveis dependentes (resposta) dos modelos foram abundância, riqueza e índice de dominância e as variáveis independentes (explicativas) foram o local (afetado ou adjacente) nas análises espaciais e o tempo nas análises temporais. Todos os modelos, bem como os testes estatísticos, foram construídos/realizados utilizando-se a plataforma R (R Development Core Team 2018). Todas as investigações foram submetidas à análise de resíduos para verificação das distribuições de erro utilizadas, adequação dos modelos e possível presença de 'outliers'.

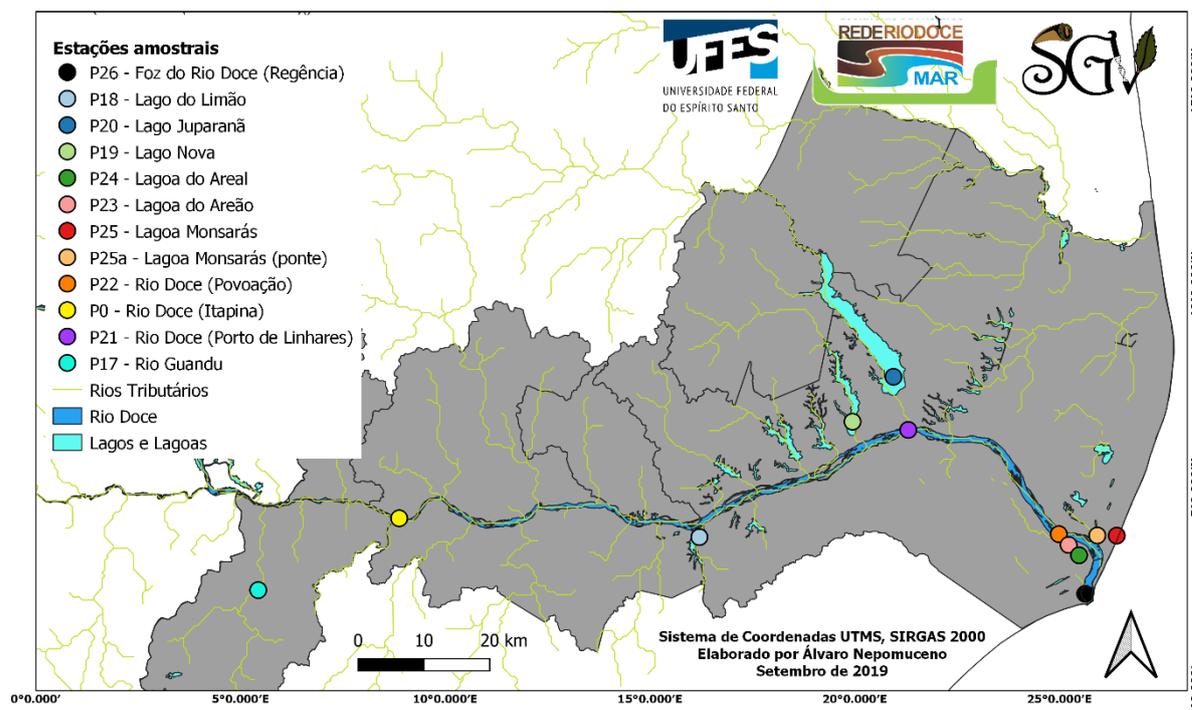
As análises de composição foram feitas através de estatística multivariada a partir de planilhas de presença X ausência com abundância em cada ponto. Foram então realizadas análises de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), seguidas de análises de similaridade (ANOSIM) e de porcentagem de contribuição das espécies mais influentes (SIMPER), utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis. A realização de testes do tipo SIMPER permitem a identificação de espécies mais "influentes" na separação das comunidades, de maneira que, a partir da biologia de tais espécies, seja possível inferir se a mesma é uma espécie que possa ser apontada como bioindicadora. Tais análises foram realizadas no software Past 2.17 (Hammer et al. 2001).

Visando o monitoramento de espécies sabidamente bioindicadoras de qualidade da água, foram realizados testes para verificar se a abundância dessas espécies variou ao longo do tempo e se tal variação ocorria da mesma forma nos diferentes ambientes amostrados. Para isso foram realizadas análises de co-variância (ANCOVAs), onde a variável dependente foi sempre a abundância de cada espécie e as variáveis explicativas foram ambiente (categórica) e tempo (contínua). Para tanto, quatro espécies foram selecionadas devido à sua natureza de altas taxas de crescimento em ambientes perturbados: *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth e *E. crassipes* (Mart.) Solms (Anthophyta - Pontederiaceae) e *Salvinia auriculata* Aubl. e *S. biloba* Raddi (Monilophyta - Salviniaceae).

### 3 RESULTADOS

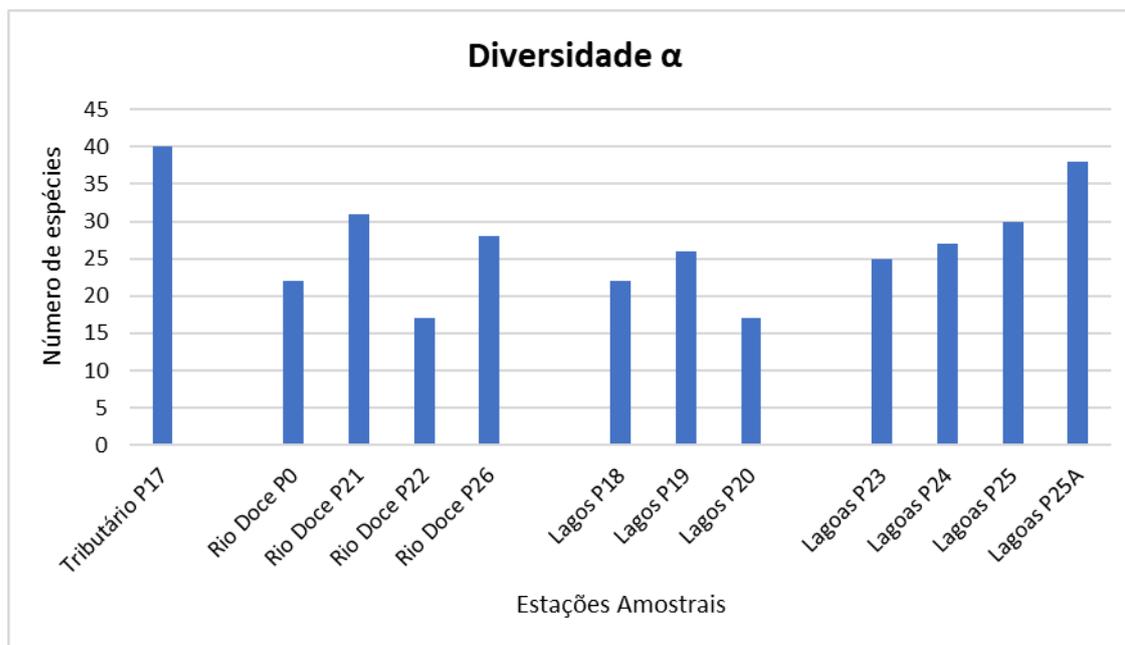
Após o cumprimento parcial das metas previamente estabelecidas, os resultados aqui apresentados são referentes às 12 campanhas de coletas sistemáticas mensais ao longo das 12 diferentes estações de amostragem (Figura 1).

Figura 1: Mapa-base das estações amostrais.



Com base nos objetivos propostos, até o momento a diversidade  $\alpha$  encontrada nas estações amostrais (Quadros 1-4) aponta maiores valores para as estações P17 (Rio Guandu – Tributário) e P25a (Lagoa Monsarás) com 40 e 38 espécies, respectivamente, e menores valores para P20 (Lago Juparanã) e P22 (Calha do Rio Doce – Povoação) com 17 táxons cada (Figura 2).

Figura 2: Riqueza acumulada de macrófitas aquáticas nas diferentes estações amostrais.



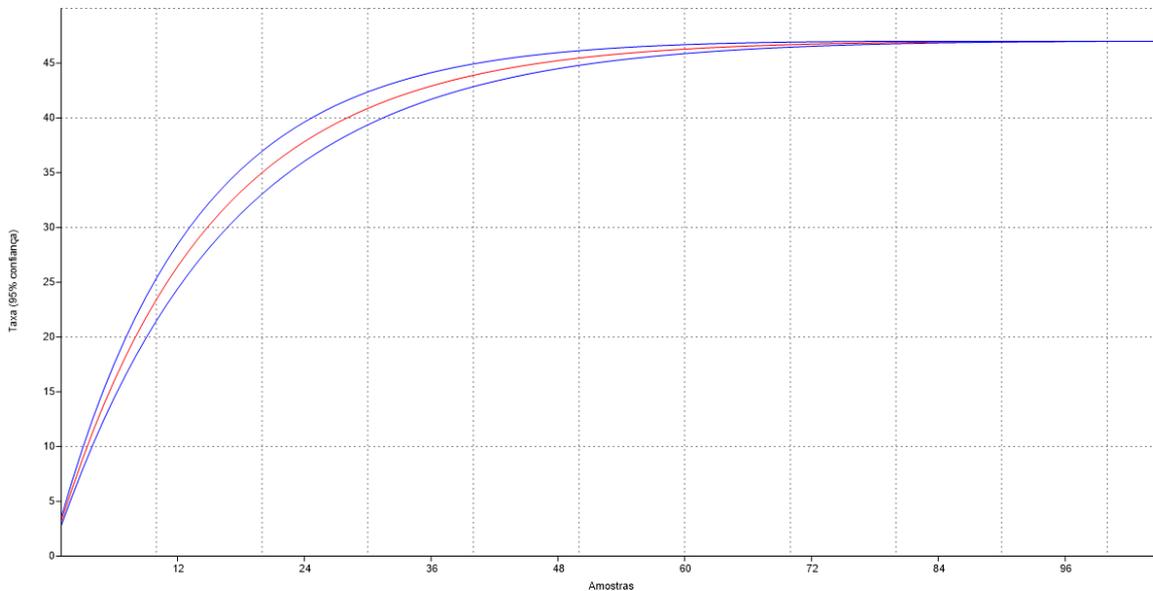
A diversidade  $\gamma$  resultou em 105 táxons pertencentes a 65 gêneros e 33 famílias, das quais cinco famílias e 10 espécies correspondem a plantas vasculares sem sementes e 28 famílias e 95 espécies a angiospermas. Das amostras coletadas, apenas uma está determinada em nível de família (Poaceae sp.1) pela natureza estéril das amostras. Dentre elas, a grande maioria (98 spp.) é nativa, das quais três são consideradas endêmicas do Brasil, a saber: *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton (Cyperaceae), *Stromanthe thalia* (Vell.) J.M.A.Braga (Marantaceae) e *Nymphaea lingulata* Wiersema (Nymphaeaceae); e seis táxons são considerados naturalizados. Apenas 13 espécies possuem seus estados de conservação avaliados, das quais 12 encontram-se categorizadas como Pouco Preocupante (LC) e uma (*Sagittaria lancifolia* L. - Alismataceae) é considerada Vulnerável (VU).

As famílias mais representativas foram Poaceae (23 spp.), Cyperaceae (22 spp.), Amaranthaceae (seis spp.) e Nymphaeaceae e Onagraceae (quatro spp., cada). As formas de vida mais representativas foram as plantas anfíbias/emergentes (46 spp.), seguidas das exclusivamente anfíbias (30 spp.) e flutuantes fixas (10 spp.), onde juntas correspondem a 80% da riqueza observada. As demais formas de vida são exclusivamente flutuantes livres (seis spp.), exclusivamente emergentes (cinco spp.), flutuantes fixas/livres (três spp.), submersas fixas (duas spp.), e emergentes/flutuantes fixas [*Centella asiatica* (L.) Urb.], anfíbias/epífitas (*Cyperus gardneri* Nees) e epífitas/flutuantes livres (*Utricularia gibba* L.) (Figuras 3-15) e suas distribuições geográficas nas estações amostrais podem ser consultadas nas Figuras 30-55.

Os gêneros mais bem representados em número de espécies foram: *Cyperus* L. (10 spp.) (Cyperaceae); *Panicum* L. (seis spp.) (Poaceae); *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae), *Ludwigia* L. (Onagraceae) e *Nymphaea* L. (Nymphaeaceae) com quatro espécies cada; e *Polygonum* L. (Polygonaceae) e *Utricularia* L. (Lentibulariaceae) com três espécies cada.

A curva de rarefação (Figura 3) indicou a suficiência amostral, dada a estabilização da curva com base na abundância observada nas estações amostrais (intervalo de confiança de 95%).

Figura 3: Curva de rarefação baseada na abundância específica das plantas macrófitas nas estações amostrais.



A abundância total foi significativamente maior nas lagoas e no tributário, em relação ao Rio Doce e aos lagos ( $F=10.727$ ,  $p<0.0001$ ). Rio Doce e lagos têm, em média, significativamente a mesma abundância de macrófitas aquáticas. As amostras de lagoas e do tributário (Rio Guandu) apresentam abundâncias, em média, similares e maior que nas outras duas localidades (Figura 4). A abundância também respondeu ao tempo, aumentando com o passar deste ( $F=25.503$ ,  $p<0.00001$ ) (Figura 5).

Figura 4: Análise da abundância total das plantas macrófitas para as estações amostrais ( $F=12.213$ ,  $p<0.0001$ ).

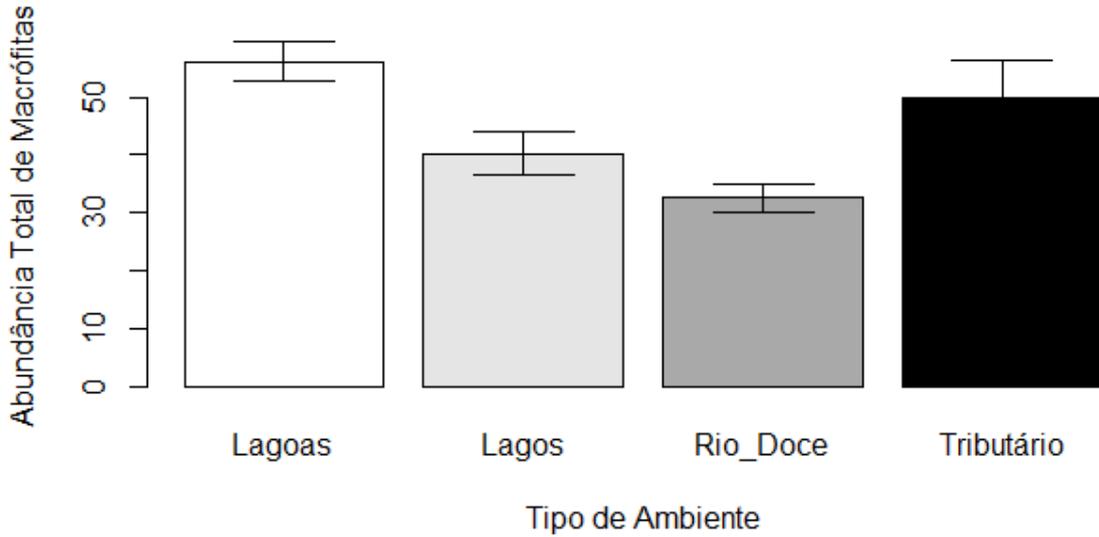
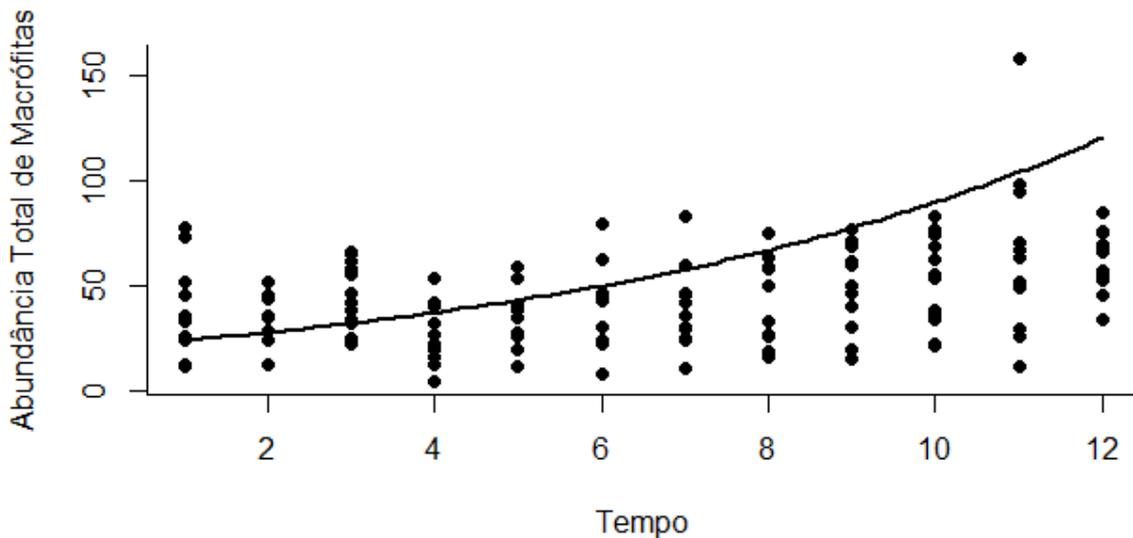


Figura 5: Análise da abundância total das plantas macrófitas para as estações amostrais em função do tempo ( $F=5.794$ ,  $p=0.01767$ ).



A riqueza total de espécies de macrófitas foi significativamente maior nas lagoas e no tributário, em relação ao Rio Doce e aos lagos ( $F=21.45$ ,  $p<0.0001$ ). Rio Doce e lagos têm, em média, significativamente a mesma riqueza de macrófitas e as amostras de lagoas e do tributário apresentam, em média, número de espécies de macrófitas aquáticas similares e maiores que nas outras duas

localidades (Figura 6). A riqueza também respondeu significativamente ao tempo, aumentando com o passar deste ( $F=13.1$ ,  $p=0.0004125$ ) (Figura 7), o mesmo padrão encontrado para a abundância.

Figura 6: Análise da riqueza total das plantas macrófitas para as estações amostrais ( $F=12.657$ ,  $p<0.0001$ ).

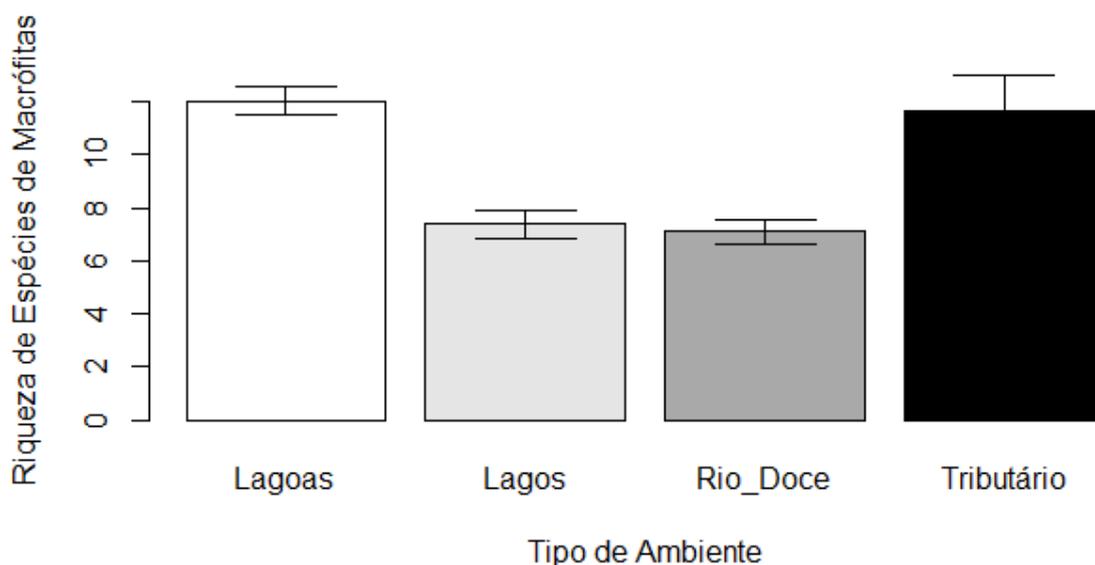
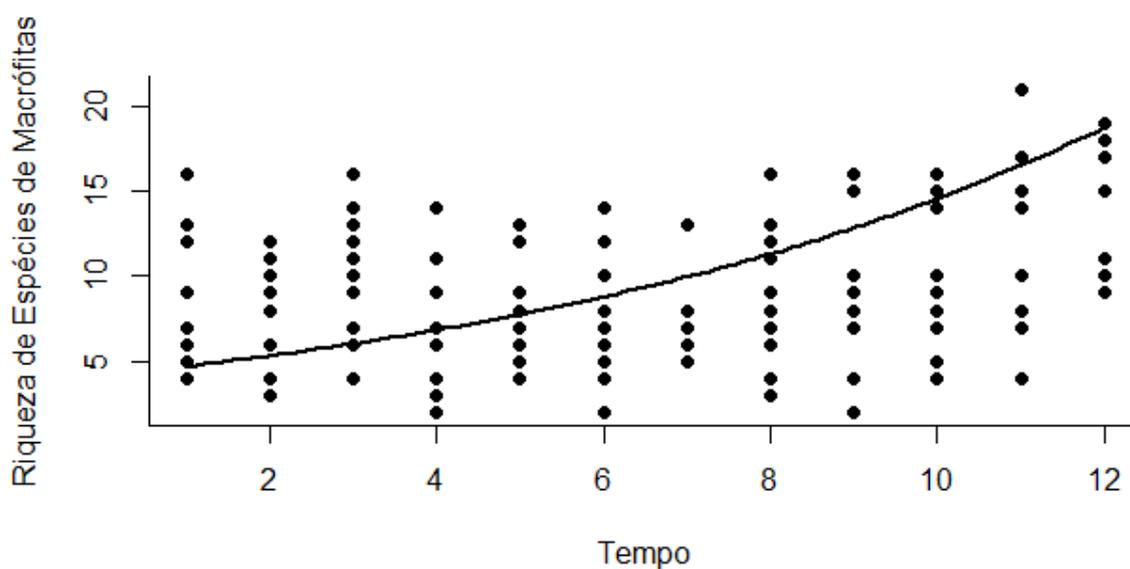


Figura 7: Análise da riqueza total das plantas macrófitas para as estações amostrais ao longo do tempo ( $F=8.7856$ ,  $p=0.003692$ ).



Os resultados apontados pelas análises de dominância revelam que os valores de tal índice foram significativamente menores nas lagoas e no tributário em relação ao Rio Doce e aos lagos ( $F=6.7778$ ,  $p=0.0002699$ ), dados exatamente opostos ao indicado pelas análises de abundância e de riqueza

(FFigura 8). Houve variação significativa nos índices de dominância ao longo do tempo ( $F=15.58$ ,  $p=0.0002017$ ) (Figura 9).

Figura 8: Índices de Dominância das plantas macrófitas para as estações amostrais ( $F=7.6221$ ,  $p=0.0001097$ ).

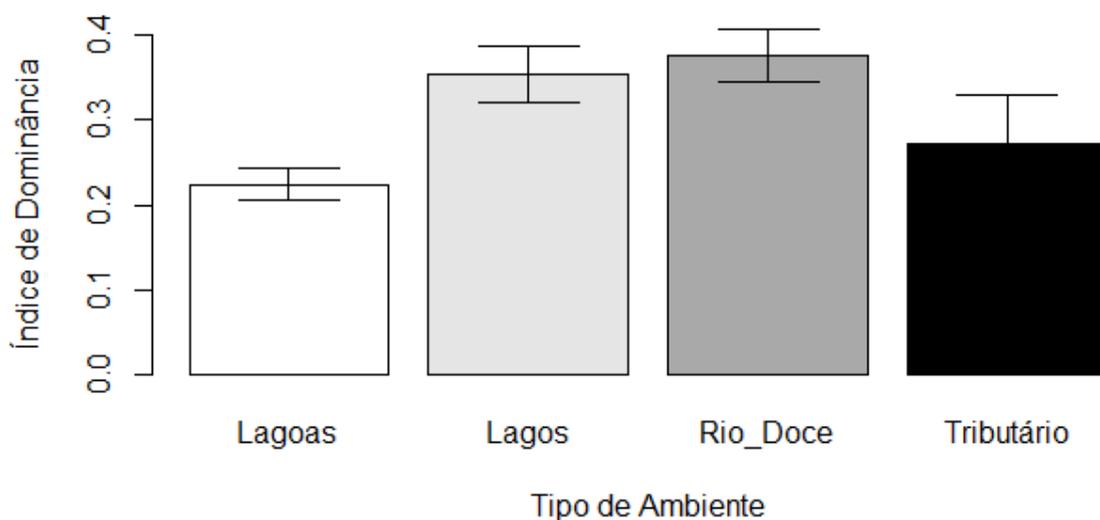
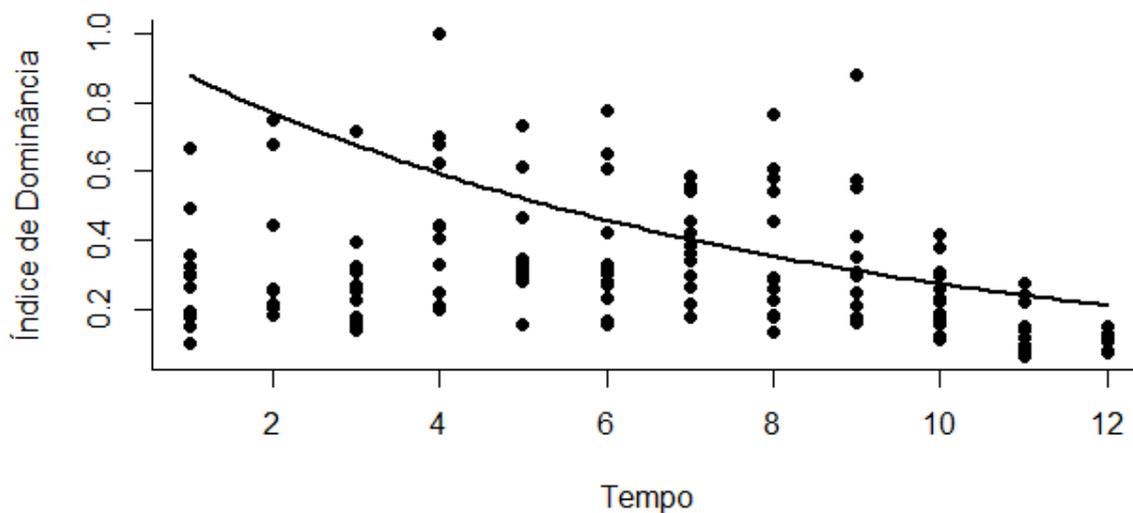


Figura 9: Análise da riqueza total das plantas macrófitas para as estações amostrais ao longo do tempo ( $F=15.58$ ,  $p=0.0002017$ ).



Os grupos de ambientes amostrados (Rio Doce, tributário, lagos e lagoas) divergem em termos de composição de espécies, onde a similaridade média entre as áreas comparadas é de 45% ( $R=0.5499$ ) (Tabela 1). As comunidades diferiram

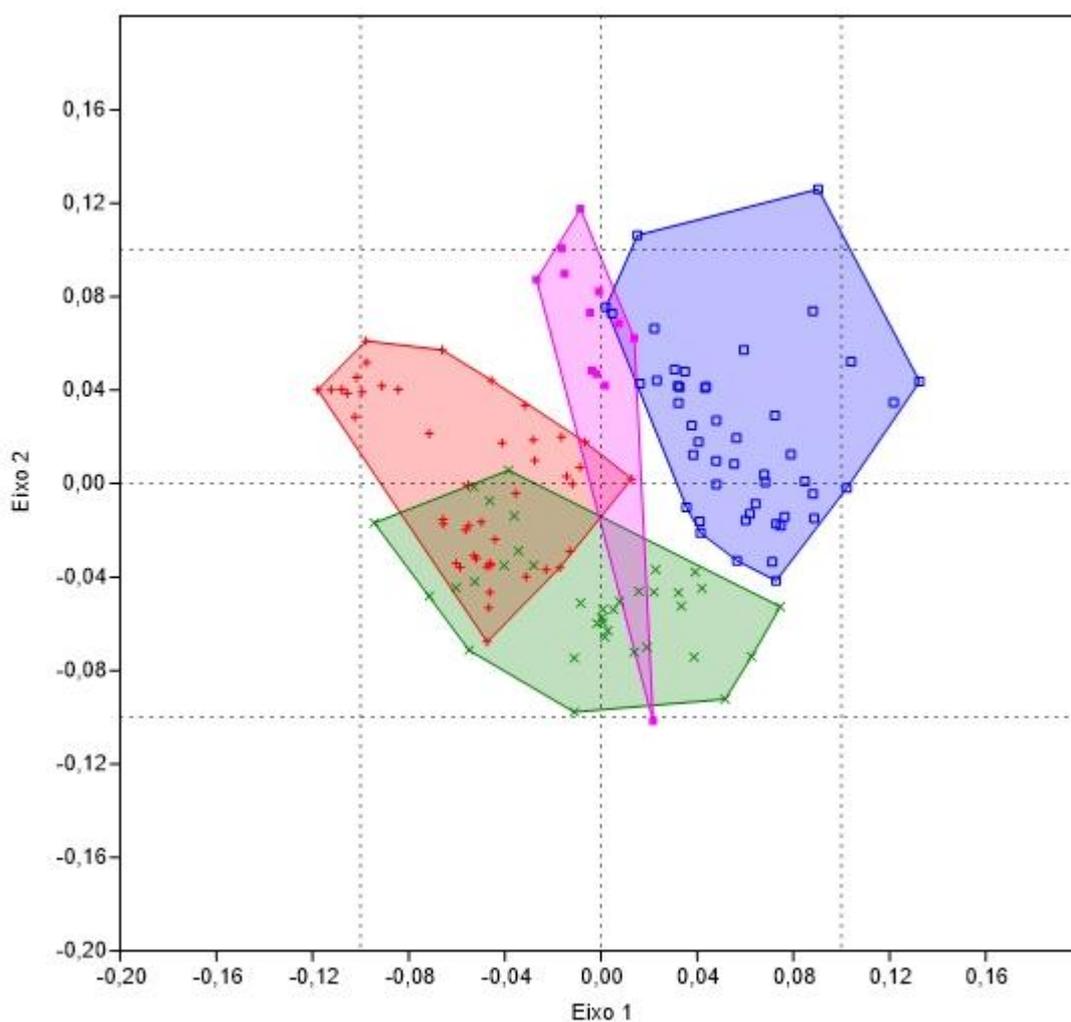
estatisticamente (ANOSIM,  $R=0.5499$ ,  $p<0.0001$ ) e o mapa de ordenação, construído pelo NMDS aponta a partição das comunidades em dois grandes grupos, que correspondem aos ambientes lóticos e lênticos (

Figura 10).

Tabela 1: Dissimilaridade SIMPER entre as áreas analisadas

	Rio Doce	Lagoas	Lagos	Tributário
Rio Doce	—	0,4073	0,642	0,6288
Lagoas		—	0,5481	0,6236
Lagos			—	0,4589
Tributário				—

Figura 10: Análises de NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) usando índice de dissimilaridade de Jaccard para comparar as composições de espécies de macrófitas entre os rios e as lagoas (ANOSIM,  $R=0.4588$ ,  $p<0.001$ ).



A partir da análise par a par entre as comunidades dos quatro ambientes, os resultados do teste de SIMPER apontaram as espécies mais influentes para as dissimilaridades encontradas. Tais resultados apontam como mais influentes *Eleocharis intersticta* (Vahl) Roem. & Schult. (Cyperaceae) na

comparação entre Rio Doce x lagoas, *Panicum aquaticum* Poir. (Salviniaceae) entre Rio Doce x lagos e *Alternanthera tenella* Colla (Amaranthaceae) na separação entre as comunidades do Rio Doce x tributário.

Os resultados para as relações abundância\*tempo / abundância\*ambiente amostrado diferiram para as quatro espécies previamente selecionadas.

Para *Salvinia auriculata*, a abundância respondeu ao local ( $F=25.119$ ,  $p<0.0001$ ) (Figura 11) e ao tempo ( $F=46.629$ ,  $p<0.00001$ ) (Figura 12).

Figura 11: Análise da abundância para *Salvinia auriculata* (Salviniaceae) para as estações amostrais ( $F=25.119$ ,  $p<0.0001$ ).

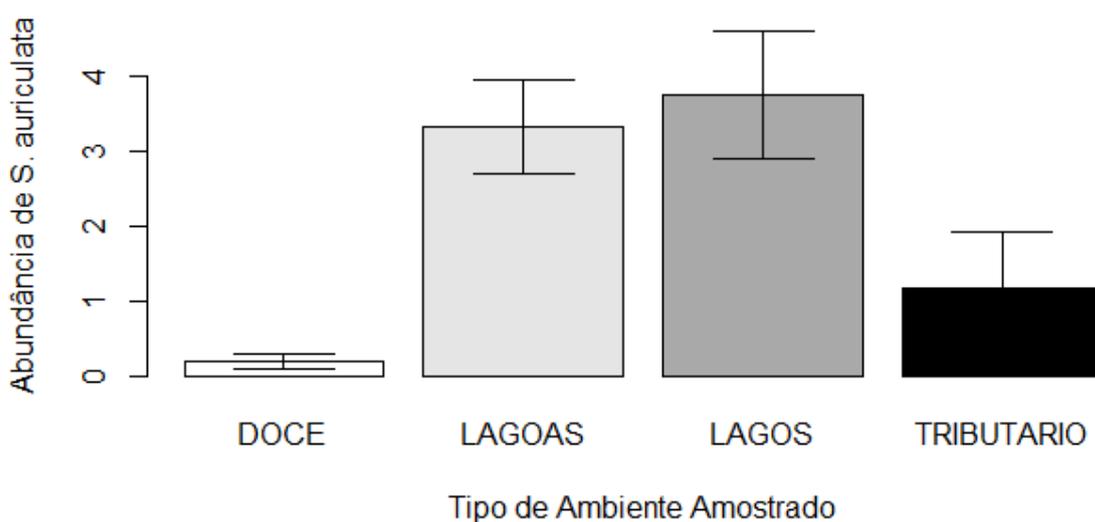
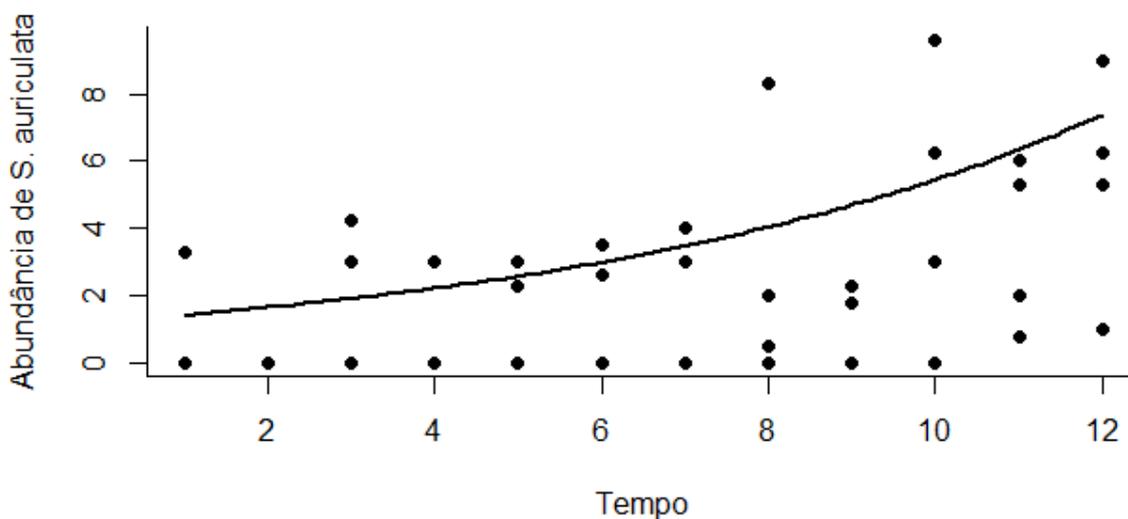
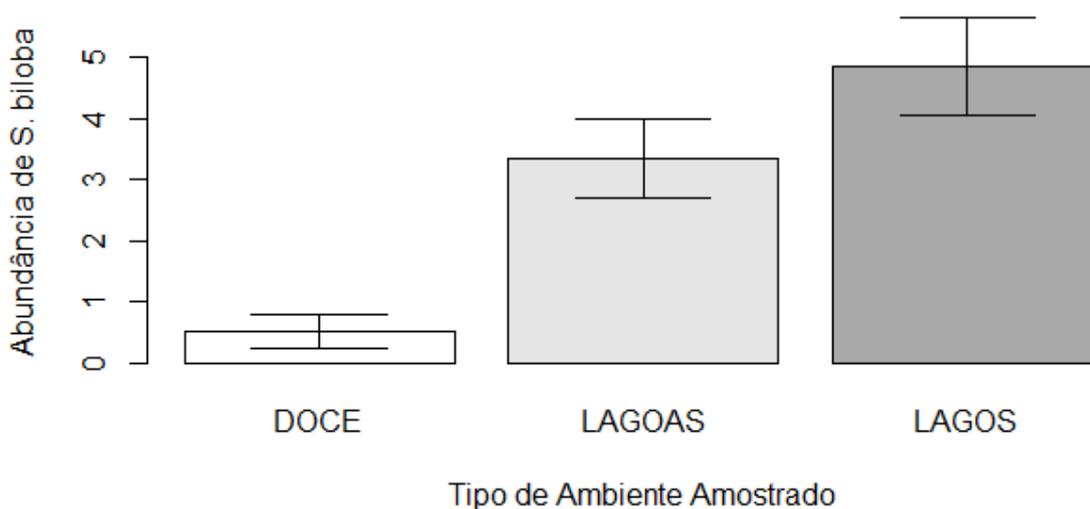


Figura 12: Análise da abundância para *Salvinia auriculata* (Salviniaceae) para as estações amostrais ao longo do tempo ( $F=13.9786$ ,  $p<0.0001$ ).



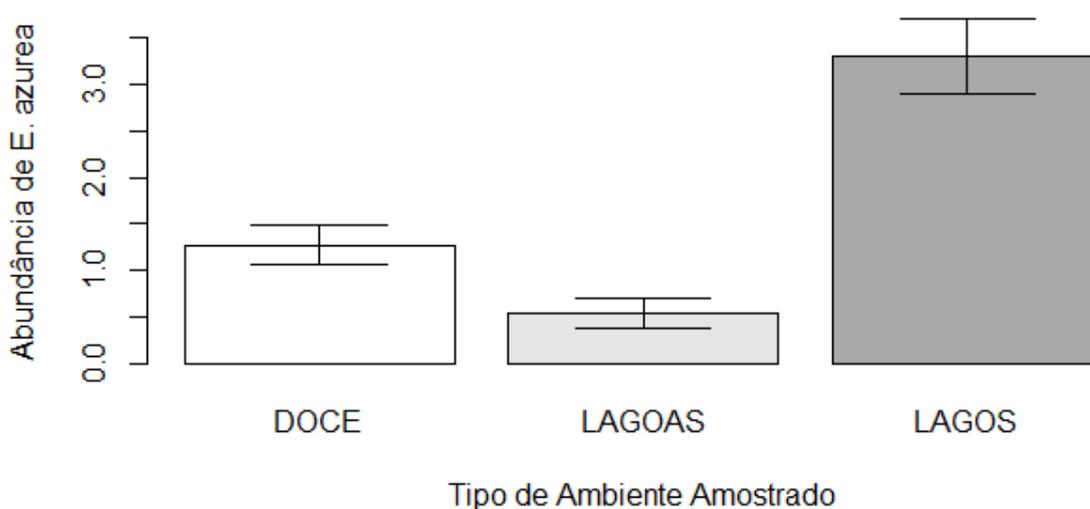
A abundância de *Salvinia biloba* não respondeu ao tempo ( $F=0.6649$ ,  $p=0.4213$ ) mas variou com o ambiente, tendo uma abundância significativamente maior nos lagos, seguido das lagoas e com baixa abundância no Rio Doce ( $F=15.3358$ ,  $p<0.0001$ ) (Figura 13).

Figura 13: Análise da abundância para *Salvinia biloba* (Salviniaceae) para as estações amostrais ( $F=15.3358$ ,  $p<0.0001$ ).



A abundância observada para *Eichhornia azurea* não respondeu ao tempo ( $F=0.1363$ ,  $p=0.7146$ ), mas variou com o ambiente, tendo uma abundância significativamente maior nos Lagos, seguido do Rio Doce e sendo menor nas Lagoas ( $F=23.6505$ ,  $p<0.0001$ ) (Figura 14).

Figura 14: Análise da abundância para *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) para as estações amostrais ( $F=23.6505$ ,  $p<0.0001$ ).



Vale à pena salientar os resultados obtidos para a espécie flutuante livre/fixa *Eichhornia crassipes* L. (Pontederiaceae) na comparação Rio Doce x lagoas. A abundância não foi significativa ao longo do tempo, mas respondeu espacialmente, sendo significativamente maior no Rio Doce ( $F=14.0504$ ,  $p=0,001266$ ) (Figura 15). Isso pode ser melhor demonstrado quando observada a curva de rarefação individual (Figura 16), baseada no acúmulo de abundância, que mostra que apesar da tendência à estabilização, a mesma ainda não foi alcançada.

Figura 15: Análise da abundância para *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) para as estações amostrais ( $F=14.0504$ ,  $p=0,001266$ ).

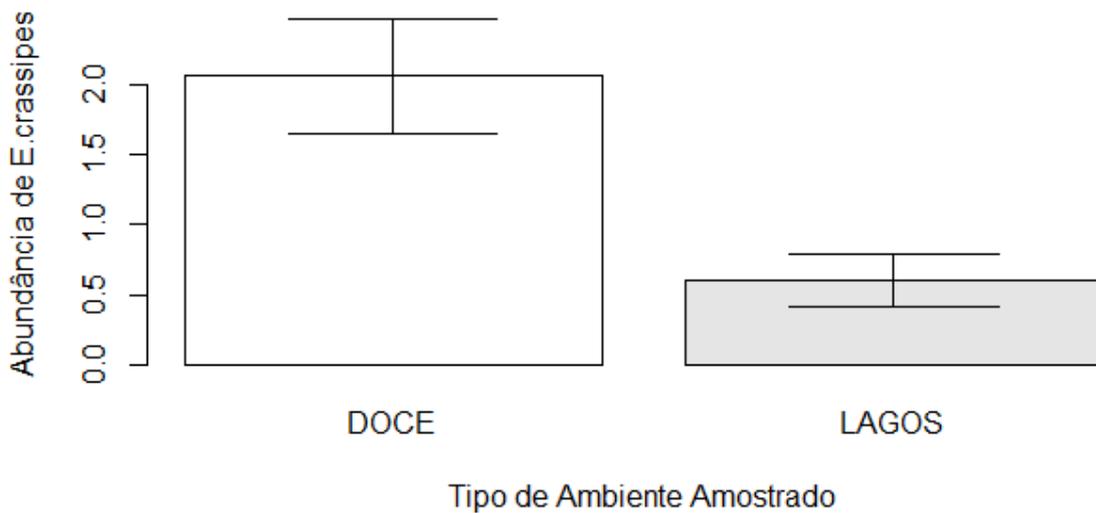
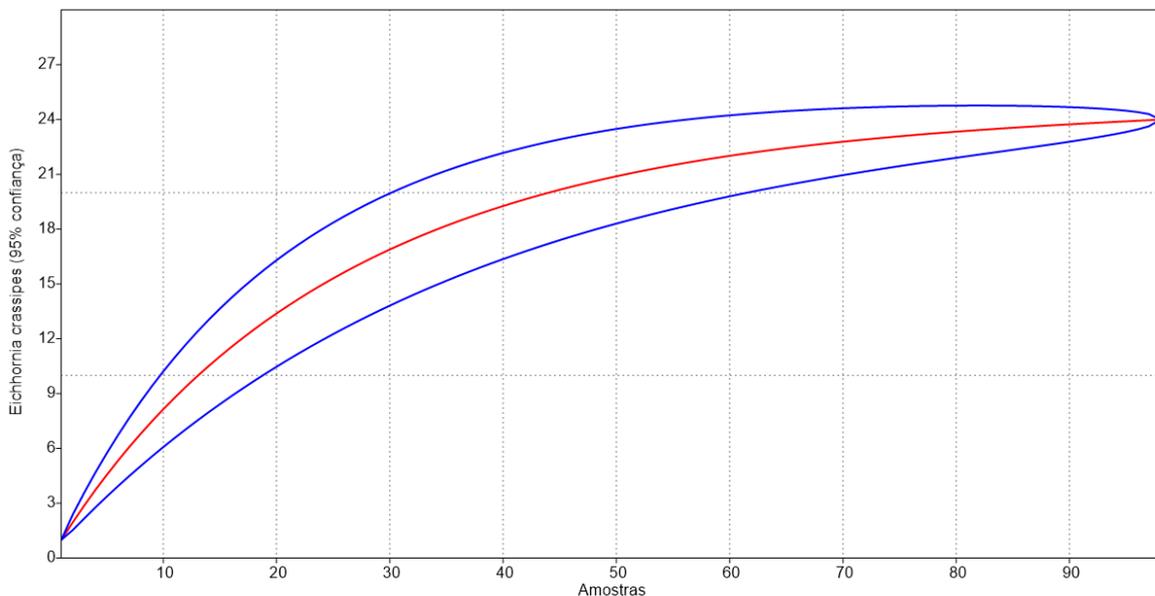


Figura 16: Curva de rarefação baseada na abundância específica de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) nas estações amostrais.



### 3.1 DISCUSSÃO

Dada a inexistência de dados pretéritos para comparação dos períodos anteriores ao início das atividades de monitoramento pela RRDM, a diversidade  $\gamma$  de macrófitas aqui apresentada é considerada alta frente aos resultados encontrados por outros autores para diferentes ambientes aquáticos, a exemplo de Ferreira et al. (2010) - 37 espécies; Kufner et al. (2011) - 42 espécies; Araújo et al. (2012) - 52 espécies; e Souza et al. (2017) - 66 espécies. A alta riqueza provavelmente deve-se ao maior número de diferentes ambientes aquáticos aqui monitorados (12 estações de amostragem) em comparação aos dados apresentados pelos autores acima mencionados que realizaram seus levantamentos em apenas uma única área ao longo de 5-12 meses de amostragem. Contudo, a diversidade  $\alpha$  é variável (17 a 40 táxons) e encontra-se com valores próximos às informações citadas por Ferreira et al. (2010), Kufner et al. (2011), Araújo et al. (2012) e Souza et al. (2017).

A grande maioria das espécies possui ampla distribuição geográfica no território brasileiro e a inexistência de análises quanto aos graus de ameaça propostos pela IUCN (CNCFlora 2019) pode ser reflexo da falsa necessidade de avaliação das mesmas. *Sagittaria lancifolia* (Alismataceae), apesar de não ser endêmica do Brasil, é considerada como vulnerável dada às especificidades e exigências ambientais. Nas áreas de monitoramento, a espécie só foi registrada para as estações P23 (lagoa Areão) e P24 (lagoa Areal), onde muito provavelmente houve intrusão de rejeitos de minério conforme indicativo de imagens de satélite do período compreendido entre janeiro e fevereiro/2016, conforme assinaturas digitais das massas d'água das lagoas e do Rio Doce. Tal informação é altamente relevante quanto à manutenção e conservação da espécie.

A predominância das espécies anfíbias e emergentes pode ser atribuída à capacidade das mesmas de sobrevivência e colonização de áreas alagadas e secas (Moreira et al. 2011). As zonas marginais dos espelhos d'água fornecem condições favoráveis ao seu estabelecimento, dentre elas a baixa profundidade e a resistência à redução do volume de água (Neves et al. 2006). Os resultados quanto à maior predominância de anfíbias e emergentes aqui apresentados são corroborados por diversos trabalhos em diferentes regiões do Brasil (França et al. 2003; Ferreira et al. 2010; Kufner et al. 2011, Pivari et al. 2011; Araújo et al. 2012; Souza et al. 2017).

Os resultados para abundância e riqueza foram similares para dois grupos aqui reconhecidos: (1) Rio Doce e lagos e (2) lagoas e tributário. O grupo (1) é constituído pelo sistema hídrico atingido diretamente pelos rejeitos de minério e/ou com histórico de impacto antrópico com o despejo de resíduos domésticos. Análises morfométricas e limnológicas (coluna d'água) em ambientes lacustres no Espírito Santo indicam as áreas do grupo 1 como ambientes redutores e com tendência à anoxia (vide relatório do subprojeto Análise das relações causa e efeito das ações intercâmaras na bacia hidrográfica do Rio Doce sobre os fluxos hidrológicos). Já o grupo 2 é formado pelas áreas não diretamente afetadas pela pluma de rejeitos e/ou afetadas por ligações indiretas por transbordamento ou possibilidade de intrusão de água subterrânea.

Uma vez que as áreas mais afetadas pela passagem dos agentes contaminantes após o rompimento da barragem localizam-se, principalmente no leito do Rio Doce, pode-se constatar que os valores de abundância e riqueza no grupo 1 (Rio Doce e lagos) são estatisticamente inferiores aos valores do grupo 2 (lagoas e tributário). Dentre as estações amostrais nos lagos, o Nova e o Limão apresentaram valores absolutos para diversidade  $\alpha$  superiores ao lago Juparanã, onde não foi registrada a intrusão dos rejeitos de minério devido a ações interventivas. No entanto, o lago Juparanã possui outros fatores observados que podem influenciar na perda da riqueza, tais como efluentes de esgotos, desmatamento do entorno e das bordas do lago.

Há o aumento significativo tanto da riqueza quanto da abundância ao longo do tempo para ambos os grupos, sendo assim, tal informação pode ser atribuída ao comportamento fenológico de alguns táxons. *Ludwigia torulosa* (Arn.) H.Hara (Onagraceae) é uma espécie emergente/anfíbia que foi encontrada apenas na 3ª campanha amostral na estação P24 (lagoa Areal), onde permaneceu exclusiva para tal ponto até a 7ª campanha, quando, a partir da oitava expedição, a espécie foi amostrada também na estação P18 (lago do Limão). *Cabomba furcata* Schult. & Schult. f. (Cabombaceae), que foi registrada na estação P24 (lagoa Areal) da 4ª à 7ª campanha amostral, não mais foi registrada a partir da 8ª expedição. E, por fim, *Polygonum punctatum* (Polygonaceae) que foi registrada apenas a partir da 10ª campanha amostral no P17 (tributário) e P23 (lagoa Areão). Todas as espécies só foram encontradas em áreas sem exposição direta ao pulso de rejeitos de minério.

As diferenças nos ciclos de vida das espécies podem afetar a abundância e riqueza locais, uma vez que muitas macrófitas aqui registradas são anuais. Segundo Parolin (2002), o efeito inundações para algumas espécies pode representar um momento para rápido crescimento caulinar nos primeiros estágios de vida ou mesmo a única estratégia na tentativa de escapar da total submersão e morte do indivíduo. Outros aspectos que podem incidir diretamente no aparecimento/desaparecimento de macrófitas ao longo do tempo são o fotoperíodo e a temperatura que, de acordo com Mantovani & Martins (1988), despontam como os fatores de maior influência no desenvolvimento dessas plantas, considerando que há disponibilidade hídrica durante todo o ano. Investigações realizadas por Neiff (1990) sugerem que o crescimento de diferentes espécies de macrófitas co-existent não ocorre no mesmo período no ecossistema aquático, onde a sobreposição dos períodos de crescimento não foi observada. Além disso, outras plantas aquáticas desaparecem rapidamente quando cobertas pela água (Neiff 1990). Segundo esse autor, a composição vegetal com estruturas e dominâncias relativas são variadas sofrendo alterações em função da altura da lâmina de água.

Os resultados das análises de composição permitem a separação de dois grupos facilmente reconhecíveis, os rios (Rio Doce e tributário - ambientes lóticos) e os lagos + lagoas (ambientes lênticos). Estatisticamente menos ricas e de composições essencialmente formadas por uma flora oportunista, as estações amostrais localizadas no Rio Doce e nos lagos são dissimilares em composição. Porém, compartilham táxons pertencentes a gêneros de plantas que apresentam abundâncias médias elevadas como *Eichhornia* (Pontederiaceae) e *Salvinia* (*S. biloba* e *S. auriculata* - Salviniaceae). Estas últimas mostraram elevados valores para abundância local média (4,86 e 3,78

indivíduos, respectivamente) nas estações dos lagos em comparação ao Rio Doce (0,532 e 0,191 indivíduos, respectivamente). Táxons estes que são comumente associados a ambientes eutrofizados e/ou altamente perturbados. Dada à forma de vida flutuante dessas espécies, elas são mais comumente encontradas em ambientes lênticos. Entretanto, a abundância média observada em *Eichhornia crassipes* foi um importante evento para as dissimilaridades observadas entre o Rio Doce e os lagos, com valores mais altos no primeiro (2,09 e 0,639, respectivamente). Vale salientar que são espécies nativas e que sua presença *per se* não representa automaticamente águas de má qualidade ambiental. Segundo Pompeo (2008), elevados valores de abundância nas comunidades, baseados principalmente no crescimento vegetativo, podem indicar alterações químicas na água como a presença de elementos tais quais nitrogênio, fósforo e carbono inorgânicos dissolvidos em altas concentrações.

De uma maneira geral, os fatores abióticos que podem ser citados como influenciadores diretos na riqueza e composição de macrófitas aquáticas são área (Oertli et al. 2002; Jones et al. 2003; Rolon et al. 2008), altitude (Jones et al. 2003; Rolon et al. 2008), condições hidroquímicas na água e no sedimento (Richardson et al. 1999, Heegaard et al. 2001), luminosidade (Lacoul & Freedman 2006) e flutuações hidrológicas (Maltchik et al. 2005; Van Geest et al. 2005). O componente biótico aqui analisado fornece indicativos populacionais de possíveis alterações na qualidade do ambiente em resposta a pelo menos duas dessas condições: hidroquímicas e flutuações hidrológicas.

Curiosamente, *Pfaffia glomerata* (Amaranthaceae) e *Cuphea melvilla* Lindl. (Lythraceae) despontam como muito abundantes dentre o conjunto de espécies mais importantes para a dissimilaridade das composições do Rio Doce e demais ambientes avaliados. Apesar de citadas como macrófitas de distribuição relativamente ampla no Brasil (BFG 2018), não há relatos ou indicativos de altos valores de abundância nas suas populações em ambientes aquáticos sob condições de alterações ambientais. Sob uma perspectiva de controle de qualidade da água, ressalta-se a extrema importância do acompanhamento *a posteriori* desses táxons para verificação da possível flutuação populacional.

Na contramão da riqueza e abundância, porém mais uma vez agrupando o Rio Doce com os lagos, os índices de dominância foram significativos em escala espacial e apontam comunidades cada vez menos heterogêneas nesses ambientes. Exatamente o contrário foi observado para as lagoas e o tributário. Tal homogeneidade é especialmente visualizada e citada para espécies oportunistas. Bove et al. (2003), ao estudarem a composição florística em ambientes alagados da costa do Rio de Janeiro, observaram que elas representam cerca de 23% da riqueza total das áreas por eles avaliadas. As principais espécies aqui observadas e que contribuíram para altos índices de dominância foram *Cuphea melvilla* (Lythraceae), *Eichhornia azurea* e *E. crassipes* (Pontederiaceae), *Pfaffia glomerata* (Amaranthaceae), *Salvinia biloba* e *S. auriculata* (Salviniaceae) e *Typha domingensis* (Typhaceae). Esses táxons são responsáveis por cerca de 30% da abundância total observada nas áreas avaliadas e isso pode indicar condições favoráveis à colonização/crescimento de espécies oportunistas. Dado este que merece especial atenção pela possibilidade de efeito agudo direto de perda de riqueza, devido às condições necessárias para ocorrência de alguns táxons que demandam baixa ou nenhuma perturbação antrópica.

Dada a capacidade (ou incapacidade) de tolerância a perturbações antrópicas, alguns grupos de macrófitas podem ser utilizadas como bioindicadoras de qualidade ambiental. Informações de registro de espécies associados aos valores de abundância nas suas populações devem ser levados em consideração para determinação de ambiente com níveis toleráveis (água de boa qualidade) ou com elevadas taxas de macro e micromoléculas em suspensão na água (ambientes eutrofizados) (Pompeo 2008). Tal condição é favorecida pelas altas concentrações de compostos orgânicos (Fósforo e Nitrogênio) e de metais pesados (Cádmio, Chumbo, Cromo, Manganês, Zinco, Níquel e Ferro) (Shotyk & Le Rouxy 2005).

A elevada abundância de espécies oportunistas de macrófitas aquáticas está relacionada ao processo de eutrofização da água, reduzindo o oxigênio dissolvido, formando gases e diminuindo o pH da água, o que leva a efeitos deletérios sobre as comunidades aquáticas (Pedralli 2003, Pompeo 2008). E, como citado anteriormente, a simples ocorrência desses táxons não indica necessariamente desequilíbrio no ecossistema. No entanto, *Eichhornia crassipes*, espécie amplamente citada como oportunista e de rápido crescimento em áreas eutrofizadas (Pompeo 2008), demonstrou um aumento crescente em biomassa ao longo do tempo no Rio Doce, o que demanda especial atenção para o acompanhamento e possível intervenção.

Diante dessas informações provenientes das 12 campanhas amostrais realizadas, faz-se necessário monitorar as populações das espécies registradas ao longo do tempo para que possamos ter dados suficientes e sermos capazes de apontar prováveis alterações na riqueza, abundância e composição de espécies de macrófitas aquáticas. Em relação aos ambientes não ou pouco impactados com a intrusão de rejeitos, se monitorados e bem analisados, podem servir de repositórios naturais de espécies ambientalmente exigentes e que já não são encontradas ou possuem suas populações em declínio nos ambientes que foram diretamente atingidos pela pluma de rejeitos.

Devido à ausência de dados pretéritos, não há observações pertinentes quanto à riqueza possivelmente perdida após o rompimento da barragem. No entanto, os resultados obtidos neste primeiro ano de atuação da RRDM na comunidade de macrófitas aquáticas podem servir de base para o acompanhamento das populações e testar os efeitos crônicos na mesma.

Visto isso, a análise e o monitoramento da produtividade da biomassa de espécies-chave em detrimento à qualidade ambiental ao longo dos próximos anos são de crucial importância para determinar possíveis ações mitigatórias, desta forma, visando o restabelecimento possível do equilíbrio natural da biota de macrófitas aquáticas nas estações de amostragem.

#### **4 REFERÊNCIAS**

ALVES, J.A.A.; TAVARES, A.S.; TREVISAN R. **Composição e distribuição de macrófitas aquáticas na lagoa da Restinga do Massiambu, Área de Proteção Ambiental Entorno Costeiro, SC.** Rodriguésia, vol. 62, nº 4, p. 785-801, 2011.

- APG IV. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants:** APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 181, nº 1, p. 1-20, 2016.
- ARAÚJO, E.S.; SABINO, J.H.F.; COTARELLI, V.M.; FILHO, J.A.S.; CAMPELO, M.J.A. **Riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em mananciais da Caatinga.** *Diálogos & Ciência*, vol. 32, nº 1, p. 229-233, 2012.
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J.B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish.** 2. ed. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999.
- BFG - THE BRAZILIAN FLORA GROUP. **Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC).** *Rodriguésia*, vol. 69, nº 4, p. 1513-1527, 2018.
- BIANCHINI-JÚNIOR, I. **Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas.** In: Thomaz SM & Bini LM. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas.* Ed. da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 341 p., 2003.
- BOVE, C.P.; GIL, A.S.B.; MOREIRA, C.B.; ANJOS, R.F.B. **Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do estado do Rio de Janeiro, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica*, vol. 17, nº 1, p. 119-135, 2003.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr., J.F. **A vida nas águas das montanhas.** *Ciência Hoje*, vol. 31, nº 182, p. 68-71, 2002.
- CALLISTO, M.; GOULART, M.; BARBOSA, F.A.R.; Rocha, O. **Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (Northeastern Brazil).** *Brazilian Journal of Biology*, vol. 65, nº 2, p. 1-6, 2005.
- CNCFlora. **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora.** Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>. Acesso em 6 setembro 2019.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575 p.
- FERREIRA, F.A.; MORMUL, R.P.; PEDRALLI, G.; POTT, V.J.; POTT, A. **Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil.** *Hoehnea*, vol. 37, nº 1, p. 43-52, 2010.
- FRANÇA, F.; MELO, E.; GÓES NETO, A.; ARAÚJO, D.; BEZERRA, M.G.; RAMOS, H.M.; CASTRO, I.; GOMES, D. **Flora vascular de açudes de uma região de semi-árido da Bahia, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica*, vol. 17, nº 4, p. 549-559, 2003.
- HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Iron and free radical reactions: two aspects of antioxidant protection.** *Trends Biochemical Science* vol. 11, nº 9, p. 372-375, 1986.

- HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, nº 1, p. 1-9, 2001.
- HEEGARD, E.; BIRKS, H.H.; GIBSON, C.E.; SMITH, S.J.; WOLFEMURHY, S. **Species-environmental relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland**. *Aquat. Bot.*, vol. 70, nº 3, p. 175-223, 2001.
- IMLAY, J.A.; CHIN, S.M.; LINN, S. **Toxic DNA damage by hydrogen peroxide through the Fenton reaction in vivo and in vitro**. *Science*, vol. 240, nº 4852, p. 640-642, 1988.
- IRGANG, B.E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J.L. **Macrófitas aquáticas da estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Roessleria*, vol. 6, nº 1, p. 395-405, 1984.
- JONES, J.I.; LI, W.; MABERLY, S.C. **Area altitude and aquatic plant diversity**. *Ecography.*, vol. 26, nº 4, p. 433 411-420, 2003.
- KOVÁCS, M. (Ed.). **Biological Indicators in Environmental Protection**. Tradução de Á. Máthé, Z. Tuba, J. L. Meenks, Zs. Csintalan. Chichester: Ellis Horwood, 125 p., 1992.
- KUFNER, D.C.L.; SCREMIN-DIAS, E.; GUGLIERI-CAPORAL, A. **Composição florística e variação sazonal da biomassa de macrófitas aquáticas em lagoa de meandro do Pantanal**. *Rodriguésia*, vol. 62, nº 4, p. 803-812, 2011.
- LACOU, P.; FREEMAN, B. **Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems**. *Environ. Rev.*, vol. 14, nº 2, p. 89-136, 2006.
- LIMA, L.F.; SILVA, S.S.L.; MOURA-JÚNIOR, E.G.; ZICKEL, C.S. **Composição florística e chave de identificação das macrófitas aquáticas ocorrentes em reservatórios do estado de Pernambuco**. *Rodriguésia*, vol. 62, nº 4, p. 771-783, 2011.
- MALTCHIK, L.; OLIVEIRA, G.R.; ROLON, A.S.; STENERT, C. **Diversity and stability of aquatic macrophyte community in three shallow lakes associated to a floodplain system in the South of Brazil**. *Interciencia*, vol. 30, nº 3, p. 166-170, 2005.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. **Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo**. *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 11, nº 1/2, p. 101-112. 1988.
- MOREIRA, S.N.; POTT, A.; POTT, V.J.; DAMASCENO-JÚNIOR, G.A. **Structure of pond vegetation of a vereda in the Brazilian Cerrado**. *Rodriguésia*, vol. 62, p. 4, p. 721-729, 2011.
- MUHAMMETOĞLU, A.; SOYUPAK, S. **A three-dimensional water quality-macrophyte interaction model for shallow lakes**. *Ecological Modelling*, vol. 133, nº 3, p.161-180. 2000.
- NEIFF, J.J. **Ideas para la interpretacion ecológica del Paraná**. *Interciencia*, vol.15, nº 6, p. 424-441, 1990.

- NEVES, E.L.; LEITE, K.R.B.; FRANÇA, F.; MELO, E. **Plantas aquáticas vasculares em uma lagoa de planície costeira no município de Candeias, Bahia, Brasil.** *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, vol. 6, nº 1, p. 24-29, 2006.
- OERTLI, B.; JOEY, D.A.; CASTELLA, E.; JUGE, R.; CAMBIN, D.; LACHAVANNE, J.B. **Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity.** *Biological Conservation*, vol. 104, nº 1, p. 59-70, 2002.
- PAROLIN, P. **Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in Amazonian floodplains.** *Environm. Experim. Botany*, vol. 48, nº 2, p. 177-186, 2002.
- PEDRALLI, G. **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativa para usos múltiplos de reservatórios.** In *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas* (S.M. Thomaz & L.M. Bini, eds.). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.
- PEIXOTO, A.L.; MAIA, L.C. **Manual de Procedimentos para Herbários. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos.** Editora Universitária UFPE, Recife, 2013.
- PIVARI, M.O.D.; OLIVEIRA, V.B.; COSTA, F.M.; FERREIRA, R.M.; SALINO, A. **Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil.** *Rodriguésia*, vol. 62, nº 4, p. 759-770, 2011.
- POMPEO, M.L.M. **Monitoramento de Macrófitas Aquáticas.** *Oecol. Bras.*, vol. 12, nº 3, p. 406-424, 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria:** R Foundation for Statistical Computing. Disponível em <http://www.R-project.org/> Acesso em 6 setembro 2019.
- RICHARDSON, C.J.; FERRELL, G.M.; VAITHIYANATHAN, P. **Nutrient effects on stand structure, resorption efficiency, and secondary compounds in everglades sawgrass.** *Ecology*, vol., 80, nº 7, p. 2182-2192, 1999.
- ROLON, A.S.; HOMEM, H.F.; MALTCHIK, L. **Aquatic macrophytes in natural and managed wetlands of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 22, nº 2, p. 133-146, 2010.
- SHOTYK, W.; LE ROUXY, G. **Biogeochemistry and cycling of lead.** *Metal Ions Biological Systems*, vol. 43, nº 1, p. 239-275, 2005.
- SMITH, A.R.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P.G. **A classification for extant ferns.** *Taxon*, vol. 55, nº 3, p. 705-731, 2006.
- SOUZA, W.O.; PENA, N.T.L.; GARBIN, M.L.; ALVES-ARAÚJO, A. **Macrófitas aquáticas do Parque Estadual de Itaúnas, Espírito Santo, Brasil.** *Rodriguésia*, vol. 68, nº 5, p. 1907-1919, 2017.

THIERS, B. Index Herbariorum: **A global directory of public herbaria and associated staff.** **New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.** Disponível em <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>  
Acesso em 6 setembro 2019.

VAN GEEST, G.J.; WOLTERS, H.; ROOSEN, F.C.J.M.; COOPS, H.; ROIJACKERS, R.M.M.; BUIJSE, A.D.; SCHEFFER, M. **Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes.** *Hydrobiologia*, vol. 539, nº 1, p. 239-248, 2005.

## 5 APÊNDICE I

Figura 1: A - *Hydrocleys nymphoides*. B - *Limnocharis flava*. C - *Sagittaria lancifolia*. D - *Alternanthera philoxeroides*. E - *Alternanthera tenella*. F - *Blutaparon portulacoides*. G - *Hebanthe eriantha*. H - *Pfaffia glomerata*.



Figura 2: A - *Pfaffia tuberosa*. B - *Crinum americanum*. C - *Centella asiatica*. D - *Montrichardia linifera*. E - *Pistia stratiotes*. F - *Acmella oleracea*. G - *Enydra anagalis*. H - *Telmatoblechnum serrulatum*.

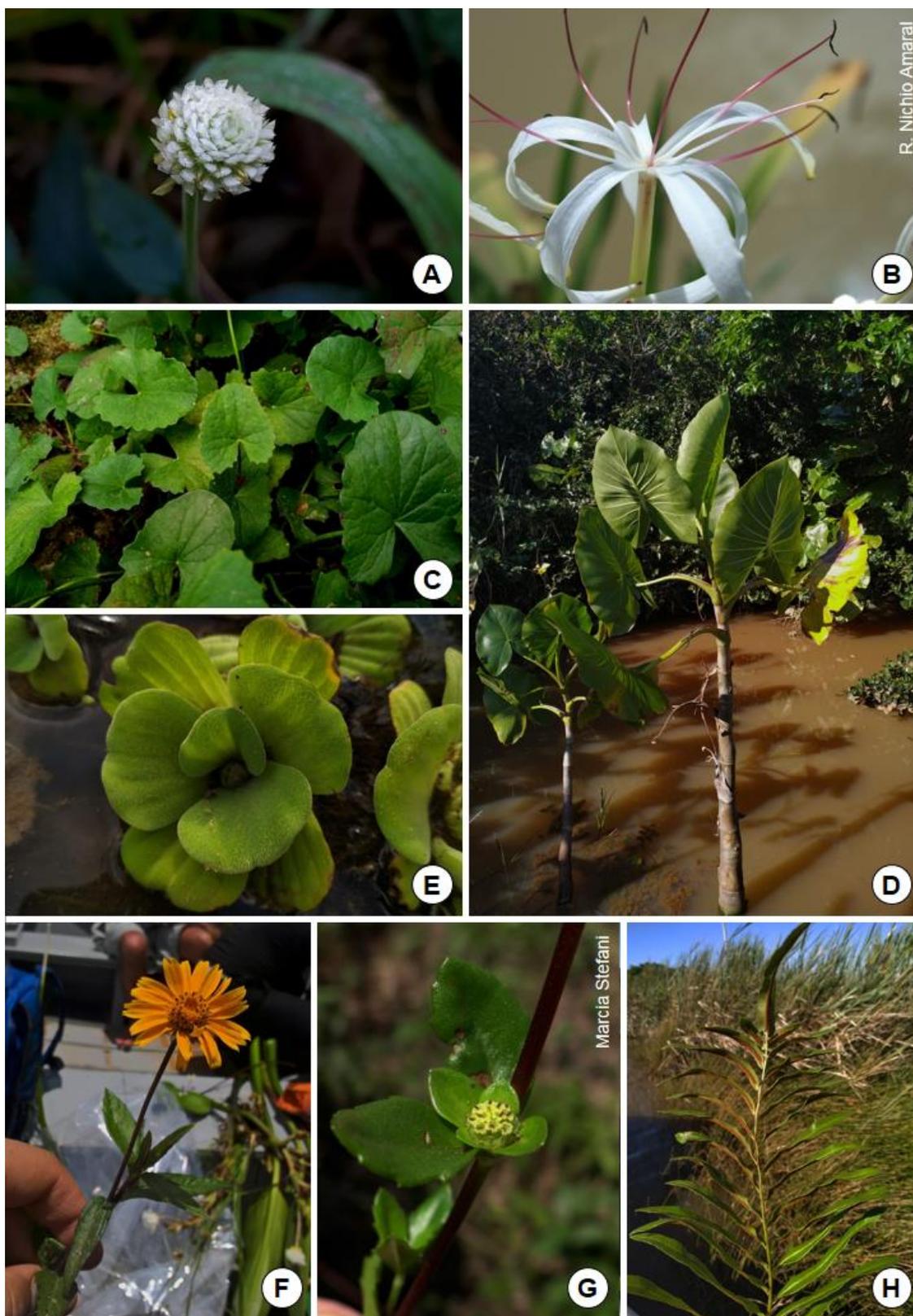


Figura 3: A - *Cabomba furcata*. B - *Tarenaya spinosa*. C - *Calyptrocarya glomerulata*. D - *Cyperus articulatus*. E - *Cyperus esculentus*. F - *Cyperus gardneri*. G - *Cyperus haspan*. H - *Cyperus hermaphroditus*.

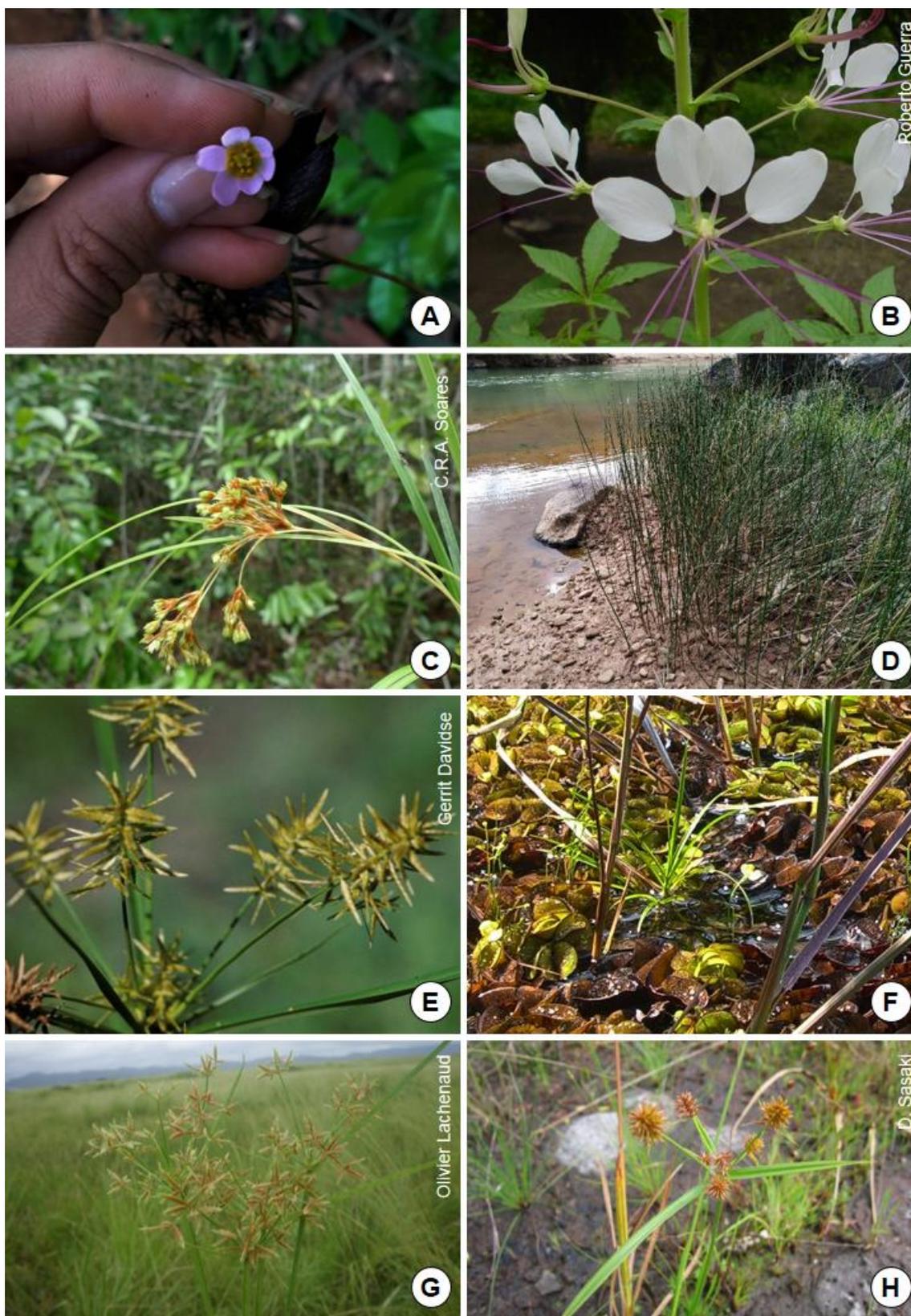


Figura 4: A - *Cyperus ligularis*. B - *Cyperus luzulae*. C - *Cyperus polystachyos*. D - *Cyperus subsquarrosus*. E - *Cyperus surinamensis*. F - *Eleocharis acutangula*. G - *Eleocharis confervoides*. H - *Eleocharis geniculata*.

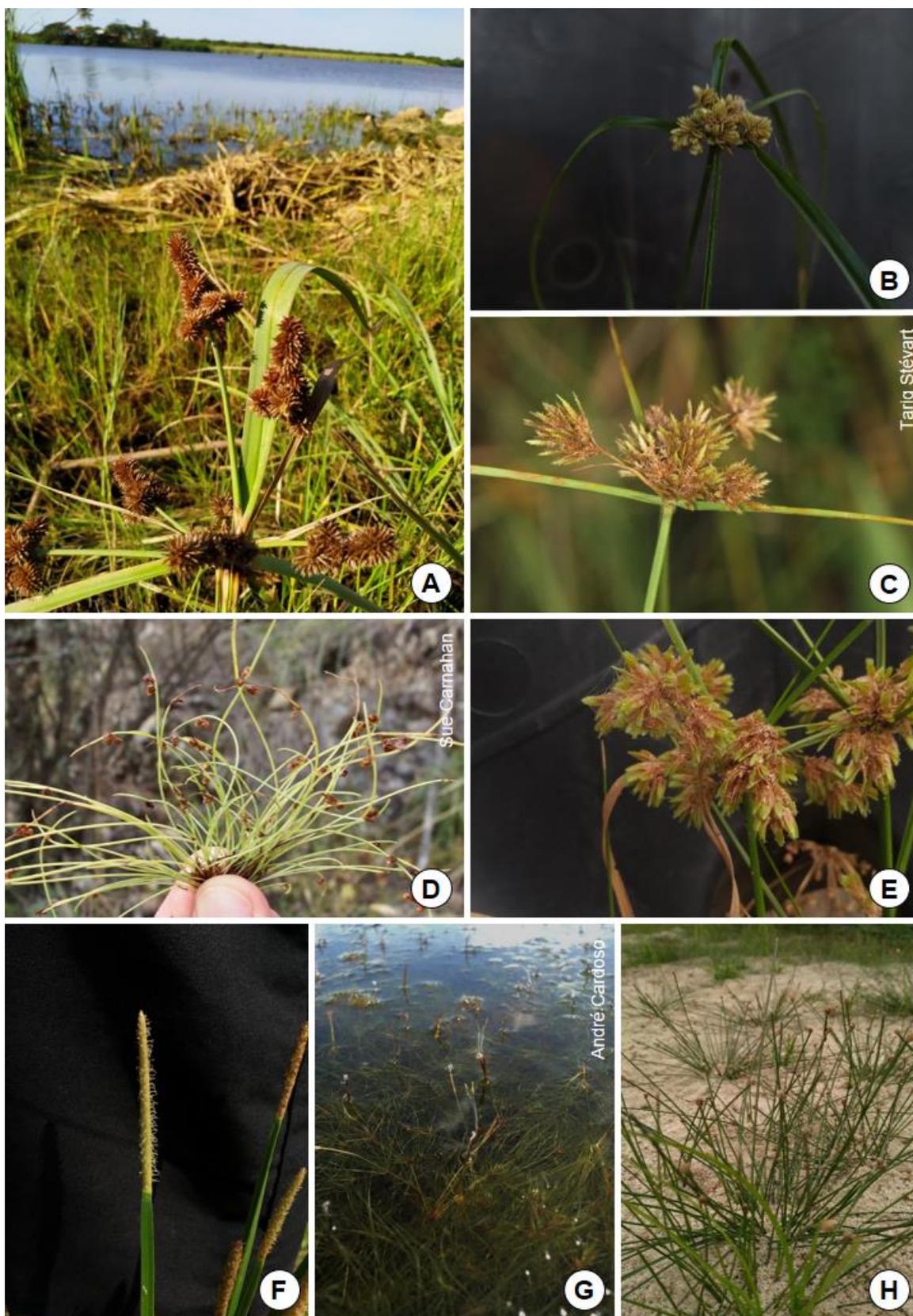


Figura 5: A - *Eleocharis intersticta*. B - *Fimbristylis cymosa*. C - *Fimbristylis miliacea*. D - *Fuirena umbellata*. E - *Rhynchospora corymbosa*. F - *Rhynchospora holoschoenoides*. G - *Scleria gaertneri*. H - *Scleria mitis*.



Figura 6: A - *Tonina fluviatilis*. B - *Egeria densa*. C - *Limnobium laevigatum*. D - *Hydrolea elatior*. E - *Hydrolea spinosa*. F - *Utricularia foliosa*. G - *Utricularia gibba*. H - *Utricularia hydrocarpa*.



Figura 7: A - *Micranthemum umbrosum*. B - *Torenia thouarsii*. C - *Lygodium venustum*. D - *Lygodium volubile*. E - *Cuphea carthagenensis*. F - *Cuphea melvilla*. G - *Talipariti pernambucense*. H - *Stromanthe thalia*.



Figura 8: A - *Nymphoides humboldtiana*. B - *Mollugo verticillata*. C - *Nymphaea caerulea*. D - *Nymphaea lingulata*. E - *Nymphaea pulchella*. F - *Nymphaea rudgeana*. G - *Ludwigia erecta*. H - *Ludwigia leptocarpa*.



Figura 9: A - *Ludwigia octovalvis*. B - *Ludwigia torulosa*. C - *Bacopa monnieri*. D - *Acroceras zizanioides*. E - *Cenchrus brownii*.  
F - *Cortaderia selloana*. G - *Echinochloa crusgalli*. H - *Eleusine indica*.

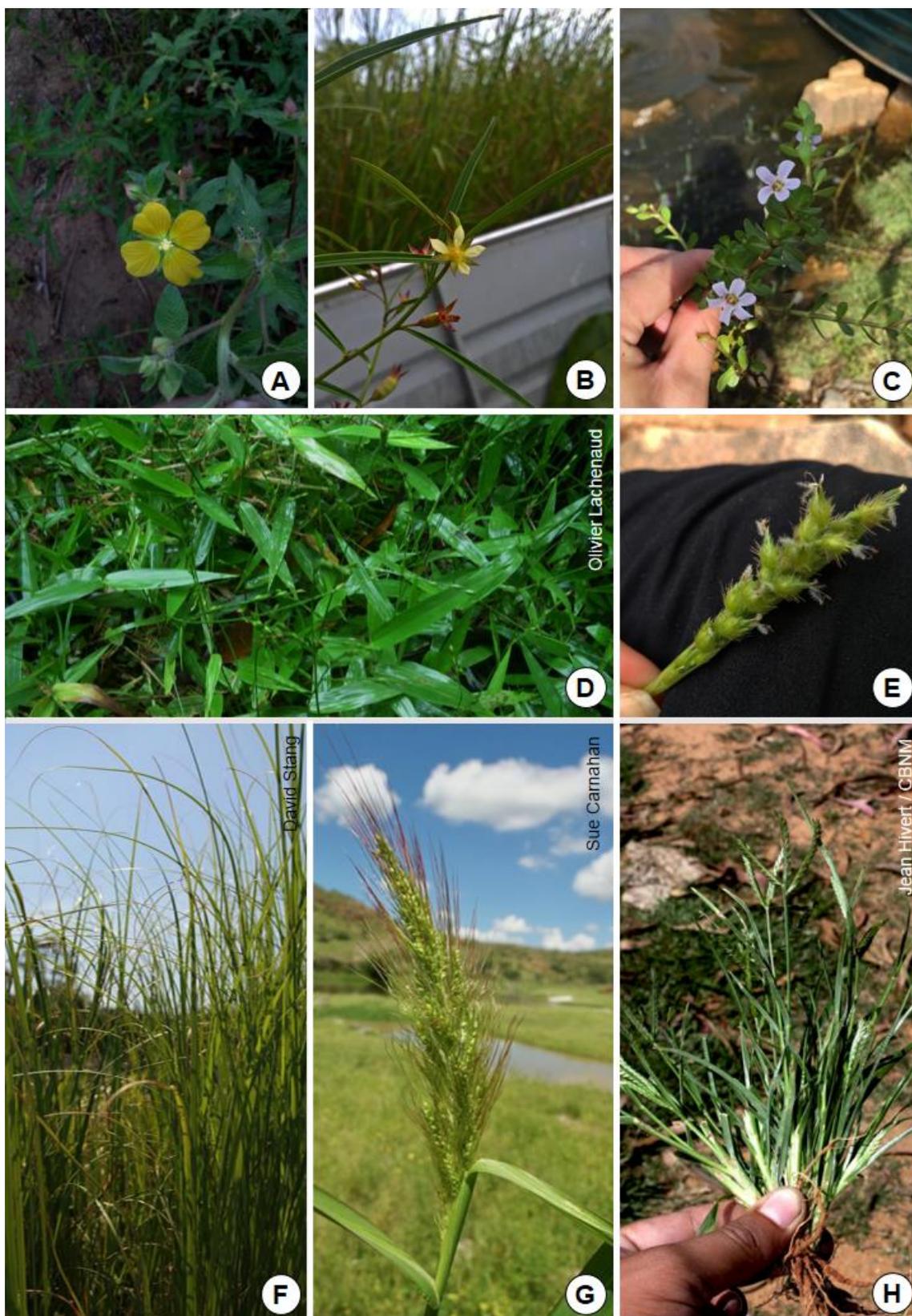


Figura 10: A - *Hiladaea pallens*. B - *Hymenachne amplexicaulis*. C - *Hymenachne pernambucensis*. D - *Luziola peruviana*. E - *Ocellochloa stolonifera*. F - *Panicum aquaticum*. G - *Panicum dichotomiflorum*. H - *Panicum gouinii*.



Figura 11: A - *Panicum millegrana*. B - *Panicum repens*. C - *Panicum stramineum*. D - *Parodiolyra micrantha*. E - *Paspalum millegrana*. F - *Paspalum pilosum*. G - *Poaceae* sp. 1. H - *Rugolooa pilosa*.

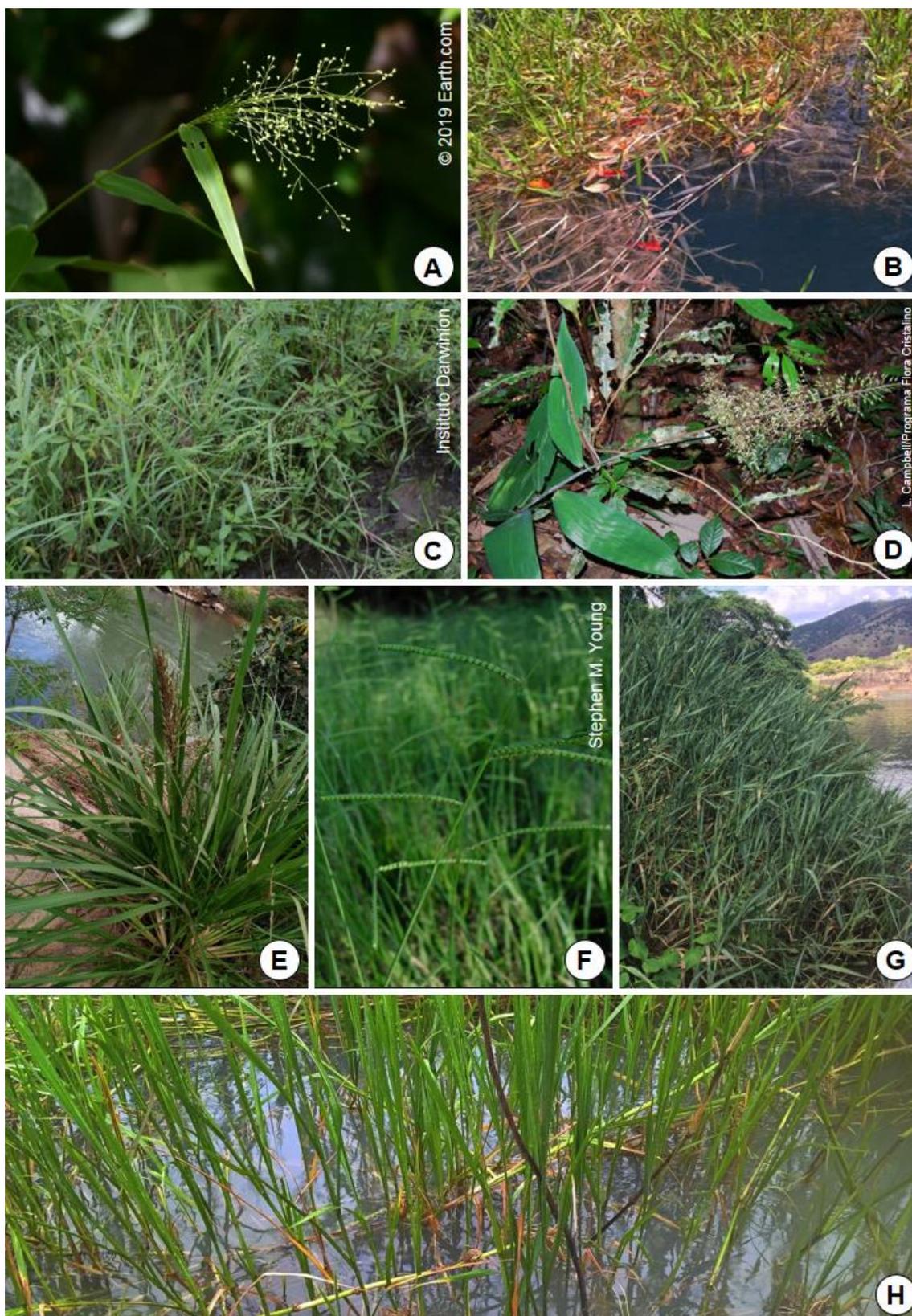


Figura 12: A - *Steinchisma laxum*. B - *Urochloa brizantha*. C - *Polygonum ferrugineum*. D - *Polygonum hydropiperoides*. E - *Polygonum punctatum*. F - *Eichhornia azurea*. G - *Eichhornia crassipes*. H - *Adiantum latifolium*.



Figura 13: A - *Ceratopteris thalictroides*. B - *Oldenlandia corymbosa*. C - *Salvinia auriculata*. D - *Salvinia biloba*. E - *Christella dentata*. F - *Cyclosorus interruptus*. G - *Meniscium serratum*. H - *Typha domingensis*. I - *Xyris macrocephala*.



Figura 14: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

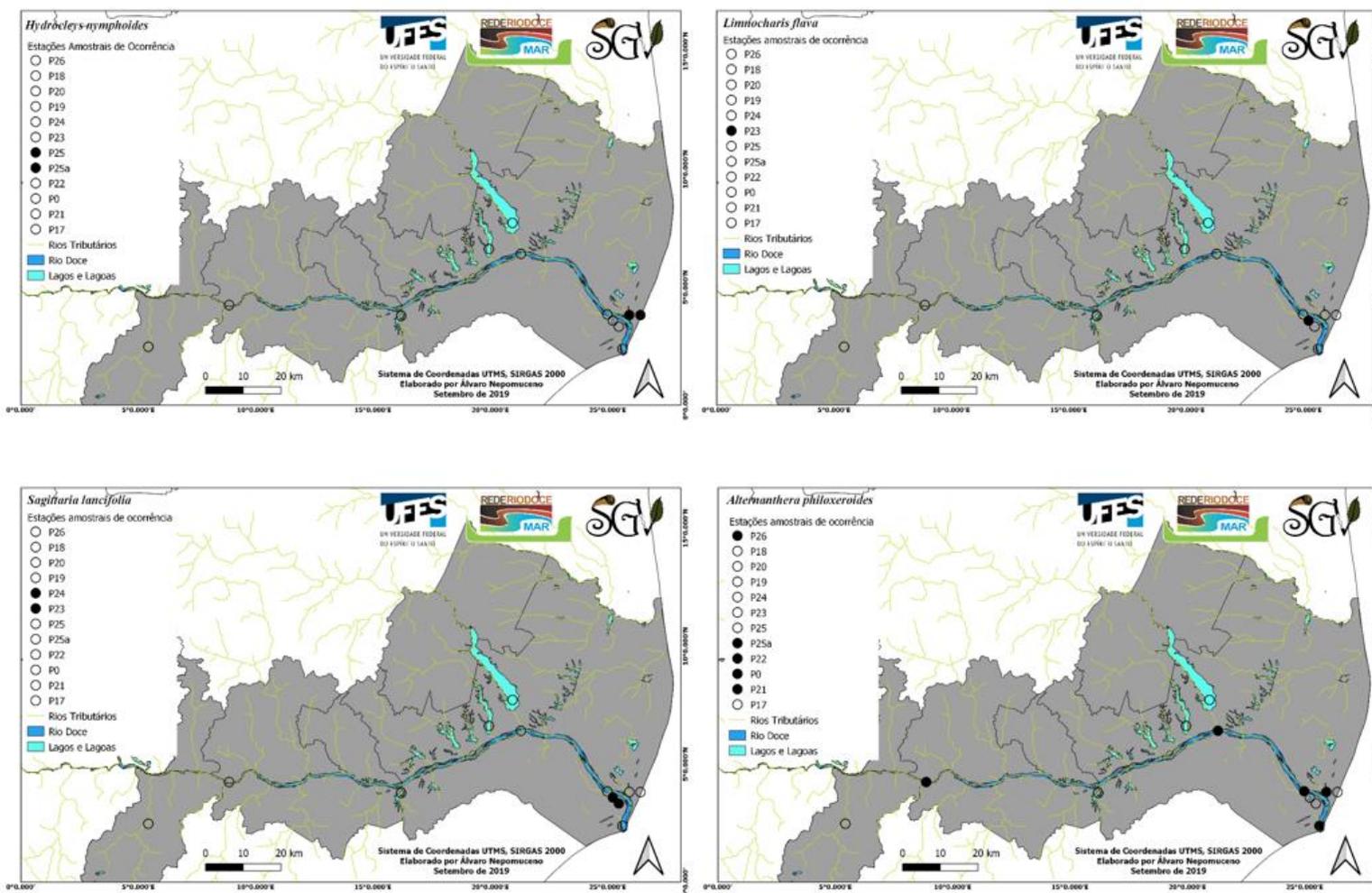


Figura 15: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

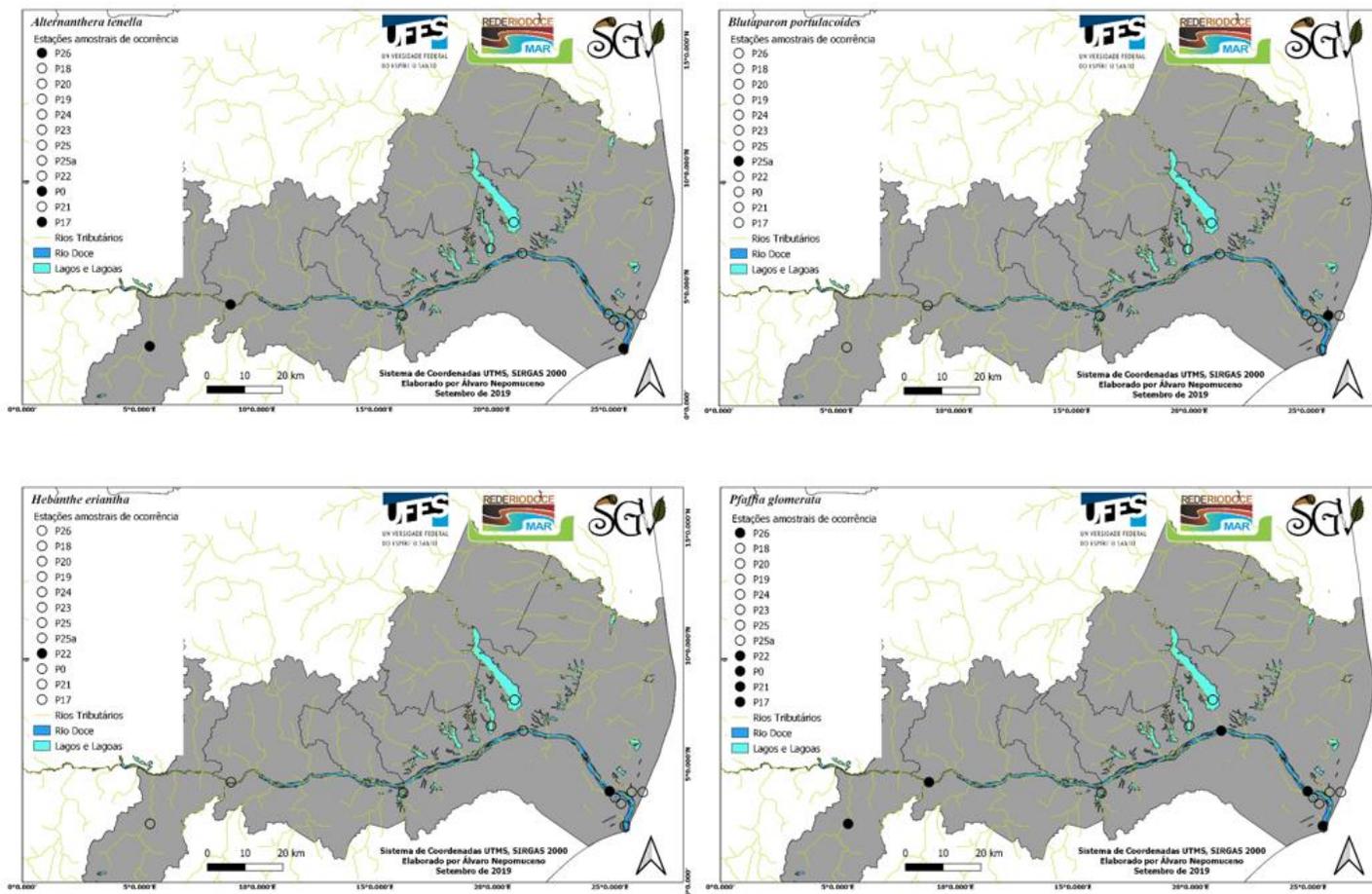


Figura 16: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

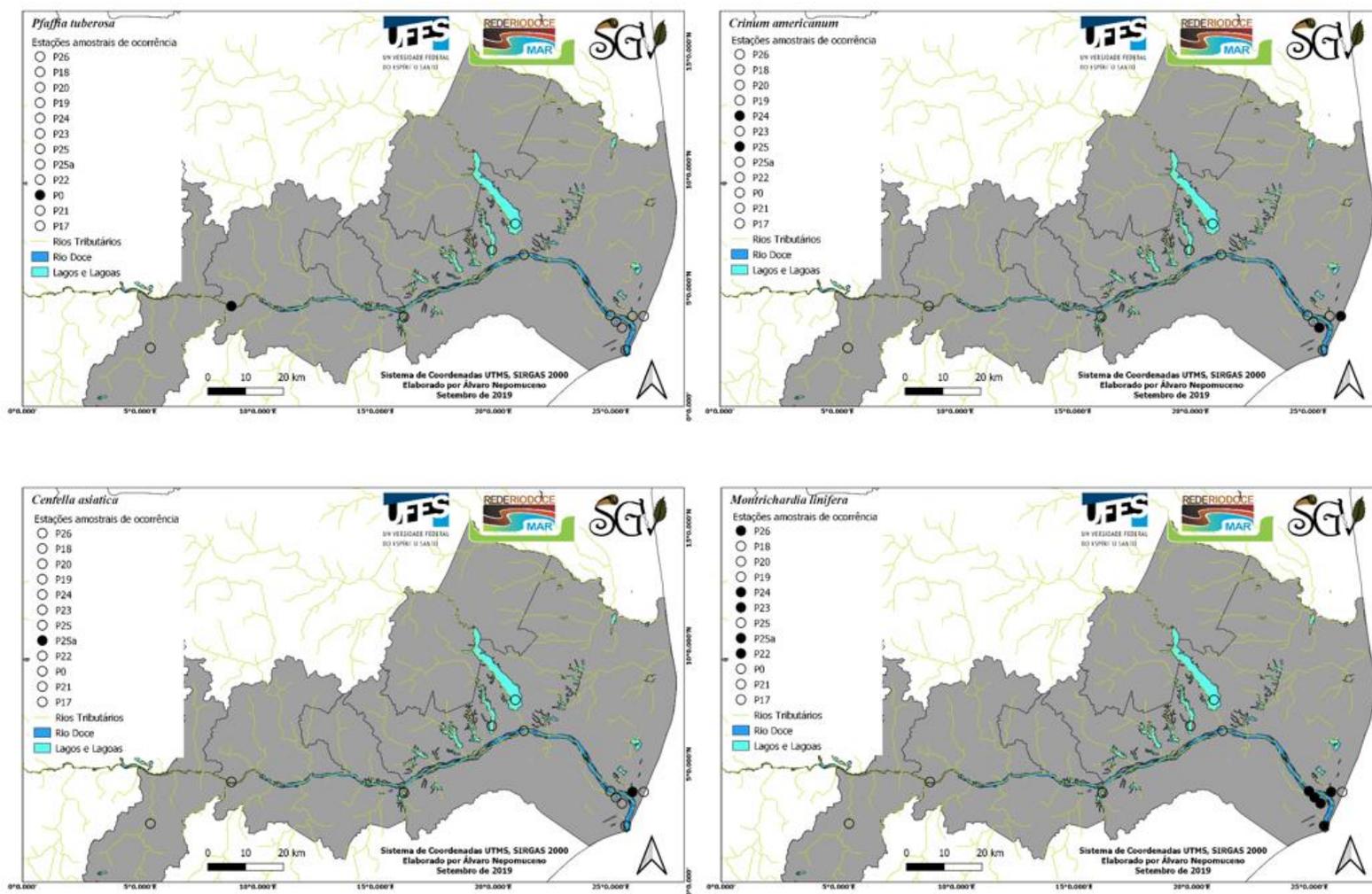


Figura 17: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais

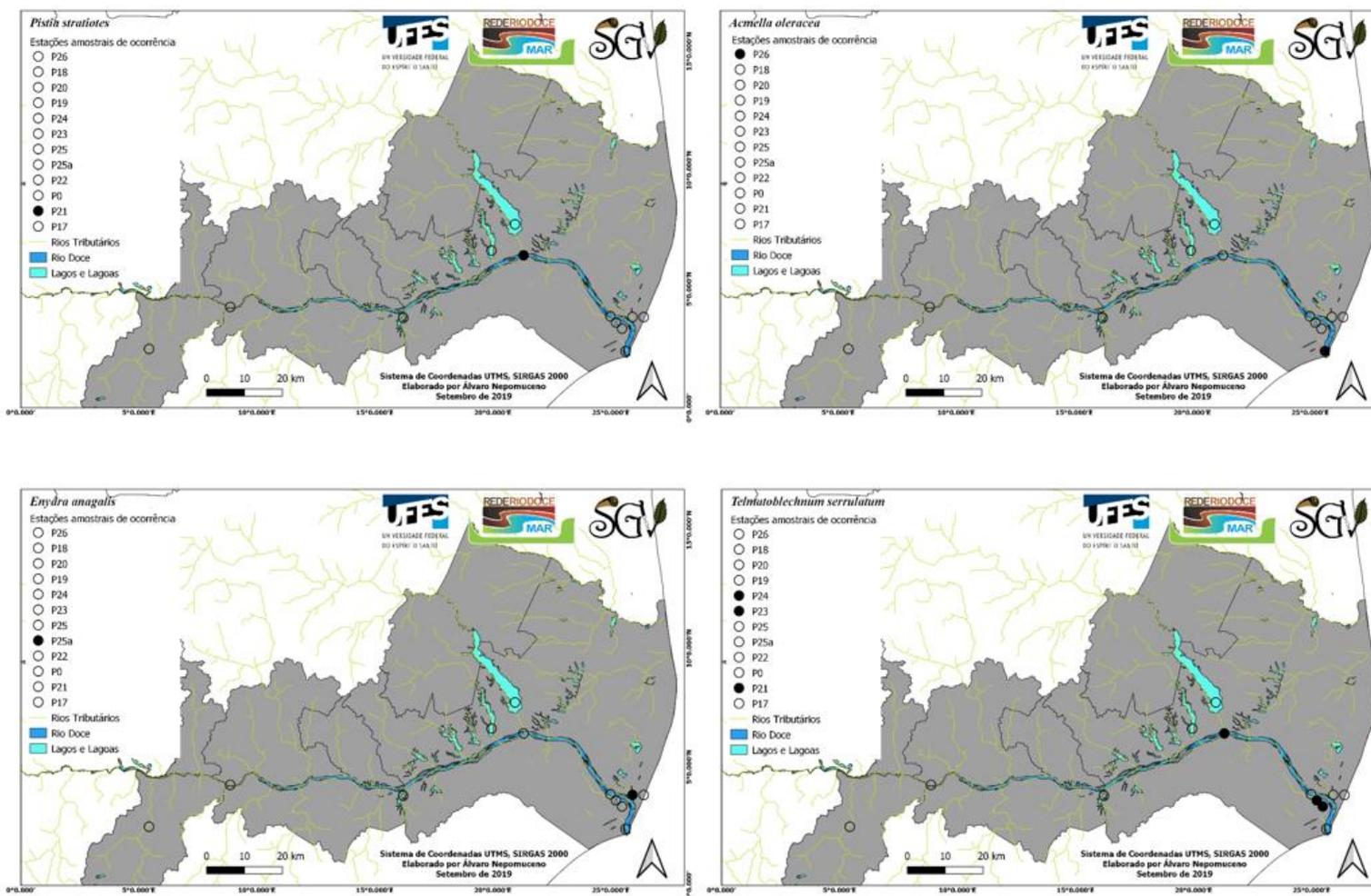


Figura 18: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais

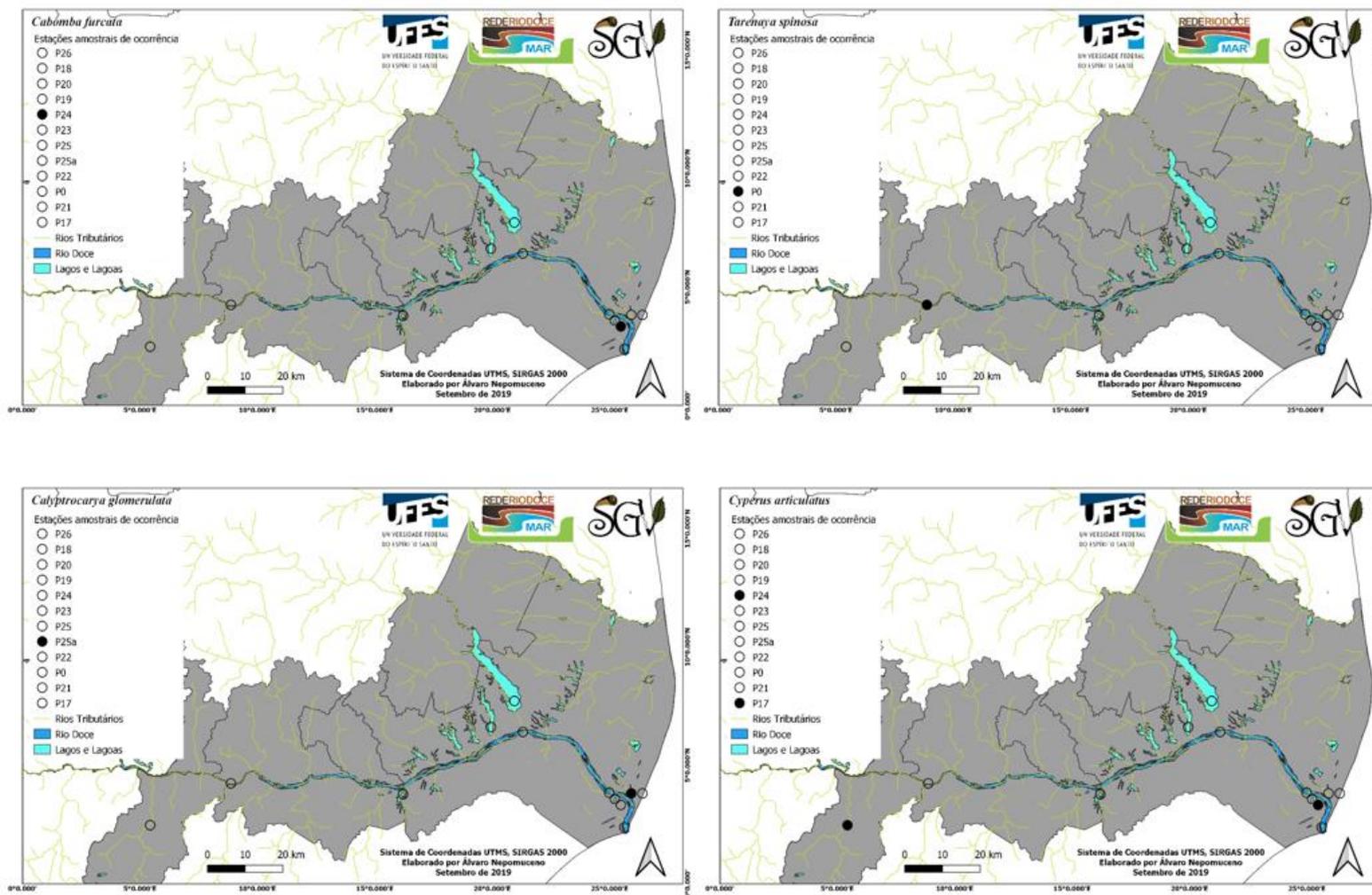


Figura 19: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

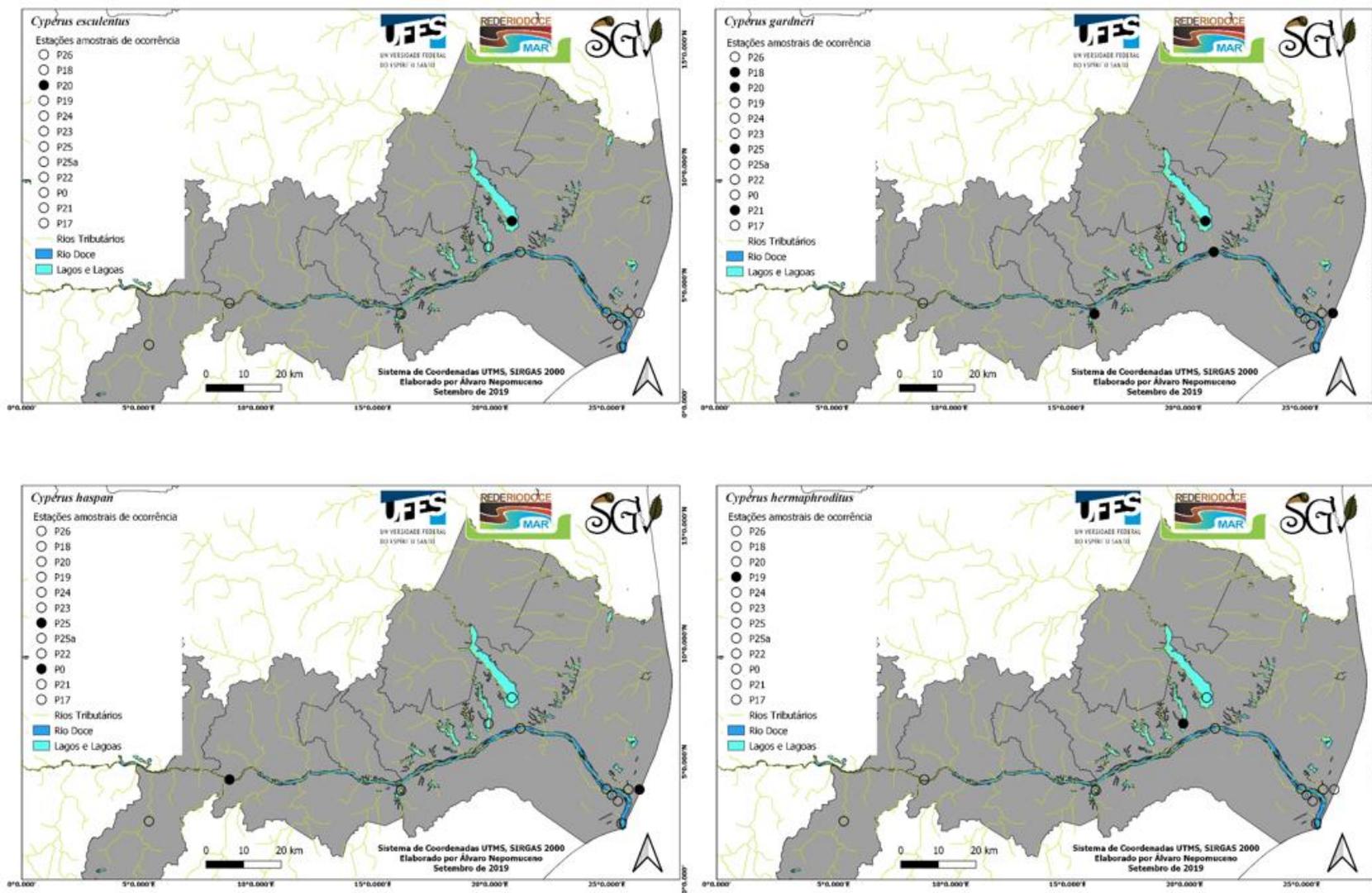


Figura 20: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

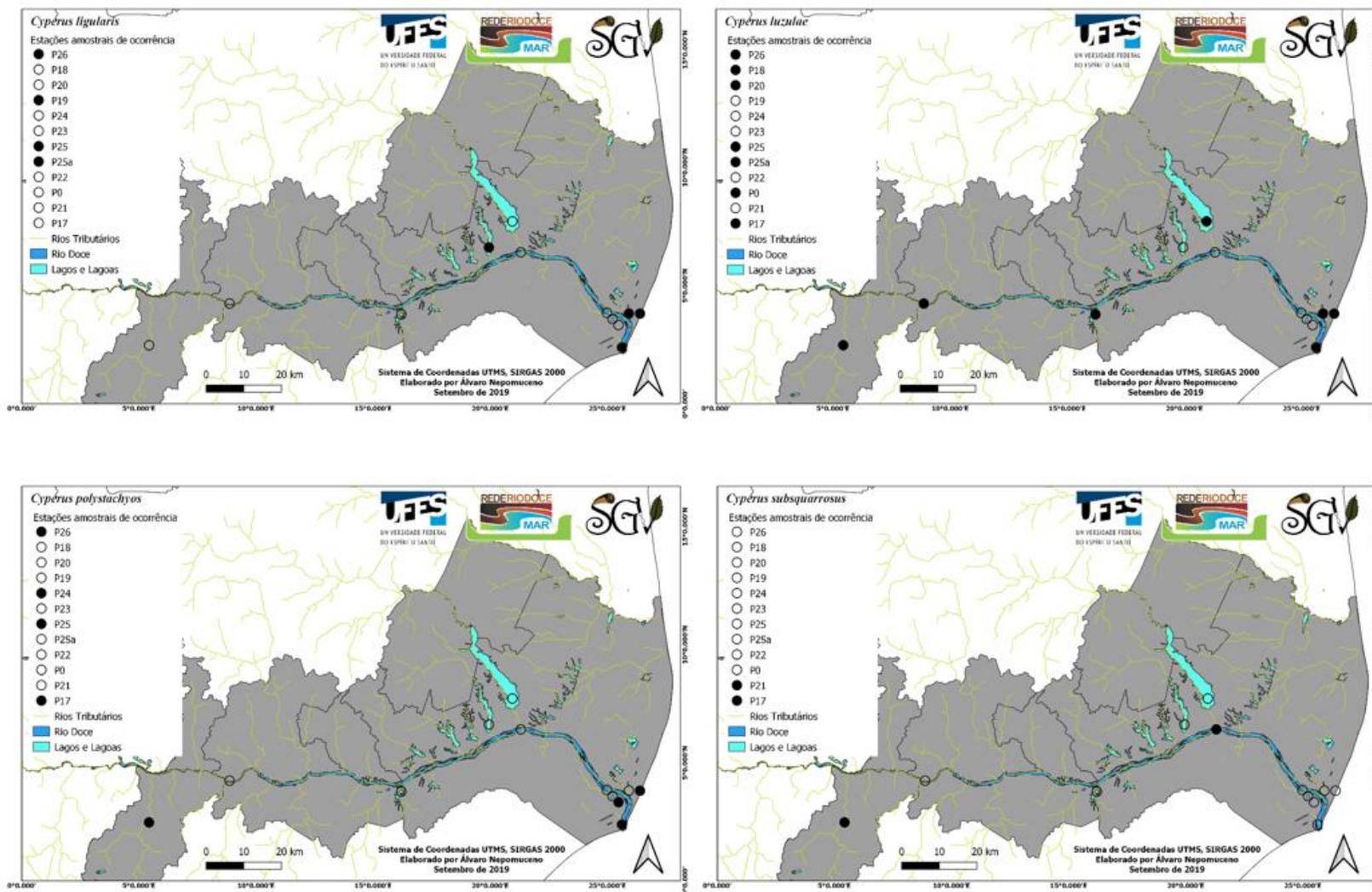


Figura 21: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

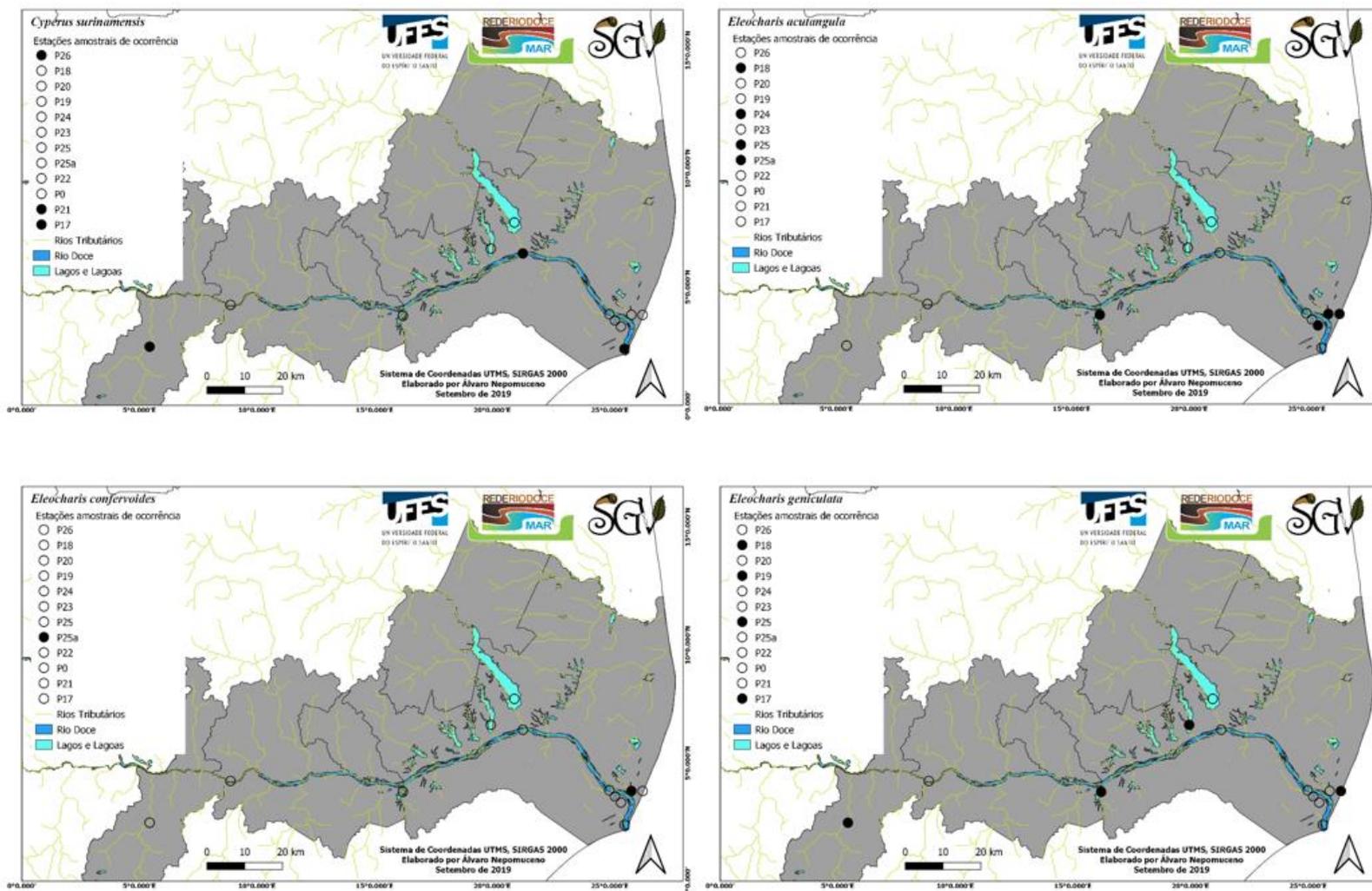


Figura 22: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais. .

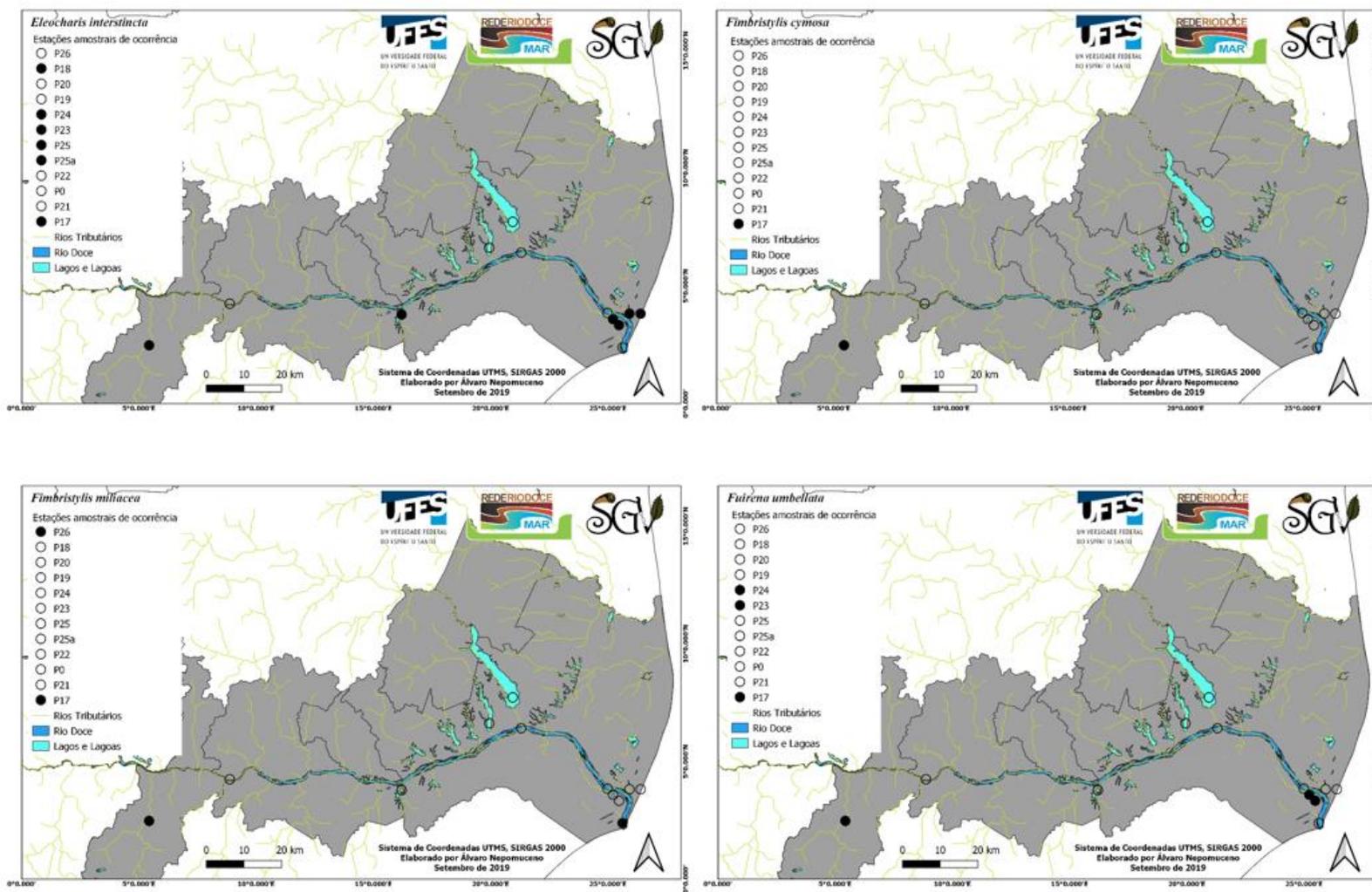


Figura 23: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

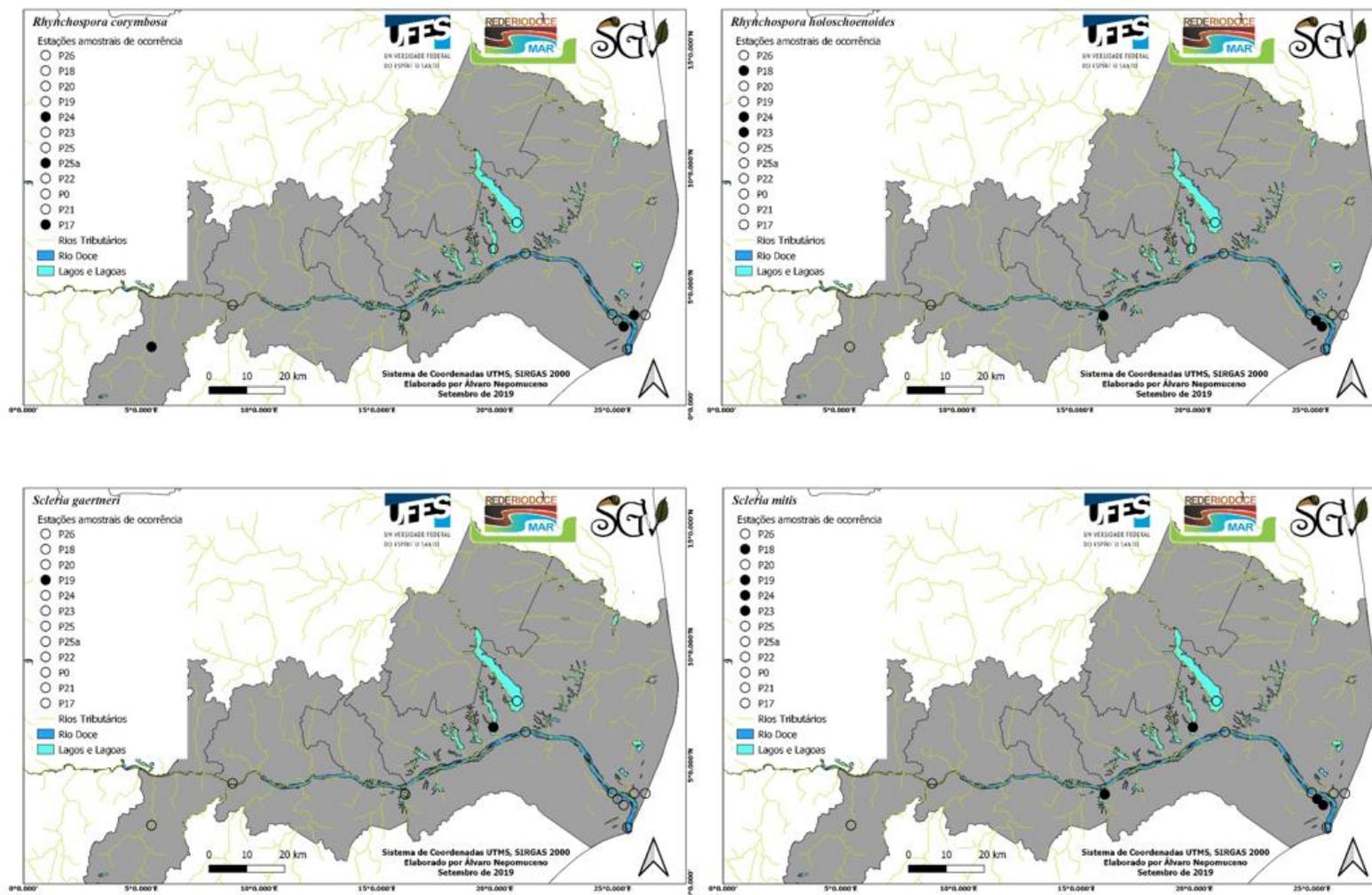


Figura 24: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

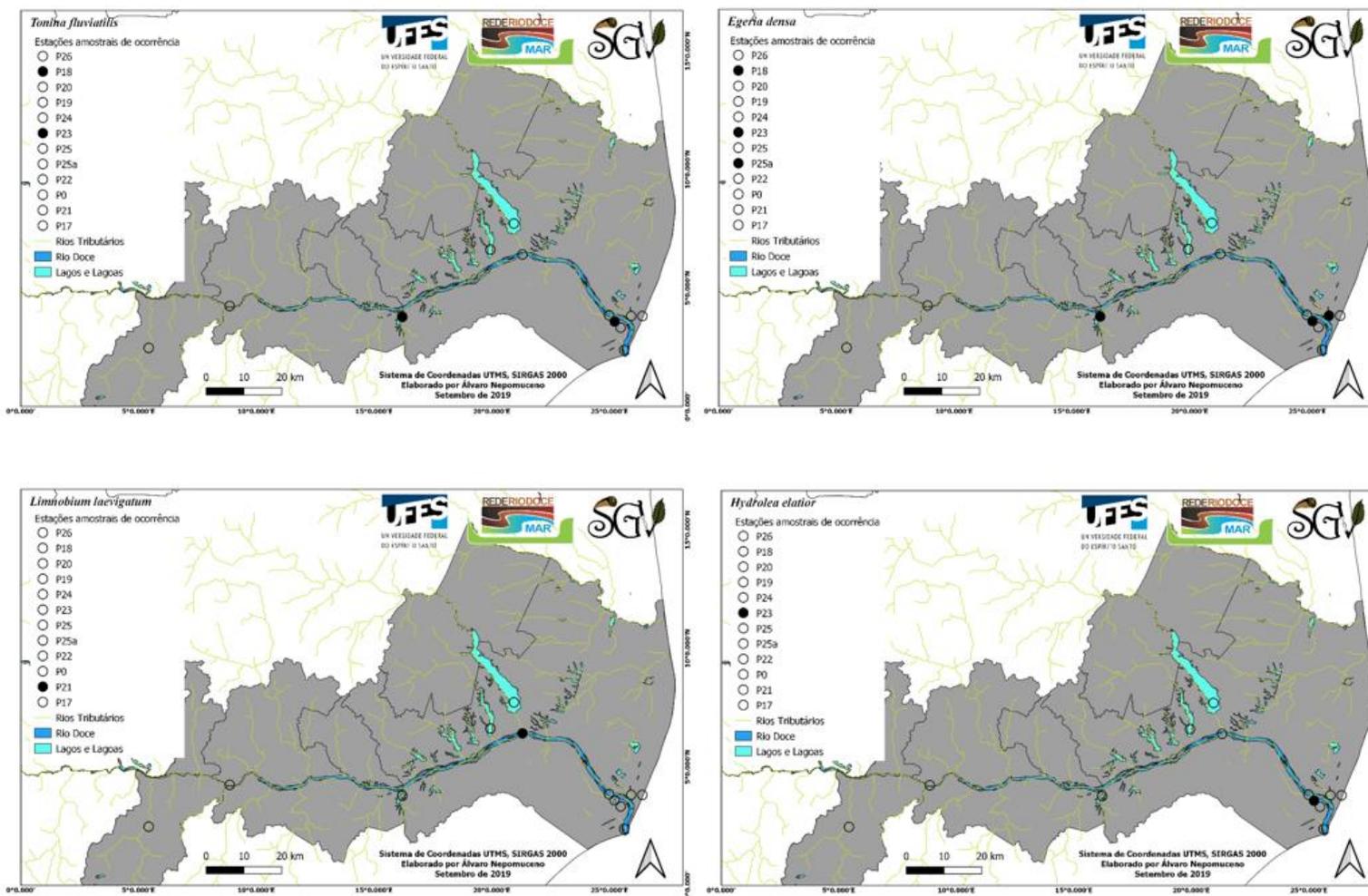


Figura 25: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

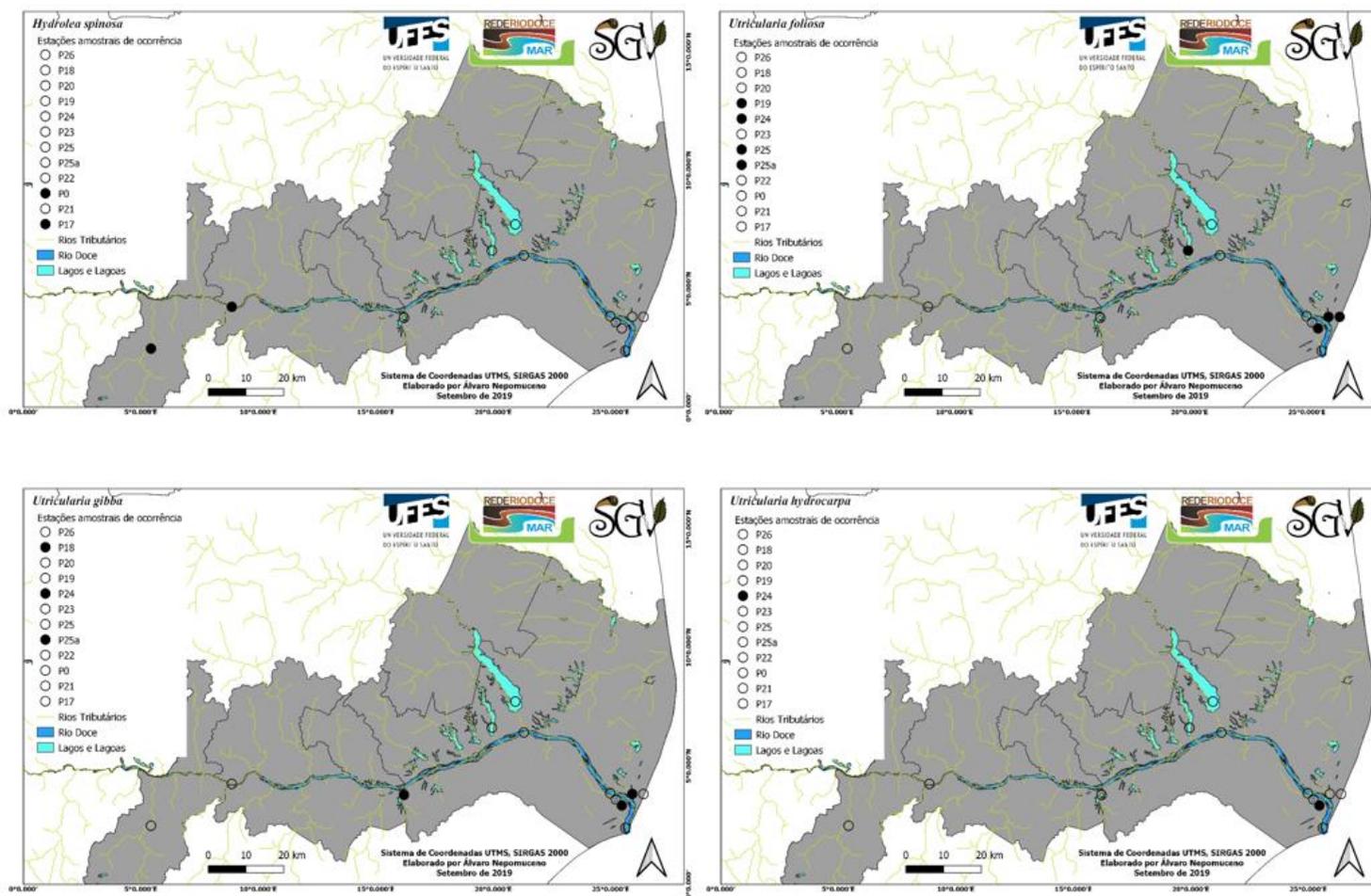


Figura 26: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

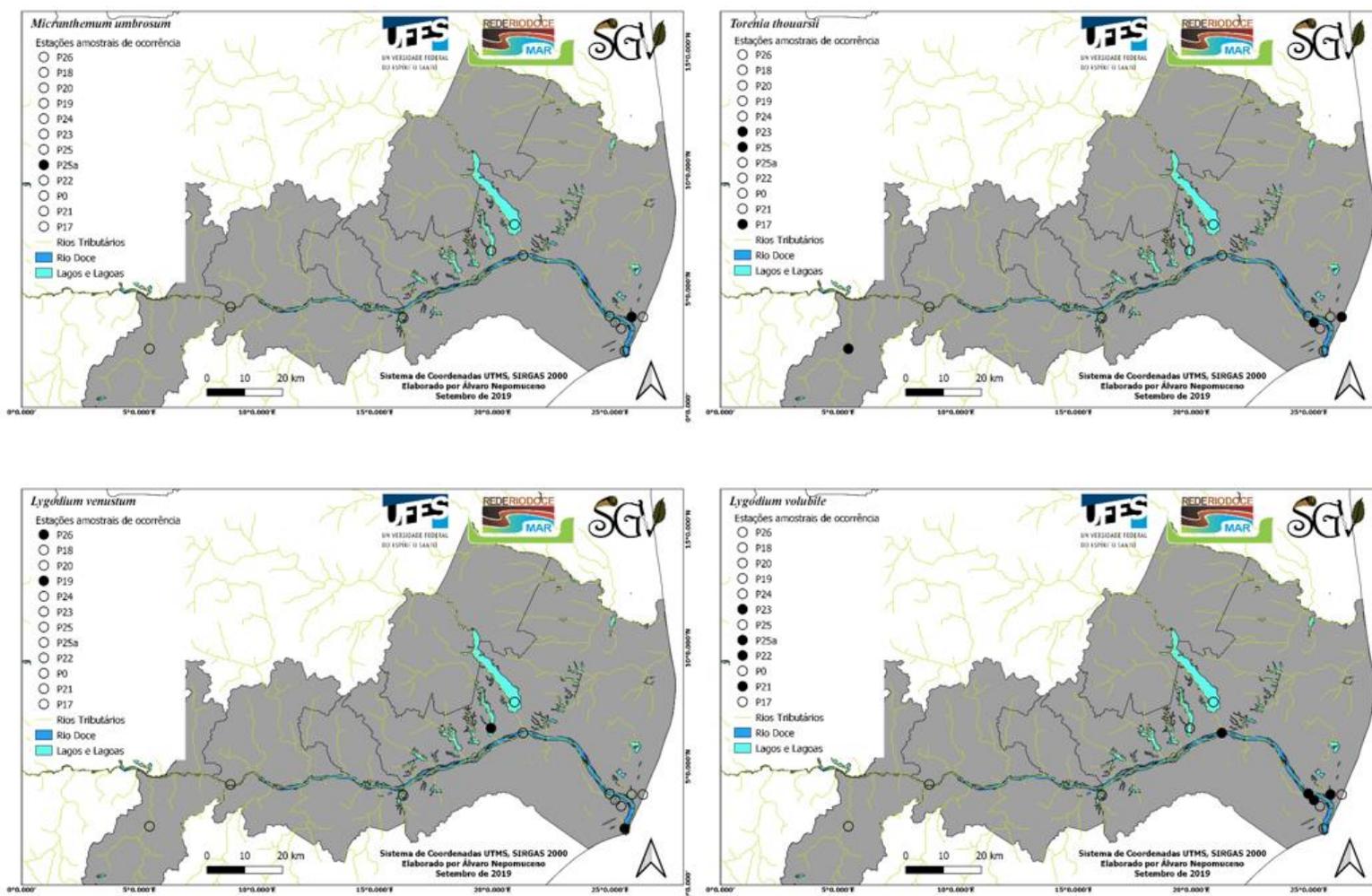


Figura 27: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

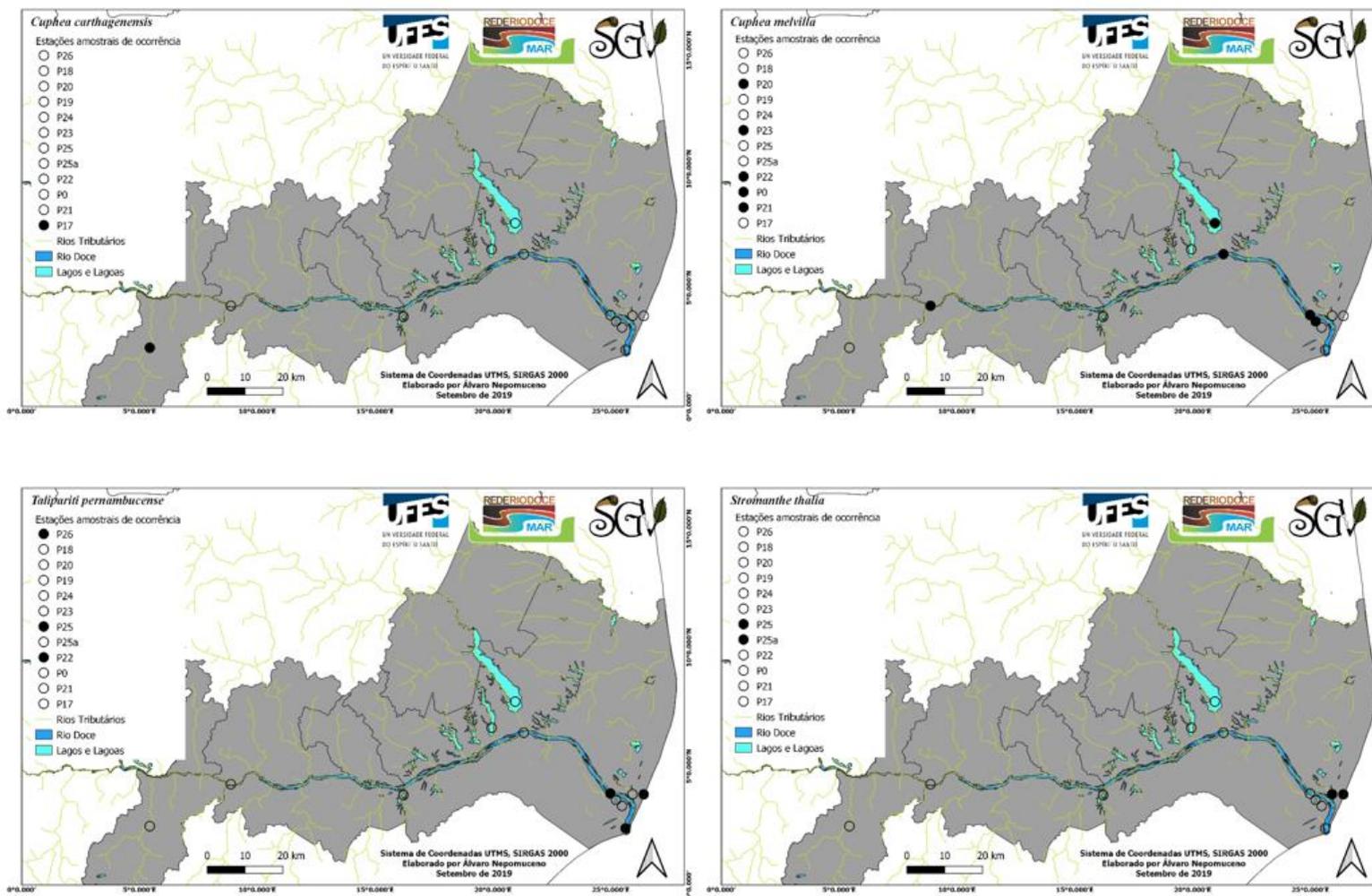


Figura 28: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

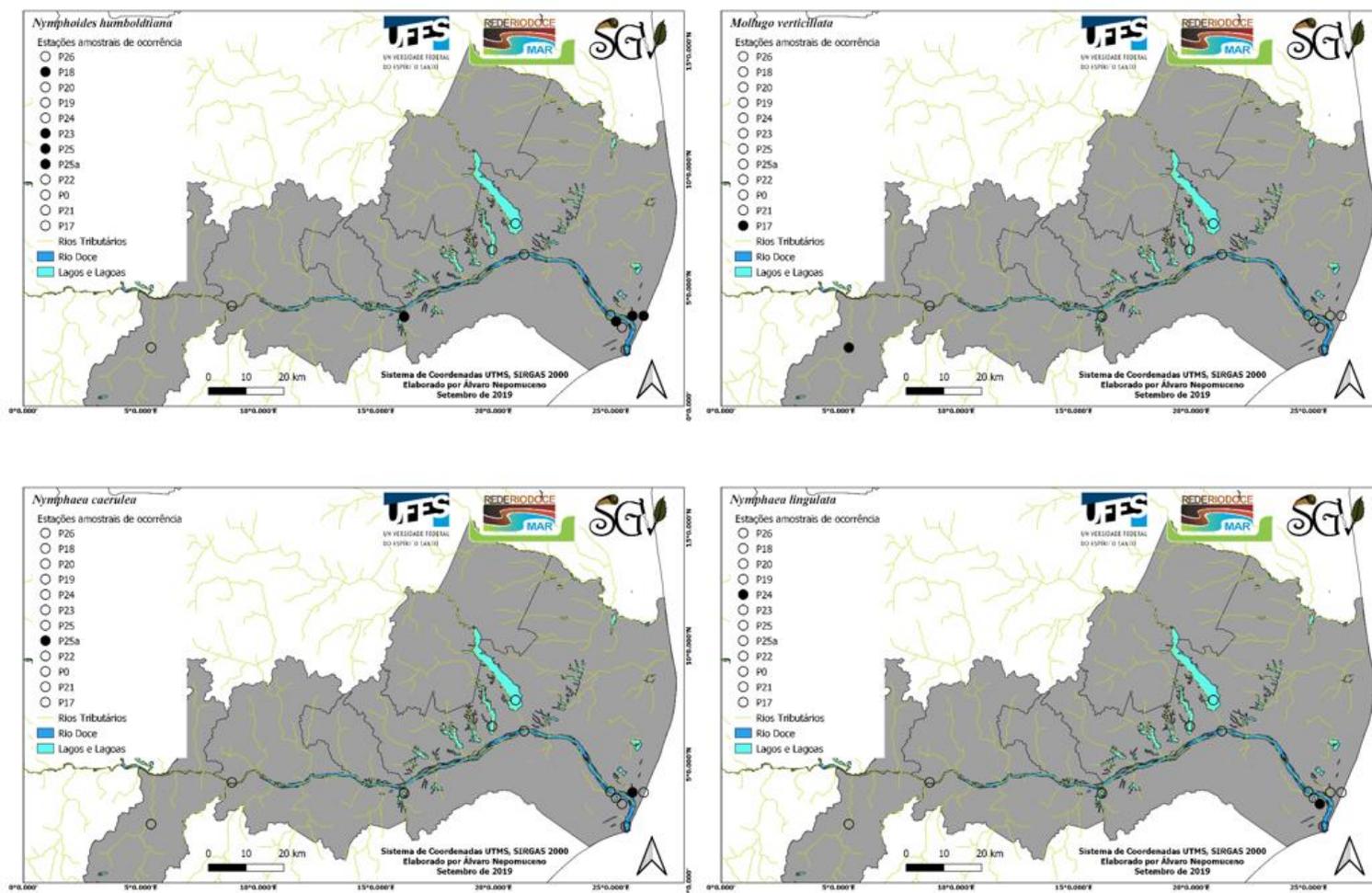


Figura 29: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

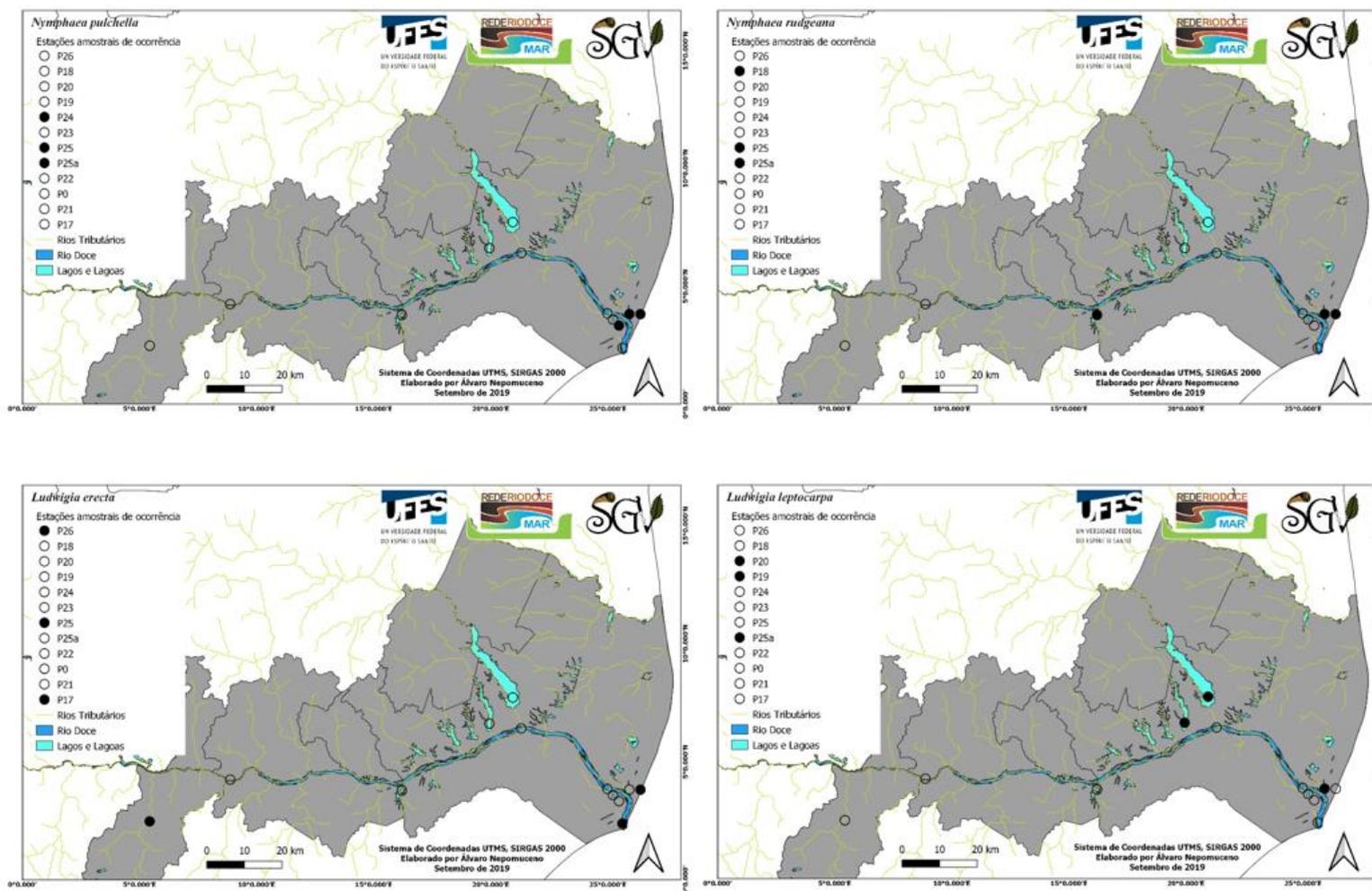


Figura 30: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

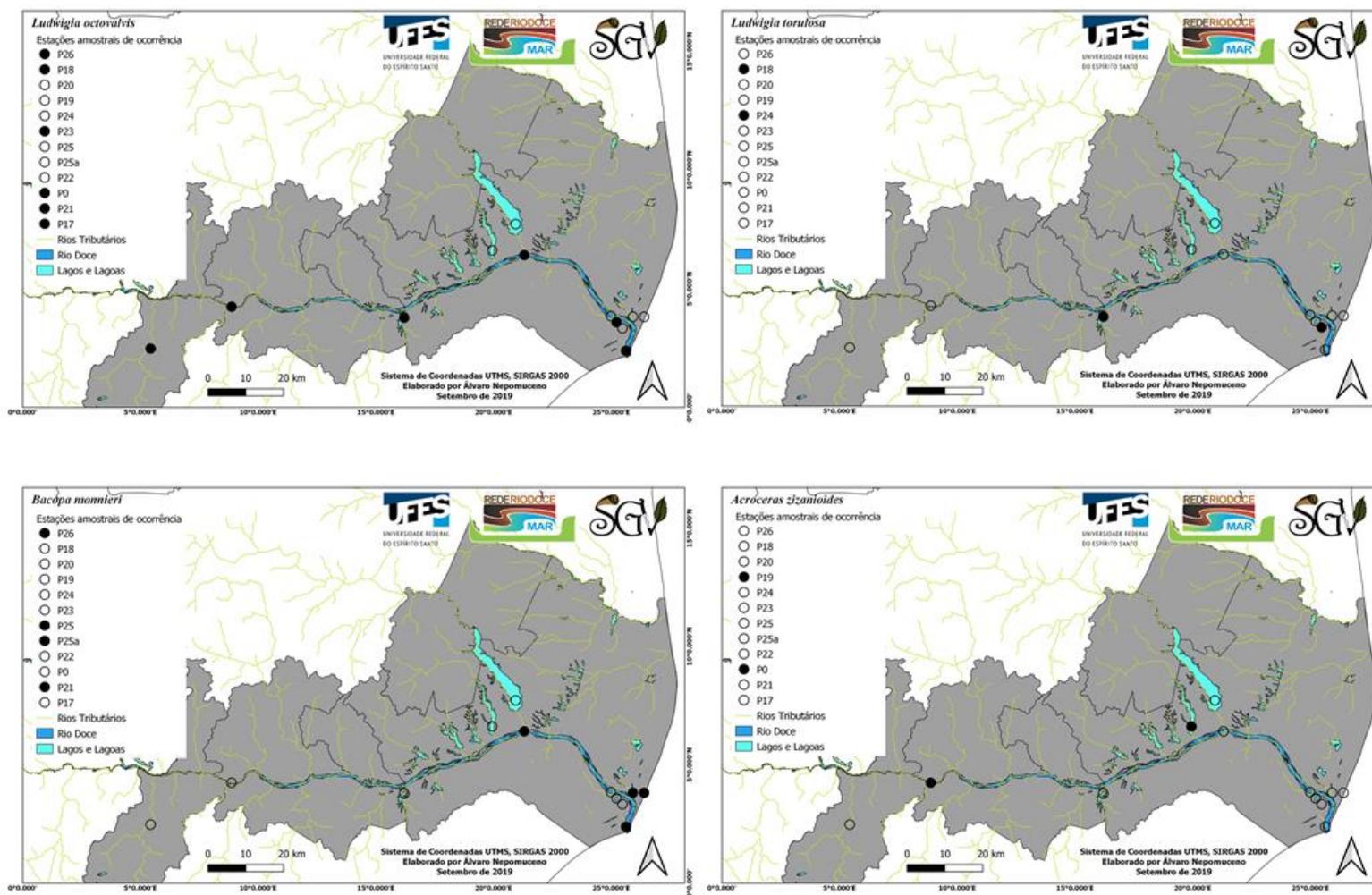


Figura 31: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

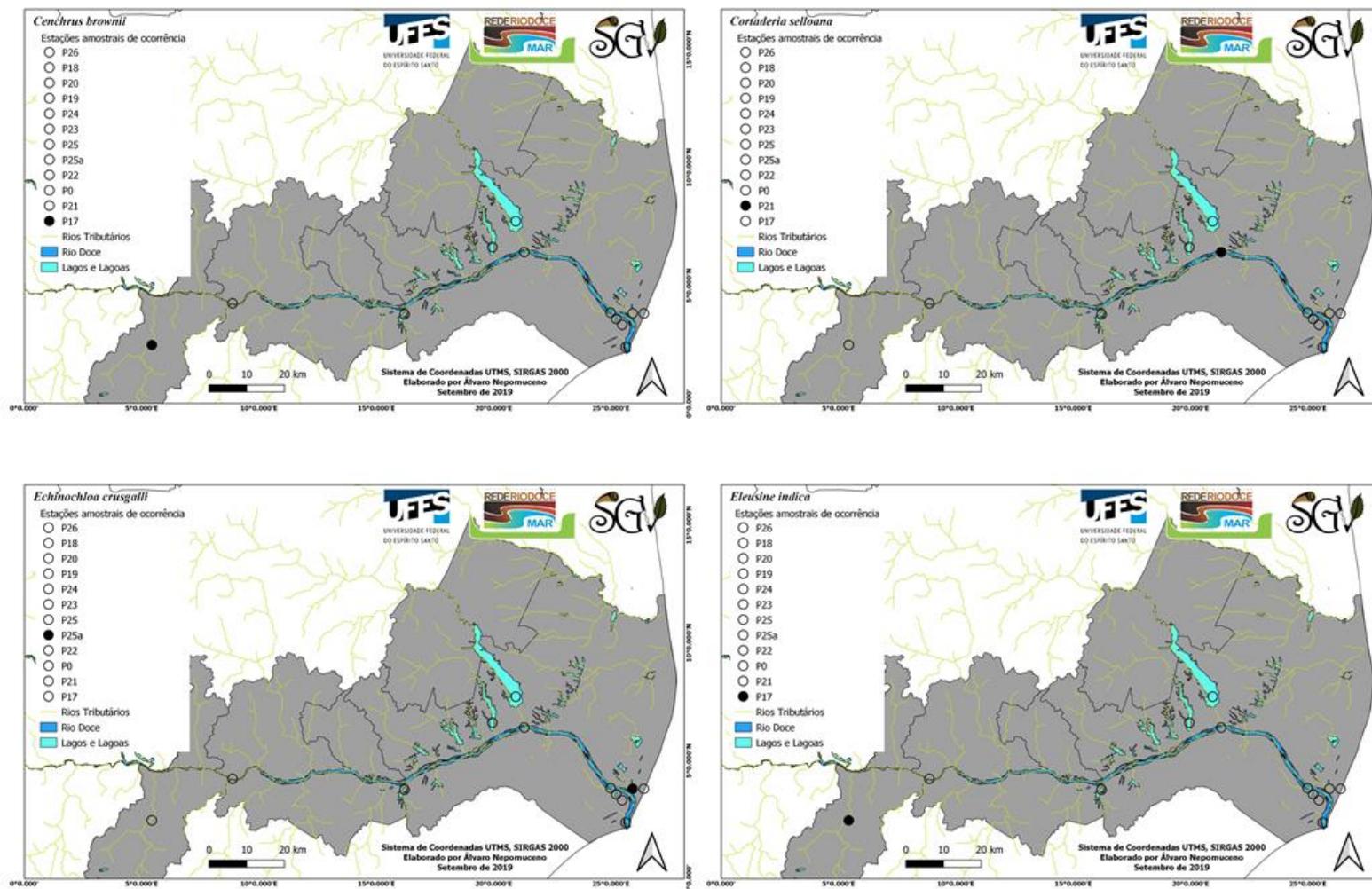


Figura 32: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

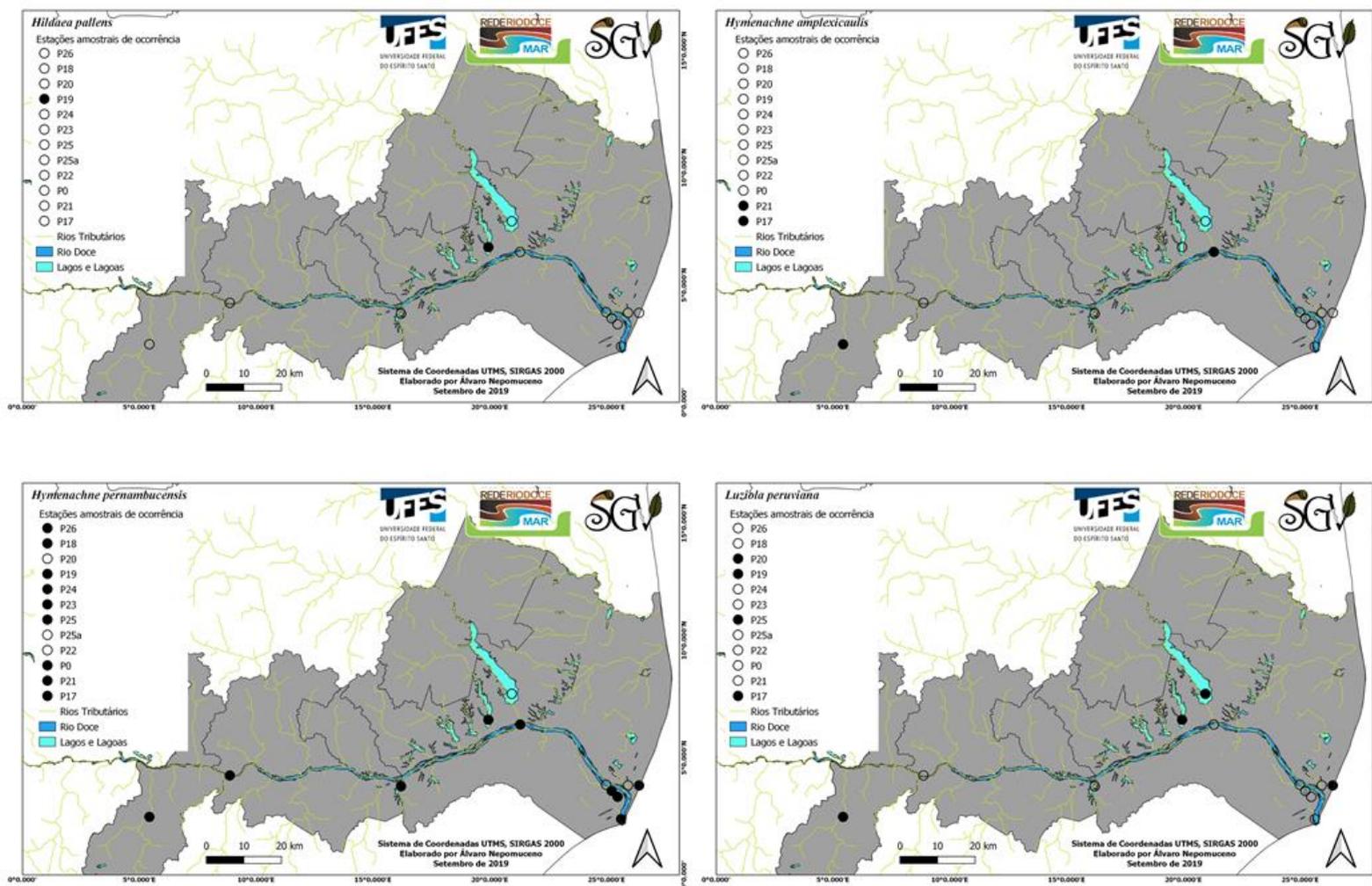


Figura 33: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

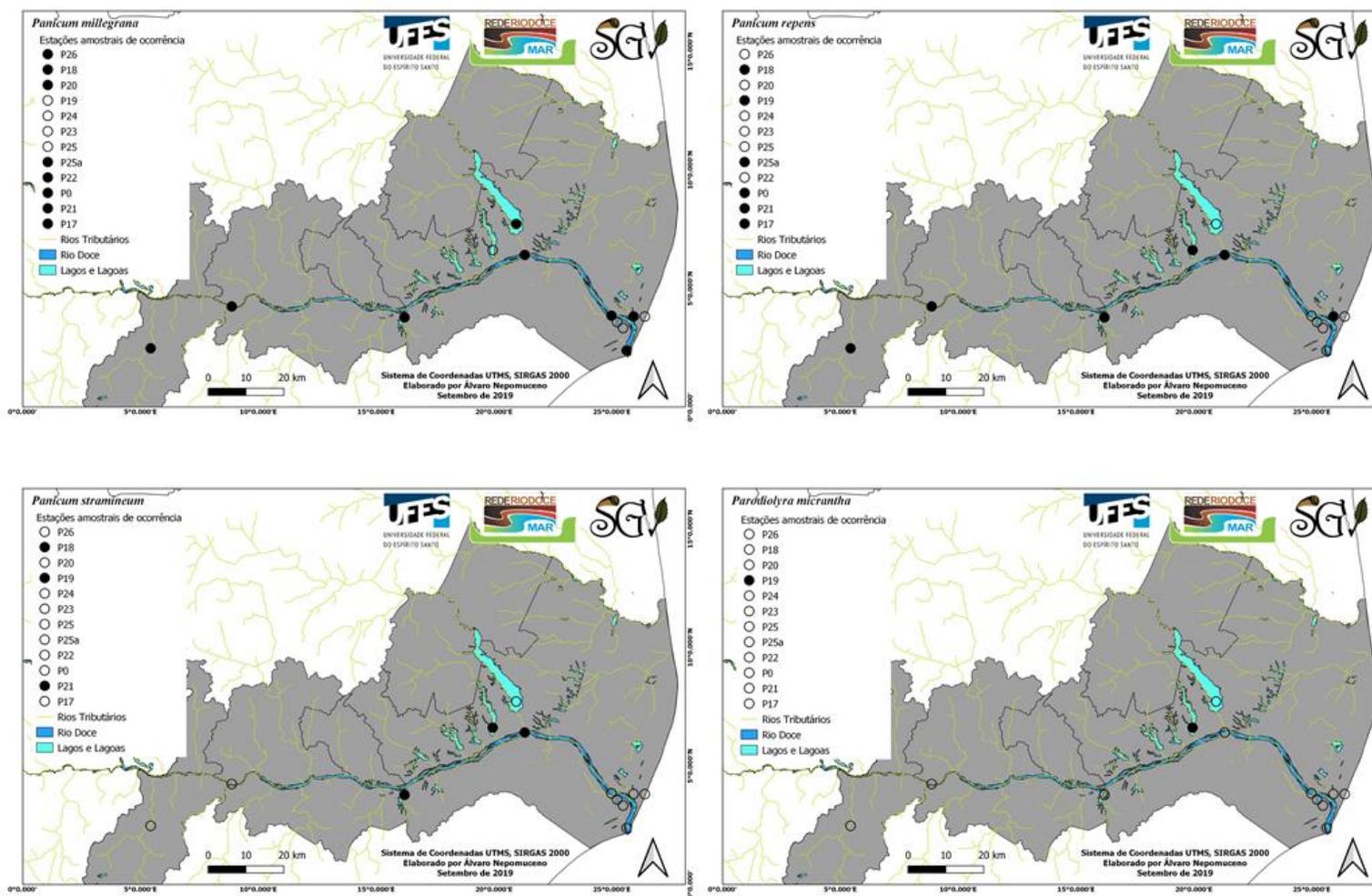


Figura 34: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

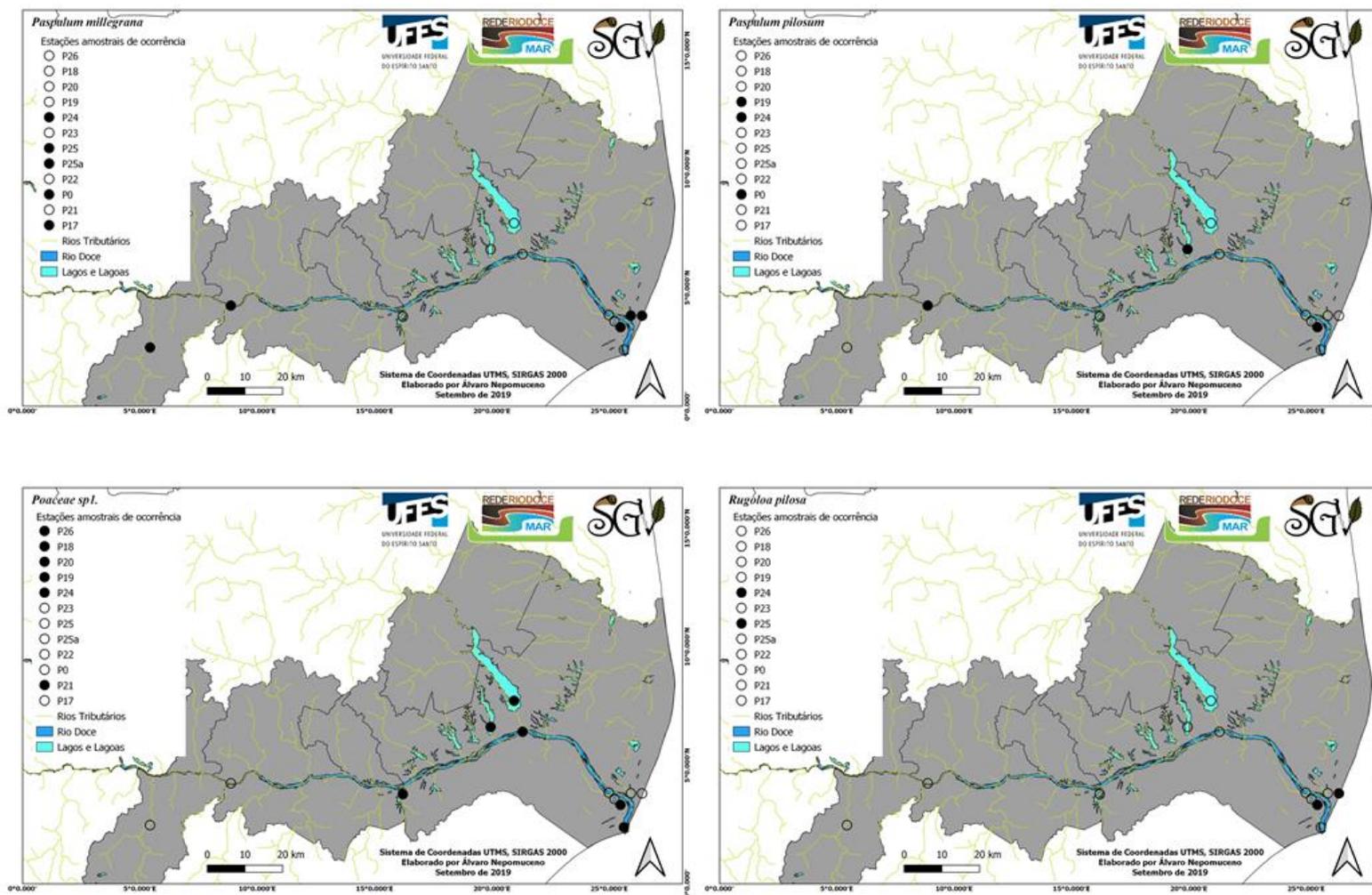


Figura 35: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

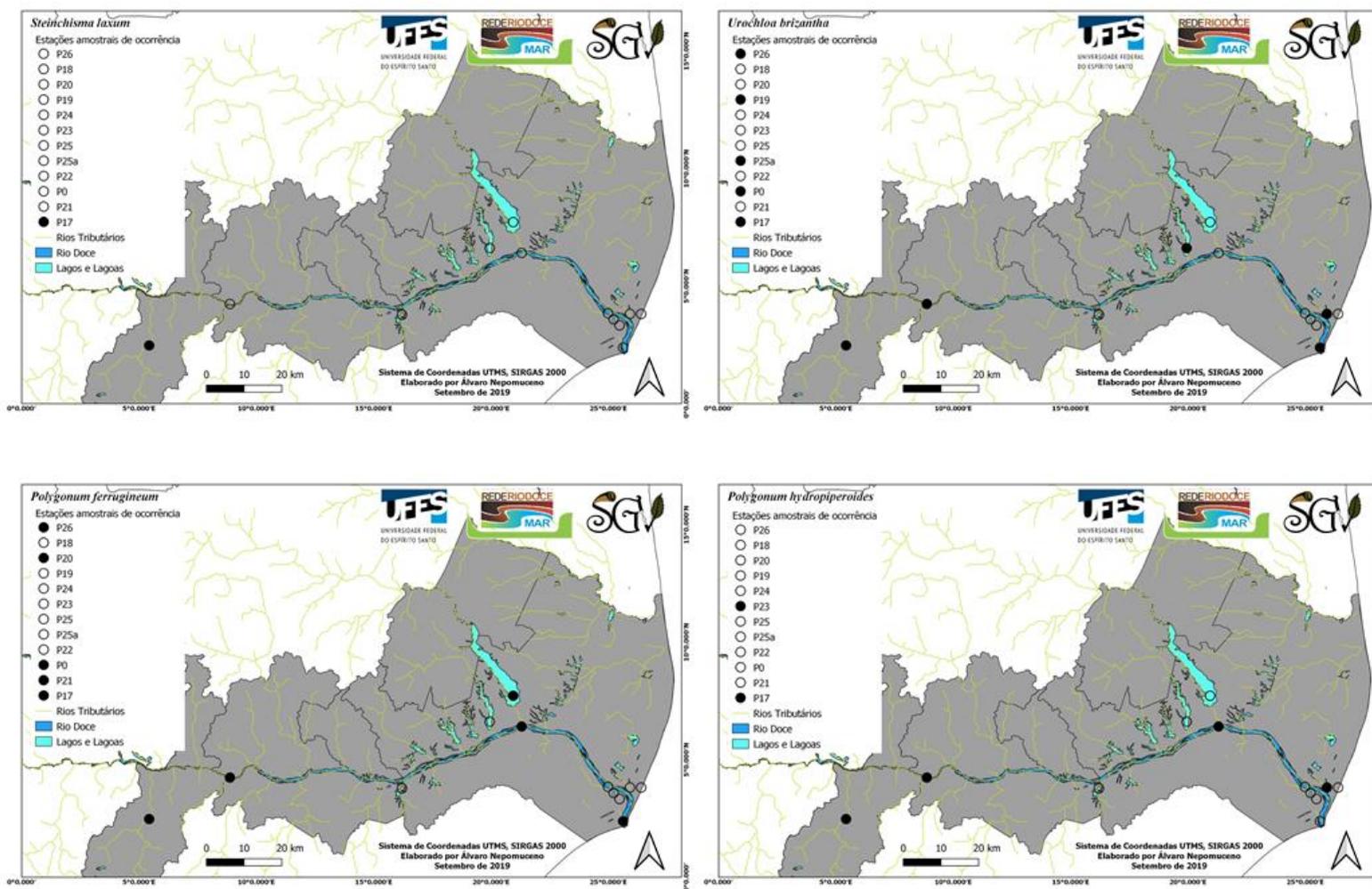


Figura 36: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

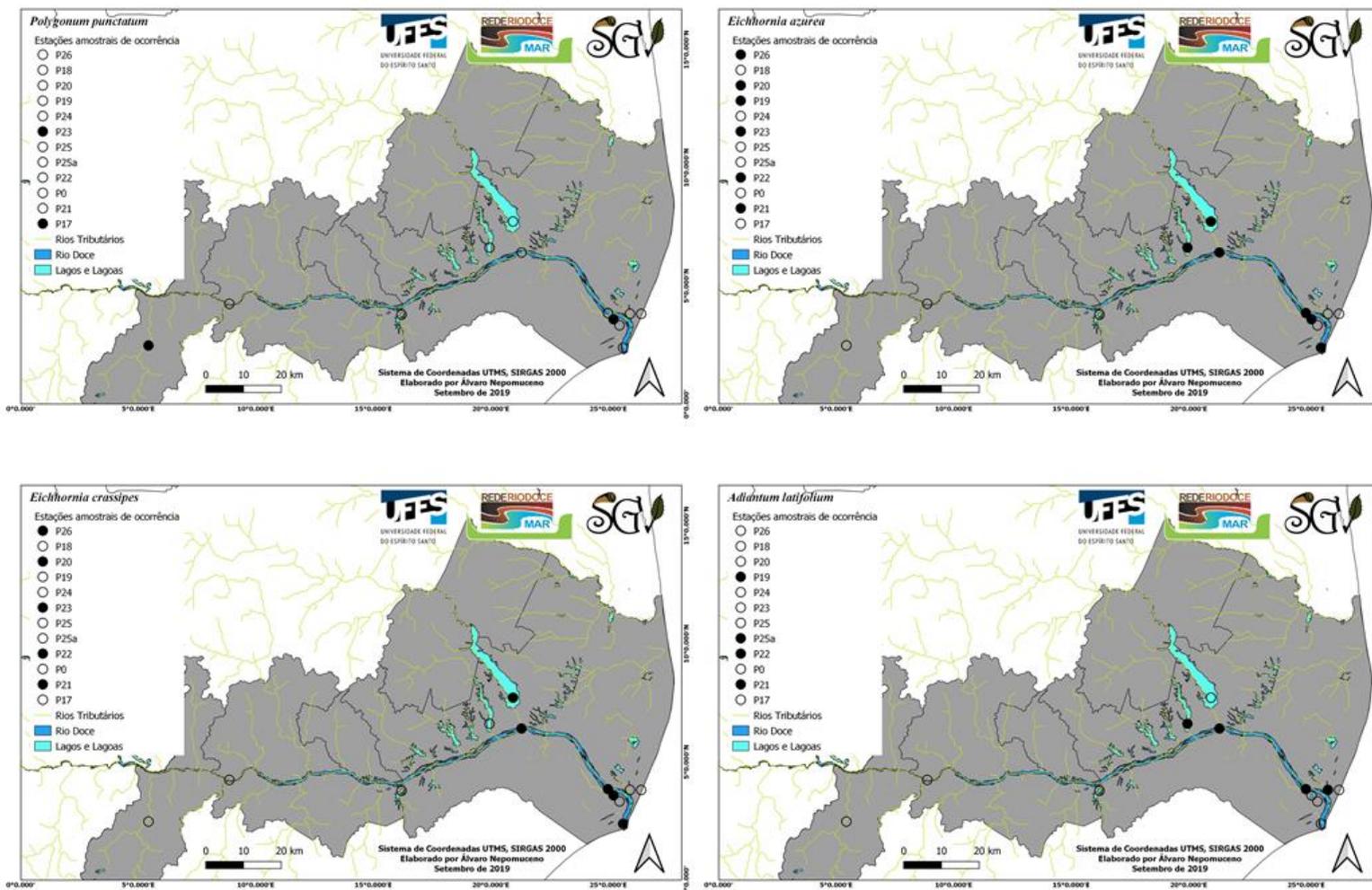


Figura 37: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

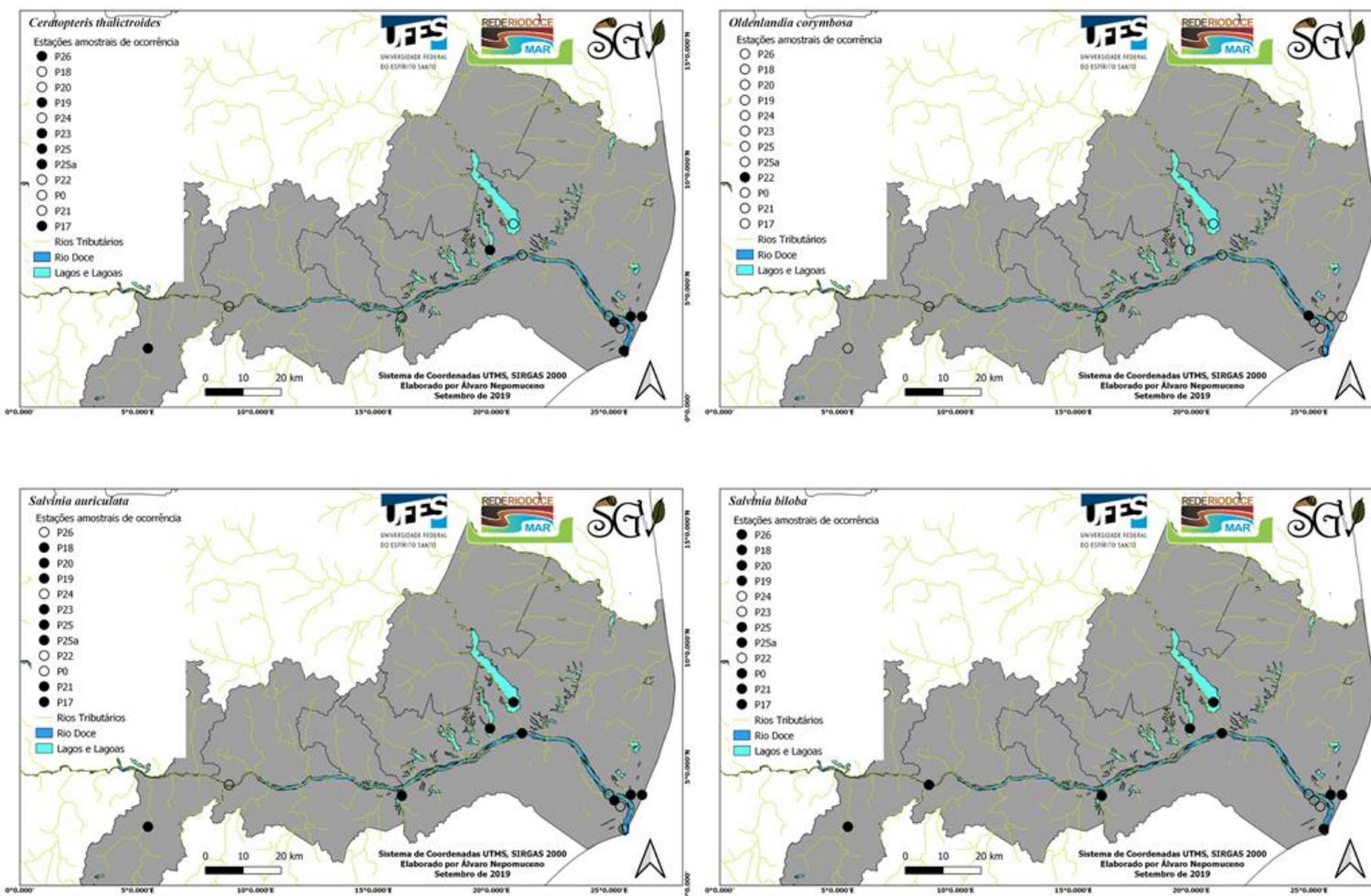


Figura 38: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.

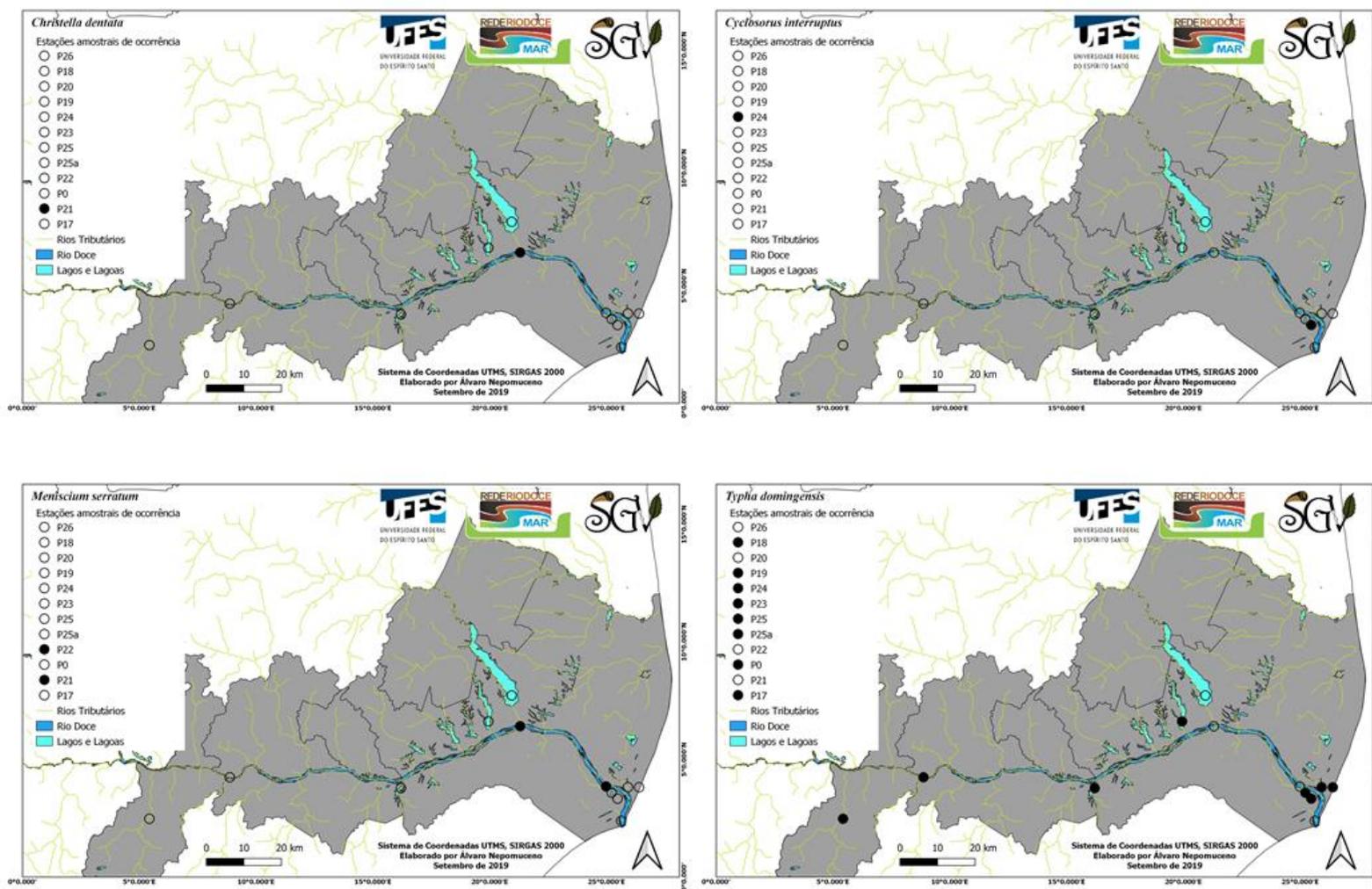
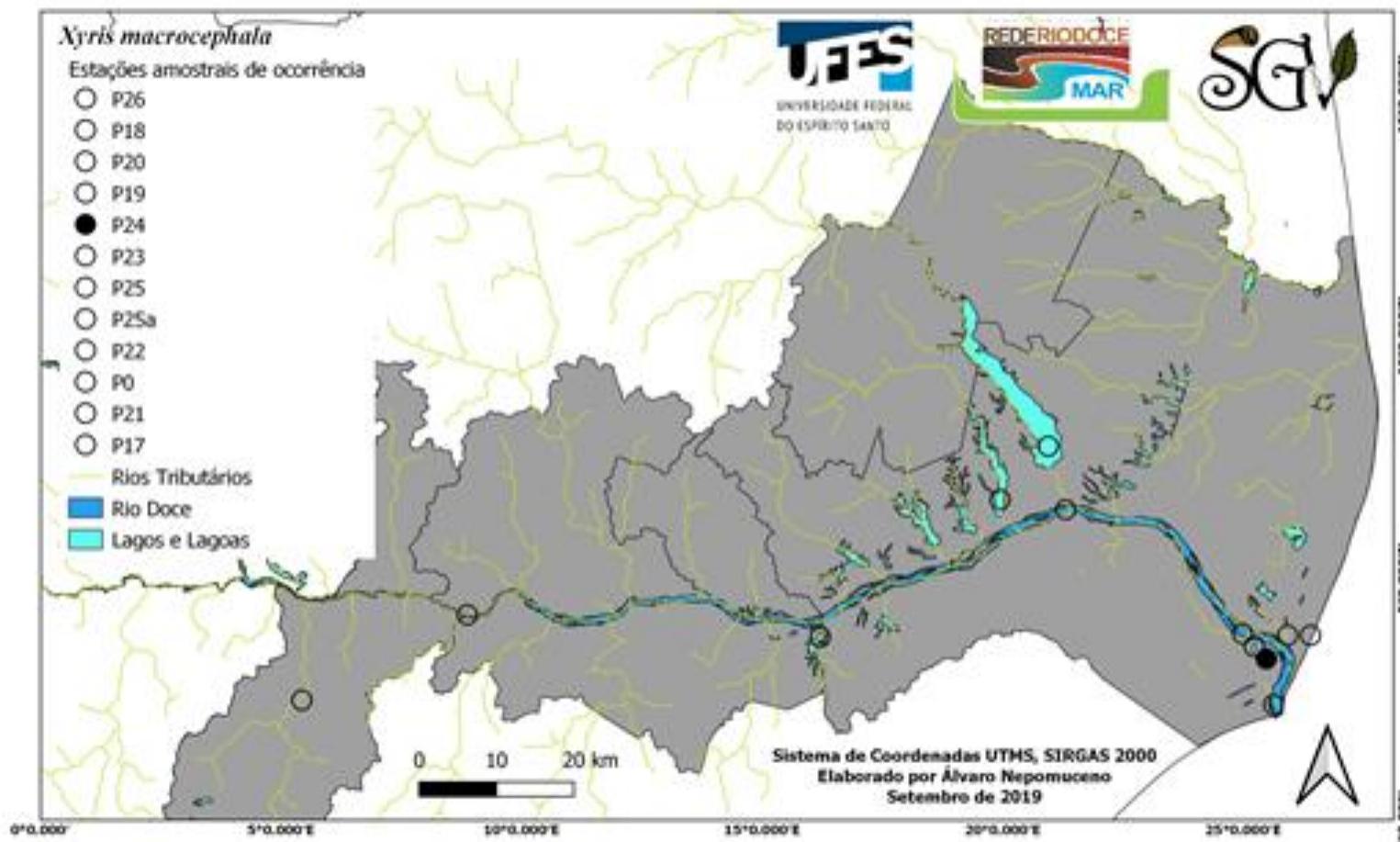


Figura 39: Mapas de distribuição geográfica das espécies nas estações amostrais.



## 6 APÊNDICE II

Quadro 1: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes no P17 - Rio Guandu (Tributário). \*Espécies endêmicas do Brasil Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF= Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>tenella</i>	Colla	Nativa	Anf	LC
Amaranthaceae	<i>Pfaffia</i>	<i>glomerata</i>	(Spreng.) Pedersen	Nativa	Anf	LC
Cleomaceae	<i>Tarenaya</i>	<i>spinosa</i>	(Jacq.) Raf.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>articulatus</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>luzulae</i>	(L.) Retz.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>polystachyos</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>subsquarrosus</i>	(Muhl.) Bauters	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>surinamensis</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>geniculata</i>	(L.) Roem. & Schult.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>interstincta</i>	(Vahl) Roem. & Schult.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Fimbristylis</i>	<i>cymosa</i>	R.Br.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Fimbristylis</i>	<i>miliacea</i>	(L.) Vahl	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Fuirena</i>	<i>umbellata</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i>	<i>corymbosa</i>	(L.) Britton	Endêmica	Anf/Eme	—
Hydroleaceae	<i>Hydrolea</i>	<i>spinosa</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—
Linderniaceae	<i>Torenia</i>	<i>thouarsii</i>	(Cham. & Schtdl.) Kuntze	Nativa	Anf	—
Lythraceae	<i>Cuphea</i>	<i>carthagenensis</i>	(Jacq.) J.F. Macbr.	Nativa	Anf	—
Molluginaceae	<i>Mollugo</i>	<i>verticillata</i>	L.	Nativa	Anf	—
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>erecta</i>	(L.) H.Hara	Nativa	Eme/Anf	—
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>octovalvis</i>	(Jacq.) P.H.Raven	Nativa	Anf/Eme	—
Poaceae	<i>Cenchrus</i>	<i>brownii</i>	Roem. & Schult.	Nativa	Anf	—
Poaceae	<i>Eleusine</i>	<i>indica</i>	(L.) Gaertn.	Naturalizada	Anf	—
Poaceae	<i>Hymenachne</i>	<i>amplexicaulis</i>	(Rudge) Nees	Nativa	Anf/Eme	—

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO
Poaceae	<i>Hymenachne</i>	<i>pernambucensis</i>	(Spreng.) Zuloaga	Nativa	Anf/Eme	LC
Poaceae	<i>Luziola</i>	<i>peruviana</i>	Juss. ex J.F.Gmel.	Nativa	FF	—
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>aquaticum</i>	Poir.	Nativa	FF	—
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>dichotomiflorum</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>gouinii</i>	E.Fourn.	Nativa	FF	LC
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>millegrana</i>	Poir.	Nativa	Anf/Eme	—
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>repens</i>	L.	Naturalizada	FF	—
Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>millegrana</i>	Schrad. ex Schult.	Nativa	Anf/Eme	—
Poaceae	<i>Steinchisma</i>	<i>laxum</i>	(Sw.) Zuloaga	Nativa	Anf	—
Poaceae	<i>Urochloa</i>	<i>brizantha</i>	(Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	Naturalizada	Anf	—
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>ferrugineum</i>	Wedd.	Nativa	Anf/Eme	—
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>hydropiperoides</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>punctatum</i>	Elliott	Nativa	Anf/Eme	—
Pteridaceae	<i>Ceratopteris</i>	<i>thalictroides</i>	(L.) Brongn.	Nativa	Anf/Eme	—
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>auriculata</i>	Aubl.	Nativa	FL	—
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>biloba</i>	Raddi	Nativa	FL	—
Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>domingensis</i>	Pers.	Nativa	Anf/Eme	—

Quadro 2: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes no Rio Doce. Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF=Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante. EA= Estações amostrais, 0=Itapina, 21=Porto de Linhares, 22=Povoação, 26=Foz do Rio Doce Regência

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							0	21	22	26
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>philoxeroides</i>	(Mart.) Griseb.	Nativa	Anf	—	•	•	•	•
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>tenella</i>	Colla	Nativa	Anf	LC	•			•
Amaranthaceae	<i>Hebanthe</i>	<i>eriantha</i>	(Poir.) Pedersen	Nativa	Anf	LC			•	
Amaranthaceae	<i>Pfaffia</i>	<i>glomerata</i>	(Spreng.) Pedersen	Nativa	Anf	LC	•	•	•	•
Amaranthaceae	<i>Pfaffia</i>	<i>tuberosa</i>	(Spreng.) Hicken	Nativa	Anf	—	•			
Araceae	<i>Montrichardia</i>	<i>linifera</i>	(Arruda) Schott	Nativa	Anf/Eme	—			•	•
Araceae	<i>Pistia</i>	<i>stratiotes</i>	L.	Nativa	FL	—		•		
Asteraceae	<i>Acmella</i>	<i>oleracea</i>	(L.) R.K.Jansen	Naturalizada	Anf	—				•
Blechnaceae	<i>Telmatoblechnum</i>	<i>serrulatum</i>	(Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey	Nativa	Anf	—		•		
Cleomaceae	<i>Tarenaya</i>	<i>spinosa</i>	(Jacq.) Raf.	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>gardneri</i>	Nees	Nativa	Anf/Epi	—		•		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>haspan</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>ligularis</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—				•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>luzulae</i>	(L.) Retz.	Nativa	Anf/Eme	—	•			•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>polystachyos</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—				•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>subsquarrosus</i>	(Muhl.) Bauters	Nativa	Anf/Eme	—		•		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>surinamensis</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—		•		•
Cyperaceae	<i>Fimbristylis</i>	<i>miliacea</i>	(L.) Vahl	Nativa	Anf/Eme	—				•
Cyperaceae	<i>Scleria</i>	<i>mitis</i>	P.J.Bergius	Nativa	Anf/Eme	—			•	
Hydrocharitaceae	<i>Limnobium</i>	<i>laevigatum</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine	Nativa	FL	—		•		
Hydroleaceae	<i>Hydrolea</i>	<i>spinosa</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Linderniaceae	<i>Torenia</i>	<i>thouarsii</i>	(Cham. & Schltld.) Kuntze	Nativa	Anf	—				•
Lygodiaceae	<i>Lygodium</i>	<i>venustum</i>	Sw.	Nativa	Anf	—				•

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							0	21	22	26
Lygodiaceae	<i>Lygodium</i>	<i>volubile</i>	Sw.	Nativa	Anf	—		•	•	
Lythraceae	<i>Cuphea</i>	<i>melvilla</i>	Lindl.	Nativa	Anf	LC	•	•	•	
Malvaceae	<i>Talipariti</i>	<i>pernambucense</i>	(Arruda) Bovini	Nativa	Anf	—		•	•	•
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>erecta</i>	(L.) H.Hara	Nativa	Eme/Anf	—				•
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>octovalvis</i>	(Jacq.) P.H.Raven	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		•
Plantaginaceae	<i>Bacopa</i>	<i>monnieri</i>	(L.) Pennell	Nativa	Eme	—		•		•
Poaceae	<i>Acroceras</i>	<i>zizanioides</i>	(Kunth) Dandy	Nativa	Anf/Eme	—	•			•
Poaceae	<i>Cortaderia</i>	<i>selloana</i>	(Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn.	Nativa	Anf	—		•		
Poaceae	<i>Hymenachne</i>	<i>amplexicaulis</i>	(Rudge) Nees	Nativa	Anf/Eme	—		•		
Poaceae	<i>Hymenachne</i>	<i>pernambucensis</i>	(Spreng.) Zuloaga	Nativa	Anf/Eme	LC	•	•		•
Poaceae	<i>Ocellochloa</i>	<i>stolonifera</i>	(Poir.) Zuloaga & Morrone	Nativa	Anf	—		•	•	
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>aquaticum</i>	Poir.	Nativa	FF	—		•	•	•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>dichotomiflorum</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>millegrana</i>	Poir.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>repens</i>	L.	Naturalizada	FF	—	•	•		
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>stramineum</i>	Hitchc. & Chase	Nativa	FF	—		•		
Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>millegrana</i>	Schrad. ex Schult.	Nativa	Anf/Eme	—	•			•
Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>pilosum</i>	Lam.	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Poaceae	<i>sp. 1</i>				Anf/Eme	—		•		•
Poaceae	<i>Urochloa</i>	<i>brizantha</i>	(Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	Naturalizada	Anf	—	•			•
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>ferrugineum</i>	Wedd.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		•
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>hydropiperoides</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•	•	
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>azurea</i>	(Sw.) Kunth	Nativa	FF/FL	—		•	•	•
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>crassipes</i>	(Mart.) Solms	Nativa	FF/FL	—		•	•	•
Pteridaceae	<i>Adiantum</i>	<i>latifolium</i>	Lam.	Nativa	Anf	—		•	•	
Pteridaceae	<i>Ceratopteris</i>	<i>thalictroides</i>	(L.) Brongn.	Nativa	Anf/Eme	—				•

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							0	21	22	26
Rubiaceae	<i>Oldenlandia</i>	<i>corymbosa</i>	L.	Nativa	Anf	—			•	
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>auriculata</i>	Aubl.	Nativa	FL	—		•		
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>biloba</i>	Raddi	Nativa	FL	—	•	•	•	•
Thelypteridaceae	<i>Christella</i>	<i>dentata</i>	(Forssk.) Brownsey & Jermy	Nativa	Anf	—		•		
Thelypteridaceae	<i>Meniscium</i>	<i>serratum</i>	Cav.	Nativa	Anf	—		•	•	
Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>domingensis</i>	Pers.	Nativa	Anf/Eme	—	•			

Quadro 3: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes nos lagos. Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF=Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante. EA= Estações amostrais, 18=Limão, 19=Nova, 20=Juparanã.

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA		
							18	19	20
Apiaceae	<i>Centella</i>	<i>asiatica</i>	(L.) Urb.	Naturalizada	Eme	—		•	•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>esculentus</i>	L.	Naturalizada	Anf/Eme	—			•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>gardneri</i>	Nees	Nativa	Anf/Epi	—	•		•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>hermaphroditus</i>	(Jacq.) Standl.	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>ligularis</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>luzulae</i>	(L.) Retz.	Nativa	Anf/Eme	—	•		•
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>acutangula</i>	(Roxb.) Schult.	Nativa	Anf/Eme	—	•		
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>geniculata</i>	(L.) Roem. & Schult.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•	
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>interstincta</i>	(Vahl) Roem. & Schult.	Nativa	Anf/Eme	—	•		
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i>	<i>holoschoenoides</i>	(Rich.) Herter	Nativa	Anf/Eme	—	•		
Cyperaceae	<i>Scleria</i>	<i>gaertneri</i>	Raddi	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Cyperaceae	<i>Scleria</i>	<i>mitis</i>	P.J.Bergius	Nativa	Anf/Eme	—	•	•	
Eriocaulaceae	<i>Tonina</i>	<i>fluviatilis</i>	Aubl.	Nativa	Eme	—	•		•
Hydrocharitaceae	<i>Egeria</i>	<i>densa</i>	Planch.	Nativa	SL	—	•		
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>foliosa</i>	L.	Nativa	FL	LC		•	

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA		
							18	19	20
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>gibba</i>	L.	Nativa	Epi/FL	—	•		
Lygodiaceae	<i>Lygodium</i>	<i>venustum</i>	Sw.	Nativa	Anf	—		•	
Lythraceae	<i>Cuphea</i>	<i>melvilla</i>	Lindl.	Nativa	Anf	LC			•
Menyanthaceae	<i>Nymphoides</i>	<i>humboldtiana</i>	(Kunh) Kuntze	Nativa	FF/ FL	—	•		
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>rudgeana</i>	G.Mey.	Nativa	FF	—	•		
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>leptocarpa</i>	(Nutt.) H.Hara	Nativa	Anf/Eme	—		•	•
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>octovalvis</i>	(Jacq.) P.H.Raven	Nativa	Anf/Eme	—	•		
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>torulosa</i>	(Arn.) H.Hara	Nativa	Anf/Eme	—	•		
Poaceae	<i>Acroceras</i>	<i>zizanioides</i>	(Kunth) Dandy	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Poaceae	<i>Hiladaea</i>	<i>pallens</i>	(Sw.) C.Silva & R.P.Oliveira	Nativa	Anf	—		•	
Poaceae	<i>Hymenachne</i>	<i>pernambucensis</i>	(Spreng.) Zuloaga	Nativa	Anf/Eme	LC	•	•	
Poaceae	<i>Luziola</i>	<i>peruviana</i>	Juss. ex J.F.Gmel.	Nativa	FF	—		•	•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>aquaticum</i>	Poir.	Nativa	FF	—		•	•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>dichotomiflorum</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>gouinii</i>	E.Fourn.	Nativa	FF	LC			•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>millegrana</i>	Poir.	Nativa	Anf/Eme	—	•		•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>repens</i>	L.	Naturalizada	FF	—	•	•	
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>stramineum</i>	Hitchc. & Chase	Nativa	FF	—	•	•	
Poaceae	<i>Parodiolyra</i>	<i>micrantha</i>	(Kunth) Davidse & Zuloaga	Nativa	Anf	—		•	
Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>pilosum</i>	Lam.	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Poaceae	<i>sp. 1</i>				Anf/Eme	—	•	•	•
Poaceae	<i>Urochloa</i>	<i>brizantha</i>	(Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	Naturalizada	Anf	—		•	
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>ferrugineum</i>	Wedd.	Nativa	Anf/Eme	—			•
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>azurea</i>	(Sw.) Kunth	Nativa	FF/FL	—		•	•
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>crassipes</i>	(Mart.) Solms	Nativa	FF/FL	—			•
Pteridaceae	<i>Adiantum</i>	<i>latifolium</i>	Lam.	Nativa	Anf	—		•	

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA		
							18	19	20
Pteridaceae	<i>Ceratopteris</i>	<i>thalictroides</i>	(L.) Brongn.	Nativa	Anf/Eme	—		•	
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>auriculata</i>	Aubl.	Nativa	FL	—	•	•	•
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>biloba</i>	Raddi	Nativa	FL	—	•	•	•
Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>domingensis</i>	Pers.	Nativa	Anf/Eme	—	•		

Quadro 4: Lista de espécies de plantas macrófitas aquáticas ocorrentes nas lagoas. Legenda: F.Vida=Formas de vida, Anf=Anfíbia, Eme=Emergente, Epi=Epífita, FF=Flutuante fixa, FL=Flutuante livre, SF=Submersa fixa. LC=Pouco Preocupante, VU=Vulnerável. EA=Estações amostrais, 23=Areão, 24=Areal, 25 e 25a=Monsarás.

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							23	24	25	25a
Alismataceae	<i>Hydrocleys</i>	<i>nymphoides</i>	(Willd.) Buchenau	Nativa	FF	—			•	•
Alismataceae	<i>Limnocharis</i>	<i>flava</i>	(L.) Buchenau	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Alismataceae	<i>Sagittaria</i>	<i>lancifolia</i>	L.	Nativa	Eme	VU	•	•		
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>philoxeroides</i>	(Mart.) Griseb.	Nativa	Anf	—				•
Amaranthaceae	<i>Blutaparon</i>	<i>portulacoides</i>	(A.St.-Hil.) Mears	Nativa	Anf	LC				•
Amaryllidaceae	<i>Crinum</i>	<i>americanum</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—		•	•	
Apiaceae	<i>Centella</i>	<i>asiatica</i>	(L.) Urb.	Naturalizada	Eme	—				•
Araceae	<i>Montrichardia</i>	<i>linifera</i>	(Arruda) Schott	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		•
Asteraceae	<i>Enydra</i>	<i>anagalis</i>	Gardner	Nativa	Eme	LC				•
Blechnaceae	<i>Telmatoblechnum</i>	<i>serrulatum</i>	(Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey	Nativa	Anf	—	•	•		
Cabombaceae	<i>Cabomba</i>	<i>furcata</i>	Schult. & Schult. f.	Nativa	SF	LC		•		
Cyperaceae	<i>Calyptrocarya</i>	<i>glomerulata</i>	(Brongn.) Urb.	Nativa	Eme	—				•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>articulatus</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—		•		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>gardneri</i>	Nees	Nativa	Anf/Epi	—			•	
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>haspan</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—			•	
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>ligularis</i>	L.	Nativa	Anf/Eme	—			•	•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>luzulae</i>	(L.) Retz.	Nativa	Anf/Eme	—			•	•
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>polystachyos</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—		•	•	

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							23	24	25	25a
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>acutangula</i>	(Roxb.) Schult.	Nativa	Anf/Eme	—		•	•	•
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>confervoides</i>	(Poir.) Steud.	Nativa	Anf/Eme	—				•
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>geniculata</i>	(L.) Roem. & Schult.	Nativa	Anf/Eme	—			•	
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>interstincta</i>	(Vahl) Roem. & Schult.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•	•	•
Cyperaceae	<i>Fuirena</i>	<i>umbellata</i>	Rottb.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i>	<i>corymbosa</i>	(L.) Britton	Endêmica	Anf/Eme	—		•		•
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i>	<i>holoschoenoides</i>	(Rich.) Herter	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		•
Cyperaceae	<i>Scleria</i>	<i>mitis</i>	P.J.Bergius	Nativa	Anf/Eme	—	•	•		
Eriocaulaceae	<i>Tonina</i>	<i>fluviatilis</i>	Aubl.	Nativa	Eme	—	•			
Hydrocharitaceae	<i>Egeria</i>	<i>densa</i>	Planch.	Nativa	SL	—	•			•
Hydroleaceae	<i>Hydrolea</i>	<i>elatior</i>	Schott	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>foliosa</i>	L.	Nativa	FL	LC		•	•	•
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>gibba</i>	L.	Nativa	Epi/FL	—		•		•
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>hydrocarpa</i>	Vahl	Nativa	FL	LC		•		
Linderniaceae	<i>Micranthemum</i>	<i>umbrosum</i>	(Walter ex J.F.Gmel.) S.F.Blake	Nativa	Anf	LC				•
Linderniaceae	<i>Torenia</i>	<i>thouarsii</i>	(Cham. & Schltld.) Kuntze	Nativa	Anf	—	•			
Lygodiaceae	<i>Lygodium</i>	<i>volubile</i>	Sw.	Nativa	Anf	—	•			•
Lythraceae	<i>Cuphea</i>	<i>melvilla</i>	Lindl.	Nativa	Anf	LC	•			
Malvaceae	<i>Talipariti</i>	<i>pernambucense</i>	(Arruda) Bovini	Nativa	Anf	—			•	
Marantaceae	<i>Stromanthe</i>	<i>thalia</i>	(Vell.) J.M.A.Braga	Endêmica	Anf/Eme	—			•	•
Menyanthaceae	<i>Nymphoides</i>	<i>humboldtiana</i>	(Kunth) Kuntze	Nativa	FF/FL	—	•		•	•
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>caerulea</i>	Savigny	Nativa	FF	—				•
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>lingulata</i>	Wiersema	Endêmica	FF	—	•	•		
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>pulchella</i>	DC.	Nativa	FF	—		•	•	•
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>rudgeana</i>	G.Mey.	Nativa	FF	—			•	•
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>erecta</i>	(L.) H.Hara	Nativa	Eme/Anf	—			•	

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							23	24	25	25a
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>leptocarpa</i>	(Nutt.) H.Hara	Nativa	Anf/Eme	—				•
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>octovalvis</i>	(Jacq.) P.H.Raven	Nativa	Anf/Eme	—	•		•	
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>torulosa</i>	(Arn.) H.Hara	Nativa	Anf/Eme	—		•		
Plantaginaceae	<i>Bacopa</i>	<i>monnieri</i>	(L.) Pennell	Nativa	Eme	—	•	•	•	•
Poaceae	<i>Echinochloa</i>	<i>crusgalli</i>	(L.) P.Beauv.	Nativa	Anf	—				•
Poaceae	<i>Hymenachne</i>	<i>pernambucensis</i>	(Spreng.) Zuloaga	Nativa	Anf/Eme	LC	•	•	•	
Poaceae	<i>Luziola</i>	<i>peruviana</i>	Juss. ex J.F.Gmel.	Nativa	FF	—			•	
Poaceae	<i>Ocellochloa</i>	<i>stolonifera</i>	(Poir.) Zuloaga & Morrone	Nativa	Anf	—			•	
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>aquaticum</i>	Poir.	Nativa	FF	—				•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>dichotomiflorum</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—			•	
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>millegrana</i>	Poir.	Nativa	Anf/Eme	—			•	•
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>repens</i>	L.	Naturalizada	FF	—				•
Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>millegrana</i>	Schrad. ex Schult.	Nativa	Anf/Eme	—			•	•
Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>pilosum</i>	Lam.	Nativa	Anf/Eme	—		•		
Poaceae	<i>sp. 1</i>				Anf/Eme	—		•		
Poaceae	<i>Rugoloa</i>	<i>pilosa</i>	(Sw.) Zuloaga	Nativa	Anf/Eme	—		•	•	
Poaceae	<i>Urochloa</i>	<i>brizantha</i>	(Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	Naturalizada	Anf	—				•
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>hydropiperoides</i>	Michx.	Nativa	Anf/Eme	—				•
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>punctatum</i>	Elliott	Nativa	Anf/Eme	—	•			
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>azurea</i>	(Sw.) Kunth	Nativa	FF/FL	—	•			
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>crassipes</i>	(Mart.) Solms	Nativa	FF/FL	—	•			
Pteridaceae	<i>Adiantum</i>	<i>latifolium</i>	Lam.	Nativa	Anf	—				•
Pteridaceae	<i>Ceratopteris</i>	<i>thalictroides</i>	(L.) Brongn.	Nativa	Anf/Eme	—	•		•	•
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>auriculata</i>	Aubl.	Nativa	FL	—	•		•	•
Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>biloba</i>	Raddi	Nativa	FL	—			•	•
Thelypteridaceae	<i>Cyclosorus</i>	<i>interruptus</i>	(Willd.) H. Ito	Nativa	Anf	—		•		
Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>domingensis</i>	Pers.	Nativa	Anf/Eme	—	•	•	•	•

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	AUTOR	CATEGORIZAÇÃO	FORMA DE VIDA	STATUS DE CONSERVAÇÃO	EA			
							23	24	25	25a
Xyridaceae	<i>Xyris</i>	<i>macrocephala</i>	Vahl	Nativa	Anf/ Eme	—		•		