

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EFEITOS HOMOGENEIZADORES EM DIFERENTES  
ESCALAS DA MACRÓFITA EXÓTICA *Urochloa arrecta*  
(Hack. ex T. Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga NO RIO  
GUARAGUAÇU, PARANÁ, BRASIL

Rayana Yumi Sato

Curitiba

2018

RAYANA YUMI SATO

Efeitos homogeneizadores em diferentes escalas da macrófita exótica *Urochloa arrecta*  
(Hack. ex t. Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga no rio Guaraguaçu, Paraná, Brasil

Trabalho apresentado à disciplina de Estágio Supervisionado em Biologia como requisito básico para a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso de bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Adrian Padial

Curitiba

2018

*“Então me ajude a segurar  
Essa barra que é gostar de você  
lê!  
Dididiê  
Dididiê  
Dididiê”  
(Gabu e Luiz Carlos)*

## AGRADECIMENTOS

Eu sempre acreditei que são nos momentos difíceis que descobrimos as verdadeiras amizades e aqui não foi diferente! Encerro uma caminhada em que muitos momentos marcantes, felizes e difíceis foram vividos e é por isso que hoje sou grata a todos que estiveram ao meu lado nesse tempo.

Começando pela minha família tão amada, eu nada seria sem vocês! Agradeço meus pais, Regina e Sérgio, por todo amor, apoio, paciência, compreensão e pelos muitos colos que ganhei quando achei que não ia dar conta. Graças ao incentivo de vocês, hoje estou aqui e digo: dei conta! Minha gratidão a vocês será eterna!

Agradeço de coração o meu orientador, André Adrian Padial, pela prontidão em aceitar o meu pedido de orientação, pelo incentivo, ensinamentos, conselhos e amizade. Fazer as coletas ouvindo a cantoria do “*Didididiê*” não teve preço! Obrigada mesmo! Tornou-se um exemplo de vida para mim.

Minha gratidão aos colegas do LASB (Ana Paula, Artur, Elena, Suelen e Liliana) pelo acolhimento e parceria nesse tempo. Ana, uma verdadeira companheira de campo, obrigada pela ajuda nas coletas, pelo karaokê no caixetal, pela ajuda nas correções deste trabalho e, assim como a Elena e o Arthur, nas dicas e análises do R. VALEU MUITO, TIME!

Agradeço, também, o pessoal da Marina Guaraguaçu, por todo o suporte e estrutura oferecidos durante as coletas feitas para este trabalho.

Uma pessoa especial que foi essencial nessa caminhada: meu querido e amado Daniel. Não poderia estar melhor acompanhada nesses anos todos. Obrigada por estar sempre ao meu lado, me apoiando, me ajudando, me fazendo rir e me dando a calma que eu precisava para finalizar mais essa etapa. Amo você!

As amizades foram de extrema importância ao longo desses anos. Aos grandes amigos de jornada Breno, Manuela, Fabielle, Dayane, Stephanie e Angela, obrigada por todos os conselhos, incentivos e momentos felizes que passamos nesse tempo. Vocês são incríveis e só tornaram tudo mais leve e especial. Levo vocês no coração pra toda a vida!

Para as amigas e companheiras de vida, Sophia e Marina, juntas comigo em mais uma conquista. Obrigada pelas risadas, amizade, cafés, conversas, conselhos e apoio. A vida é muito melhor com vocês por perto. OBRIGADA! Contem sempre comigo!

E claro, gratidão eterna aos *cãopanheiros* mais fiéis de toda a vida, Clara, Paçoca e Negresco, que me amaram até quando nem eu mesma me suportava mais! Meus pedacinhos de felicidade!

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Localização do Rio Guaraguaçu. Fonte: IBGE, 2007.....	13
Figura 2: Representação da posição das parcelas no banco de <i>U. arrecta</i> , sendo as horizontais representadas em vermelho e a vertical em amarelo. Fonte: Google Earth....	14
Figura 3: A) Parcela no banco com <i>U. arrecta</i> . B) Parcela no banco sem <i>U. arrecta</i> . Fonte: o autor (2018).....	14
Figura 4: Composição de espécies para os períodos 1 e 2, sendo B os bancos com a <i>U.arrecta</i> e P os bancos pareados sem a <i>U. arrecta</i> .....	17

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Riqueza total entre bancos dominados e não-dominados pela <i>U. arrecta</i> .....	16
Tabela 2: Composição de espécies entre bancos dominados e não-dominados.....	17
Tabela 3: Variação total entre bancos, sendo B para os bancos com a <i>U. arrecta</i> e P para os bancos pareados sem a <i>U. arrecta</i> .....	18
Tabela 4: Diferença dos valores absolutos entre os dois períodos de coleta, sendo B os bancos dominados e P os pareados.....	18
Tabela 5: Variação da posição das parcelas dentro do banco.....	19

**SUMÁRIO**

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
2.2 COLETA DE DADOS.....	13
2.3 ANÁLISE DE DADOS.....	15
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## RESUMO

A *Urochloa arrecta* é uma espécie exótica de macrófita aquática, considerada invasora no Brasil. Sua presença causa diversas alterações no ecossistema do Rio Guaraguaçu, localizado no litoral do Paraná. Com o intuito de investigar a interferência dessa espécie na diversidade e no funcionamento do ecossistema desse rio e para avaliar o efeito sobre a diversidade da comunidade nativa em diferentes escalas, foram realizadas duas coletas independentes e em períodos distintos, que ocorreram em Março e em Setembro de 2018. Em cada um desses períodos, 15 bancos dominados pela *U. arrecta* foram escolhidos aleatoriamente ao longo de toda a extensão de ocupação dessa planta para as coletas. Paralelamente aos bancos, também foi amostrado um banco não-dominado, localizado imediatamente ao lado, chamado de banco pareado. Dessa forma, foram amostrados 30 bancos por período e 60 bancos no total. Dentro de cada banco, quatro parcelas de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m x 0,5 m) foram posicionadas de forma que três ficassem na horizontal e na borda do banco, ou seja, paralela ao curso do rio, e uma na vertical e para dentro do banco, perpendicularmente ao curso do rio, formando um “L”, com as parcelas distantes dois metros entre si. As espécies dentro de cada parcela foram identificadas e anotadas. Na sequência, quatro análises foram feitas no software R. A primeira buscou analisar a homogeneização local, comparando a riqueza de espécies entre bancos com um teste-t pareado, a segunda buscou diferenças na composição dos bancos através de uma Permanova seguida de um IndVal, a terceira analisou a homogeneização regional entre bancos através dos índices da Beta Diversidade e, por último, os mesmos índices da Beta Diversidade foram usados com um teste-t pareado para verificar a homogeneização dentro de cada banco, a partir das posições das parcelas. Os resultados obtidos reafirmaram o potencial de invasão que a *U. arrecta* possui, causando reduções na riqueza de espécies, sobretudo das nativas, homogeneizando o ambiente tanto em escala local como regional, o que provavelmente causa prejuízos no funcionamento do ecossistema, principalmente nas estações mais quentes, como o final do verão (Março), quando se tornam mais dominantes.

**Palavras-chave:** *Urochloa arrecta*, macrófita aquática, invasão biológica, Rio Guaraguaçu, homogeneização.

## ABSTRACT

*Urochloa arrecta* is an exotic species of aquatic macrophyte, considered invasive in Brazil. Its presence causes several alterations in the ecosystem of the River Guaraguaçu, located in the coast of Paraná. In order to investigate the interference of this species in the diversity and the functioning of the ecosystem of this river and to evaluate the effect on the diversity of the native community in different scales, two independent collections were carried out in different periods, which occurred in March and September of 2018. In each of these periods, 15 banks dominated by *U. arrecta* were chosen randomly over the entire length of occupation of this plant. for collections. Parallel to the banks, a non-dominated bank was also sampled, located immediately next to it, called a paired bank. In this way, 30 banks per period and 60 banks in total were evaluated. Within each bank, four 0.25 m<sup>2</sup> (0.5 mx 0.5 m) plots were positioned so that three plots were horizontal and at the edge of the bank, ie parallel to the course of the river, and one vertical and into the bank, perpendicular to the course of the river, forming an "L", with the plots distant two meters apart. The species within each plot were identified and annotated. Four analyzes were performed on the R software. The first one sought to analyze the local homogenization, comparing species richness among banks with a paired t-test, the second looked for differences in the composition of the banks through a Permanova followed by an IndVal, the third analyzed the regional homogenization among banks through the Beta Diversity indices, and finally, the same Beta Diversity indices were used with a paired t-test to verify the homogenization within each bank from the plot positions. The results obtained reaffirmed the potential for invasion that *U. arrecta* has, causing reductions in the richness of species, especially of the native ones, homogenizing the environment in local and regional scale, which probably causes damages in the functioning of the ecosystem, mainly in the seasons more hot, like late summer (March), when they become more dominant.

**Keywords:** *Urochloa arrecta*, aquatic macrophyte, biological invasion, Guaraguaçu River, homogenization.

## 1. INTRODUÇÃO

Invasões biológicas são uma das principais causas de redução global da biodiversidade (VITOUSEK et al. 1996), principalmente devido ao processo de homogeneização biótica (McKINNEY e LOCKWOOD, 1999). Em ambientes aquáticos continentais, plantas (ou macrófitas) aquáticas estão entre os grupos com mais espécies invasoras que causam impacto nos ecossistemas, com 4 espécies entre as 100 piores invasoras do mundo (LOWE et al., 2000). A ideia da homogeneização biótica foi descrita pela primeira vez no livro de Charles Elton *The ecology of invasion by animals and plants* (Ecologia das invasões por animais e plantas), como um processo complexo de aumento da similaridade entre comunidades, envolvendo invasões e extinções de espécies (VITULE e POZENATO, 2012).

As macrófitas aquáticas são vegetais que durante a sua evolução retornaram do ambiente terrestre para o aquático apresentando grande capacidade de adaptação e grande amplitude ecológica (ESTEVES, 1998; THOMAZ e ESTEVES, 2011). Essas plantas possuem diversas formas biológicas conforme se distribuem no corpo d'água (PIVARI et. al., 2008), além da grande diversidade filogenética e taxonômica, sendo classificadas em formas de vida de acordo com sua adaptação nesse meio. São elas: macrófitas flutuantes, submersas enraizadas, submersas livres, enraizadas com folhas flutuantes e emergentes (THOMAZ e ESTEVES, 2011; NUNES, 2015). Em regiões temperadas, essas macrófitas representam uma das comunidades mais produtivas dentre todos os ecossistemas e através do seu metabolismo são capazes de produzir grandes interferências no ambiente (ESTEVES, 1998; TAKAO, 2011).

Em muitos casos, essas plantas são consideradas um risco para a utilização dos recursos hídricos devido à sua grande capacidade de dispersão, altas taxas de crescimento e alto potencial competitivo (THOMAZ, 2002; NUNES, 2015). Assim, podem proliferar-se de maneira indesejada e acentuada em ambientes alterados pela ação humana, como em áreas eutrofizadas, reservatórios e locais diferentes dos de sua origem (MORMUL, 2011; NUNES, 2015). Dessa forma, comprometem a biodiversidade e os processos ecossistêmicos dos ambientes de água doce, lênticos e lóticos (MICHELAN et. al., 2010). Além de causar o impedimento da navegação, a obstrução ou redução do fluxo de entrada de água nas turbinas de hidroelétricas, o funcionamento anormal de eclusas, danos ao ambiente, a criação de abrigo e condições para o crescimento de mosquitos e caramujos transmissores de doenças, como malária e esquistossomose, e a redução da

concentração de oxigênio do meio (ESTEVES, 1998; GUIMARÃES et. al., 2003; FOLONI, 2005).

Segundo Mormul (2011), as macrófitas aquáticas fazem parte dos registros de invasões de espécies exóticas existentes em quase todos os ecossistemas do planeta, porém com uma preocupação especial em relação aos ecossistemas aquáticos continentais que, por cobrirem apenas 0,8% da superfície da terra, concentram cerca de 9,5% de todas as espécies animais do planeta. Ainda no mesmo estudo, o autor afirma que no Brasil os problemas com a introdução de espécies em ecossistemas aquáticos continentais são frequentes e envolvem, principalmente, moluscos, peixes e zôoplanctons, além das macrófitas aquáticas. Essas plantas introduzidas no país, dentre elas a *Urochloa arrecta* (Hack. ex t. Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga, popularmente conhecida como capim-braquiária tropical (MICHELAN, 2010), são originárias da África. Primeiramente foram introduzidas acidentalmente, pois serviam de colchão para os escravos nos navios negreiros (CRISPIM e BRANCO, 2002; BARCELOS et. al., 2011). Posteriormente foram trazidas para a implantação de pastagens e se adaptaram muito bem às mais variadas condições ambientais (ALVIM, BOTREL e XAVIER, 2002; MATTHEWS, 2005). Essa adaptação permitiu que essa espécie fosse capaz de produzir descendentes férteis em áreas distantes dos locais de introdução, tornando-se altamente invasora (RICHARDSON, 2000; TEIXEIRA, 2015) podendo acarretar efeitos negativos significativos na diversidade de outras macrófitas aquáticas em reservatórios, lagos e rios (MICHELAN et. al., 2010; AMORIM, 2012; FERNANDES, TEIXEIRA e THOMAZ, 2013).

No estado do Paraná, a invasão dessa espécie é observada no Rio Guaraguaçu, o principal do município de Pontal do Paraná (REIS et. al., 2015). Aparentemente sem muitas preferências por substratos específicos, dominaram regiões chamadas de brejos de maré, incluindo as margens desse rio (REINERT, 2001). Esses locais estão sofrendo grave invasão biológica por essas macrófitas, incluindo a *U. arrecta*, que já descaracterizaram diversas áreas e continuam se alastrando rapidamente (BORNSCHEIN, 2001). Inclusive dentro da unidade de conservação Estação Ecológica do Guaraguaçu, muitas manchas de brejo de maré também estão sendo bastante afetadas (REINERT, 2007). Desse modo, o conhecimento sobre a inserção dessas espécies exóticas, principalmente da *U. arrecta*, e a interferência que causam no ecossistema, são fundamentais para a elaboração de planos de manejo, visando reduzir os impactos dessas plantas na fauna e flora aquática nativa.

Para isso, a pesquisa contida neste trabalho buscou comparar os bancos dominados e não-dominados pela *U. arrecta* encontrados no trecho navegável do Rio Guaraguaçu, com o intuito de analisar a influência que essa espécie tem sobre a riqueza e composição de outras espécies de macrófitas, sobre tudo as nativas. Para isso, foram feitas análises da homogeneização local (alfa) e da composição de espécies entre bancos, da homogeneização regional através da Beta Diversidade entre bancos e, por fim, uma análise na diferenciação das posições horizontal e vertical das parcelas dentro dos bancos com e sem a *U. arrecta*.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Rio Guaraguaçu, que está localizado na bacia hidrográfica litorânea paranaense, nos municípios de Pontal do Paraná, Paranaguá e Matinhos, no estado do Paraná, sul do Brasil (TREMARIN, 2010) (figura 1). É um rio extremamente importante para grande parte da população do litoral, pois é desse manancial que provém o abastecimento de água do município de Pontal do Paraná, abrangendo 48 balneários (SILVA, 2008). Também é considerado o maior rio do litoral do estado, com área de drenagem de aproximadamente 395,5 km<sup>2</sup> dentro da Floresta Atlântica, sendo formado pela confluência de inúmeros riachos que nascem na Serra da Prata (Parque Nacional Saint-Hilaire/Hugo Lange), a uma altitude de 800 metros acima do nível do mar (VITULE, 2008). Seus principais afluentes encontram-se na sua margem esquerda e, entre eles, estão o rio Pequeno, São Joãozinho, Vermelho, das Pombas, da Colônia Pereira, Branco, Pai Antônio, Cambará. Já na margem direita, o único afluente é o rio Peri (SILVA, 2008; REIS et al., 2015). Antes de chegar à sua foz, percorre um trecho extenso (cerca de 60 km) na planície litorânea, passando por diversas regiões de floresta bem preservada e unidades de conservação, como a Estação Ecológica do Guaraguaçu, até desaguar no Canal da Cotinga na baía de Paranaguá (VITULE, 2008). Suas águas são transparentes e negro-avermelhadas devido às grandes quantidades de matéria orgânica e ferro recebidas das florestas, que acidificam as águas, principalmente nos períodos mais chuvosos (SVOLENSKI, 2000; VITULE, 2008). Além disso, apresenta um aspecto meandrante, influenciado pelo regime de marés (SILVA, 2008) que, à medida que o corpo de água se aproxima da foz do rio, a água doce mistura-se gradualmente com a água salgada do oceano, caracterizando um ambiente estuarino (BIGUNAS, 2005).



Figura 1: Localização do Rio Guaraguaçu. Fonte: IBGE, 2007.

## 2.2 COLETA DE DADOS

As coletas e levantamento de dados ocorreram no mês de Março e Setembro de 2018, no trecho navegável do Rio Guaraguaçu, totalizando aproximadamente 30 km. No primeiro mês, 30 bancos foram analisados, dos quais 15 representam as comunidades com a *U. arrecta*, enquanto os outros 15 as comunidades pareadas sem a presença da *U. arrecta*. No segundo mês, também foram analisados 30 pontos, seguindo a mesma metodologia. As amostragens foram feitas de modo independente, os bancos dominados eram escolhidos aleatoriamente e os não-dominados considerados localizavam-se imediatamente ao lado do banco escolhido primeiramente.

Os materiais usados para delimitar as parcelas analisadas dentro dos bancos e a distância entre elas foram feitos de cano PVC 25 milímetros, sendo um quadrado de 0,5 metro de lado, resultando em uma parcela de 0,25 m<sup>2</sup> de área, e um cano reto de 2 metros, graduado de meio em meio metro. Dentro de cada banco foram delimitadas 4 parcelas distantes 2 metros entre elas. Dessas, 3 eram dispostas horizontalmente, ou seja, na borda do banco e paralelo ao curso do rio, e a última posicionada verticalmente

para dentro do banco e perpendicular ao curso do rio (figura 2). Dentro de cada parcela foram identificadas as espécies (figura 3), organizadas em uma planilha do programa Excel e analisadas em software específico.

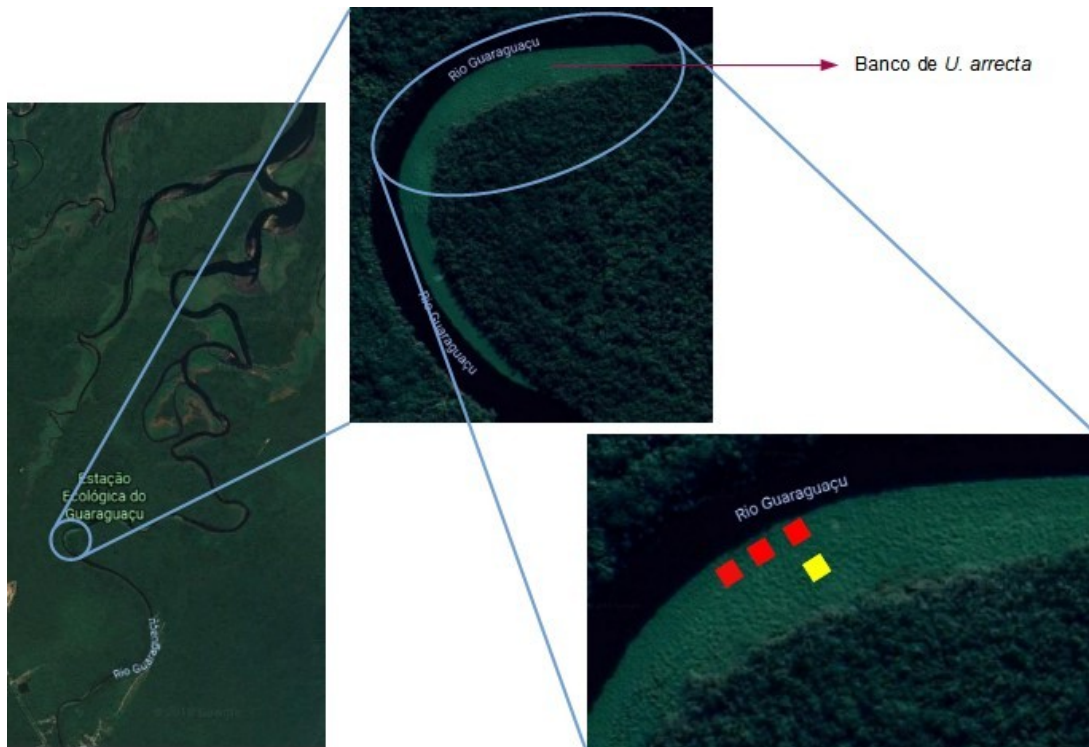


Figura 2: Representação da posição das parcelas no banco de *U. arrecta*, sendo as horizontais representadas em vermelho e a vertical em amarelo. Fonte: Google Earth.



Figura 3: A) Parcela no banco com *U. arrecta*. B) Parcela no banco sem *U. arrecta*. Fonte: o autor (2018)

## 2.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados coletados foram analisados no software R 3.5.1 (R Development Core Team, 2018), utilizando os pacotes vegan (OKSANEN et. al., 2018), betapart (BASELGA et. al., 2018), car (FOX e WEISBERG, 2011) e labdsv (ROBERTS, 2016). As análises realizadas estão descritas abaixo:

I) Em primeiro lugar, a riqueza de espécies de macrófitas entre bancos com e sem a ocorrência da *U. arrecta* foi testada através de um teste t-pareado. Caso a riqueza seja significativamente menor nos bancos dominados, conclui-se que há evidência de homogeneização biótica local do banco.

II) Em segundo lugar, uma Análise Multivariada Permutacional de Variância (PERMANOVA, Anderson 2001) também foi feita para comparar a composição de espécies entre os bancos com e sem a *U. arrecta*. Nesse caso, ela foi retirada da tabela de espécies, pois a sua ocorrência foi o próprio critério de classificação. Caso significativo, a diferença foi evidenciada por uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA, Gower 1966) e caracterizada por uma análise de valor indicador das espécies (IndVal, Dufrene e Legendre 1997). Essa análise mostra o efeito da *U. arrecta* na mudança composicional local.

III) A variação total entre bancos também foi comparada e testada através do teste de permutações, utilizando a abordagem betadisper (ANDERSON, ELLINGSEN, MCARDLE, 2006). Essa análise foi aplicada nas matrizes de dissimilaridades, considerando os índices de turnover, aninhamento e Sorensen total. Esses termos, Turnover e Aninhamento, são oriundos da partição da Beta Diversidade, proposta por Baselga (2010). O primeiro representa a substituição de espécies entre as comunidades, enquanto o segundo representa a perda subsequente da riqueza de espécies entre essas comunidades, respectivamente (BASELGA, 2010; FORYTA, 2015). Portanto, caso o turnover e o Sorensen total forem menores e o aninhamento for maior entre os bancos com a *U. arrecta*, significa que há evidência de homogeneização regional, considerando a variação entre bancos.

IV) Também foram utilizados os índices acima considerando a variação entre múltiplos sites (BASELGA, 2012) para estimar a variação horizontal e vertical dentro dos bancos dominados pela *U. arrecta* (calculado entre as parcelas descritas na seção Coleta de Dados). Após isso, as variações horizontal e vertical de espécies dentro dos bancos foram comparadas entre bancos com e sem a *U. arrecta*, através de testes t-pareados.

Caso haja menor variação horizontal ou vertical dentro do banco dominado, pode-se concluir que há homogeneização na variação local. Antes da realização dos testes t-pareados, a normalidade dos dados foi testada com um teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneização de variâncias foi testada com um teste de Levene. Para o caso dos dados que não apresentaram normalidade, foi aplicada uma log-transformação. Caso a homogeneidade das variâncias não tenha sido atingida, os testes-t foram calculados considerando variâncias heterogêneas. Resultados significativos foram considerados quando a probabilidade de erro do tipo I foi menor que 5%. As análises foram realizadas para cada período de coleta separadamente.

### 3. RESULTADOS

As 25 espécies de macrófitas aquáticas encontradas nos dois períodos de coleta estão distribuídas em 20 famílias e 15 gêneros, identificados segundo Araújo, 2017.

I) Os resultados obtidos para a riqueza entre bancos dominados e não-dominados pela *U. arrecta* foram significativos para ambos os períodos, representados por um p-valor igual a 0.045 para o período 1 e de 0.046 para o período 2. Os cálculos das diferenças médias foram baseados na subtração entre a riqueza dos bancos com *U. arrecta* e a riqueza dos bancos somente de espécies nativas, resultando nos valores médios negativos representados por 0.259 e 2.267 para os períodos 1 e 2, respectivamente (tabela 1), o que indica menor riqueza nos bancos com domínio da *U. arrecta*.

Tabela 1: Riqueza total entre bancos dominados e não-dominados pela *U. arrecta*.

PERÍODO	MÉDIA DA	
	DIFERENÇA	p-value
	(braq - nativa)	
COLETA 1	-0.2595067	0.045
COLETA 2	-2.266667	0.046

II) A composição de espécies entre os bancos dominados e não-dominados, desconsiderando a *U. arrecta*, mudou e foi significativa para os dois períodos (figura 4), representada por um p-valor de 0.011 e 0.001 respectivamente (tabela 2). A análise do valor indicador mostrou que, no período 1, foram encontradas apenas espécies que indicam a ausência da *U. arrecta*, que são o *Scirpus californicus* (C.A. Mey.) Steud

(popularmente conhecido como “piri”), também presente na coleta 2, e a *Nymphaea caerulea* Savugny (popularmente conhecida como “lótus” ou “ninfeia”). No período 2, as espécies que indicam a presença da *U. arrecta* são a *Salvinia biloba* Raddi. (“orelha de tigre”) e a *Hydrocotyle leucocephala* Cham. & Schltl (“agrião selvagem”), enquanto as espécies indicadoras da ausência da *U. arrecta* além do *S. californicus*, são o *Crinum americanum* L. (sem nome popular) e a *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara. (sem nome popular).

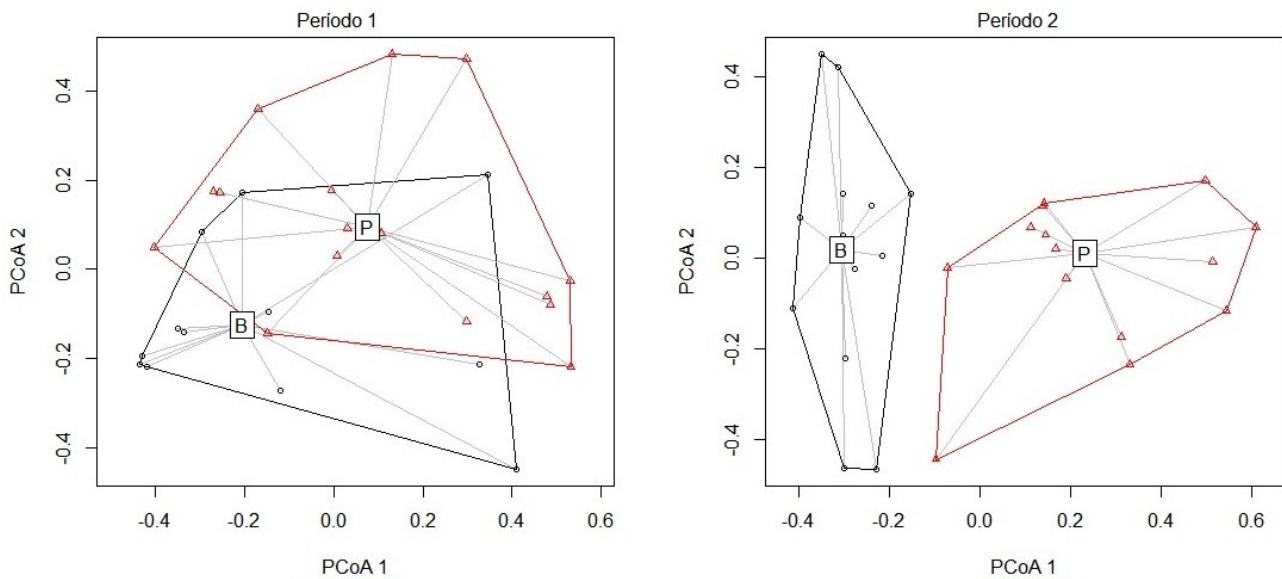


Figura 4: Composição de espécies para os períodos 1 e 2, sendo B os bancos com a *U. arrecta* e P os bancos pareados sem a *U. arrecta*.

Tabela 2: Composição de espécies entre bancos dominados e não-dominados.

PERÍODO	PERMANOVA	ESPÉCIES INDICADORAS	
		PRESENÇA	AUSÊNCIA
COLETA 1	0.011	-	<i>Scirpus californicus</i> e <i>Nymphaea caerulea</i>
COLETA 2	0.001	<i>Salvinia biloba</i> e <i>Hydrocotyle</i>	<i>Scirpus californicus</i> , <i>Crinum americanum</i> e <i>Ludwigia peruviana</i> .

III) Dos resultados obtidos para a variação total entre os bancos dominados e não-dominados para o período 1, apenas o aninhamento nos bancos com a *U. arrecta* foi maior, representado por um p-valor igual a 0.025. Já o período 2 não obteve nenhum

resultado significativo. Em termos de valores absolutos, o turnover sempre foi maior entre bancos pareados e o aninhamento maior entre bancos dominados pela *U. arrecta* (tabela 3), assim como, no geral, a coleta 1 obteve valores maiores que a coleta 2 (tabela 4).

Tabela 3: Variação total entre bancos, sendo B para os bancos com a *U. arrecta* e P para os bancos pareados sem a *U. arrecta*.

PERÍODO	ANÁLISE	B	P	p-value
COLETA 1	TURNOVER	0.373	0.4501	0.296
	ANINHAMENTO	0.2069	0.1066	0.025
	SORENSEN	0.4461	0.4557	0.882
COLETA 2	TURNOVER	0.2327	0.2576	0.746
	ANINHAMENTO	0.141	0.1348	0.870
	SORENSEN	0.3139	0.3088	0.926

Tabela 4: Diferença dos valores absolutos entre os dois períodos de coleta, sendo B os bancos dominados e P os pareados.

	B		P	
	COLETA 1	COLETA 2	COLETA 1	COLETA 2
TURNOVER	0.373	0.2327	0.4501	0.2576
ANINHAMENTO	0.2069	0.141	0.1066	0.1348
SORENSEN	0.4461	0.3139	0.4557	0.3088

IV) Os resultados obtidos para as análises de homogeneização dentro do banco mostraram que, para o período 1, a variação horizontal diferiu entre bancos em relação ao turnover e ao índice total de beta, sendo maior nos bancos pareados do que nos bancos de *U. arrecta*. A variação vertical dos bancos também diferiu, mas apenas em relação ao turnover, sendo maior nos bancos pareados do que nos bancos de *U. arrecta*. Para o período 2, as variações horizontais e verticais não diferiram em relação ao turnover e ao aninhamento (tabela 5).

Tabela 5: Variação da posição das parcelas dentro do banco.

PERÍODO	ANÁLISE	MÉDIA DA DIFERENÇA (braq - nativa)	p-value
COLETA 1	Turnover H	-0.1194	0.0166
	Aninhamento H	-0.0065	0.9018
	Sorensen H	-0.1639	0.0089
	Turnover V	-0.1848	0.0031
	Aninhamento V	0.0874577	0.0986
	Sorensen V	-0.1256	0.1028
COLETA 2	Turnover H	-0.0384	0.5186
	Aninhamento H	0.0413	0.3989
	Sorensen H	-0.0061	0.8969
	Turnover V	-0.0916	0.1341
	Aninhamento V	0.0369	0.4823
	Sorensen V	-0.0810	0.2107

#### 4. DISCUSSÃO

Em conjunto, os resultados conseguidos corroboram com as expectativas e reforçam o potencial de invasão da espécie exótica *U. arrecta*, ressaltando a capacidade que essa espécie possui de causar interferências no ambiente no qual ocorre, gerando alterações nas comunidades de espécies nativas, principalmente no que diz respeito à composição de espécies e a redução da riqueza, tornando o ambiente menos diversificado.

O resultado obtido no item I, por exemplo, considerando os dois períodos, mostrou que nas comunidades onde a *U. arrecta* estava presente, a riqueza de espécies era menor, dando um indicativo de homogeneização biótica local (diversidade alfa). Apesar das análises clássicas de homogeneização biótica avaliarem o aumento na similaridade ao longo do tempo (OLDEN e ROONEY, 2006), defende-se aqui que uma faceta da homogeneização pode ser inferida ao comparar a riqueza entre locais vizinhos que diferem no status de invasão. De fato, de acordo com Rahel (2002), a homogeneização biótica é causada pela substituição de espécies nativas por espécies exóticas, geralmente introduzidas por humanos, resultando no aumento da similaridade de biotas ao longo do tempo. Nesse mesmo estudo, o autor relata que a introdução dessas espécies exóticas, a

eliminação de espécies nativas e as alterações de habitat que facilitam esses dois processos, são interações que contribuem para a homogeneização biótica. Um outro estudo aponta que quando a *U. arrecta* torna-se dominante, ela também torna-se monoespecífica, diminuindo a heterogeneidade biótica e mudando a complexidade do habitat (NEGRISOLI et. al., 2006; FERNANDES, TEIXEIRA e THOMAZ, 2013). No presente trabalho, não foram realizadas análises para a biomassa, no entanto, existem alguns estudos que mostram que a *U. arrecta* produz e acumula grandes quantidades de biomassa, podendo impedir o estabelecimento de macrófitas nativas (FERNANDES, TEIXEIRA e THOMAZ, 2013). Essa relação pode ser explicada por Michelan et. al. (2010), que mostrou que existe uma correlação inversa entre a riqueza e a biomassa de capim-braquiária tropical, ou seja, quanto maior a biomassa, menor é a riqueza encontrada, podendo resultar na homogeneização biótica local. Em um estudo similar com uma outra espécie de braquiária, Amorim (2012) também mostrou que a riqueza de macrófitas nativas em manchas dominadas por *U. subquadripara* (Trin.) R.D.Webster foi muito menor que em manchas dominadas por uma espécie nativa, reforçando os impactos das espécies invasoras em relação às espécies nativas.

No item II, os resultados mostraram que além a diferença na composição dos bancos, ainda há espécies nativas que não ocorrem com a dominância da *U. arrecta*. Das espécies indicadoras da ausência da *U. arrecta*, o *C. Americanum*, que embora seja uma espécie nativa, também tem a capacidade de dominação local (LIGNON e MENGHINI, 2012) e o *S. californicus*, que é descrito no Plano de Manejo da Estação Ecológica do Guaraguaçu de 2006 como uma das principais espécies que constituem os brejos de maré, estão, ao longo dos anos, assim como sugere este trabalho e, juntamente com outras espécies, sendo substituídas pela exótica invasora *U. arrecta*. Isso reforça o potencial que essa espécie exótica tem de alterar os habitats, com uma tendência maior em relação às espécies nativas dominantes (TEIXEIRA, 2015). Porém, os resultados obtidos nesse trabalho mostraram que nos bancos onde essas espécies nativas são bem desenvolvidas, no caso das comunidades com *S. californicus* e *C. americanum*, principalmente, a espécie exótica invasora alcançou menor sucesso. Para esse fato, Fernandes, Teixeira e Thomaz (2013) em seu trabalho, sugeriu a hipótese da “resistência biótica”, proposta por Charles Elton (1958), que diz que em comunidades com maior diversidade, a utilização de recursos e ocupação de nichos são maximizadas, reduzindo as oportunidades para o estabelecimento de novos colonizadores, ou seja, ocorre quando comunidades nativas são capazes de impor resistência ao estabelecimento de espécies

invasoras via interações bióticas (TEIXEIRA, 2015). Entretanto, apesar de ser um fator considerável e que dificulta a dominação da exótica *U. arrecta*, a resistência biótica dificilmente impediria completamente as invasões (LEVINE, ADLER e YELENIK, 2004). Já a *S. biloba*, é uma macrófita flutuante considerada oportunista e com alta capacidade de adaptação e resistência, podendo servir de indicativo de ambientes menos preservados, os quais proporcionam condições favoráveis para a colonização de espécies de plantas daninhas potenciais, como a *U. arrecta* (DUARTE et. al., 2015), o que poderia explicar a coexistência entre essas duas espécies. Em relação as outras três espécies, *L. peruviana*, *H. leucocephala* e *N. caerulea*, ainda há poucos estudos na literatura que permita o suporte para os resultados obtidos aqui.

Dos resultados dispostos no item III, apenas a coleta realizada em Março apresentou resultado significativo, mais especificamente para o valor do aninhamento. O turnover e o Sorensen para esse mesmo período não foram significativos, mostrando que a perda de espécies é mais relevante que a substituição delas, indicando que há evidência de homogeneização regional, enquanto o período seguinte não obteve resultados significativos para nenhum dos índices. Essa homogeneização regional reforça a ideia de Teixeira (2015) quando fala do potencial de alteração de habitats pela espécie exótica invasora, e de Levine, Adler e Yelenik (2004) que mesmo que haja resistência biótica, a invasão pela espécie exótica não seria impedida, colocadas no item anterior. Segundo Amorim (2012), existe um empobrecimento generalizado das comunidades onde há predominância de espécies exóticas, seja em comunidades terrestres ou aquáticas, o que explicaria o valor significativo encontrado para o aninhamento. Outro fato que pode ter interferido no resultado, é que o mês de Março corresponde ao final do verão, que é a época de maior crescimento das plantas do gênero *Urochloa*, já que a temperatura ótima para o desenvolvimento das plantas desse gênero corresponde a 30°C em média (ALVES et. al., 2015), o que explicaria os valores significativos na primeira coleta e não significativos na segunda, já que o mês de Setembro corresponde ao final do inverno e início da primavera aqui no Brasil. Ou seja, a coleta 2 ocorreu logo na sequência de um período de menor atividade da *U. arrecta*. Inclusive, é possível notar que, em geral, os valores de cada índice para os bancos B (com *U. arrecta*) e P (pareados, sem *U. arrecta*) da primeira coleta foram maiores que os valores dos mesmos índices obtidos na coleta 2, exceto para o valor do aninhamento nos bancos pareados, como colocado na tabela 4, reforçando a influência do período na atividade da *U. arrecta*.

No item IV, o tamanho escolhido das parcelas foi baseado em Downing e Anderson (1985) que mostrou através de uma revisão de estudos, que os ecólogos aquáticos, de forma geral, usam parcelas com valor médio de 0,25 m<sup>2</sup> (BONOCCHI, 2006). Com isso, os resultados obtidos no período 1 mostraram que as substituições de espécies foram predominantes, tanto nas parcelas horizontais quanto nas verticais em relação aos bancos não-dominados. Esse resultado também pode estar relacionado com a época de coleta e com a quantidade de macrófitas flutuantes presentes do rio, pois como a coleta de Março ocorreu logo no final de um verão chuvoso, típico de regiões tropicais, pode ter provocado um aumento na quantidade de nutrientes presentes nas águas, deixando o ambiente propício para a proliferação dessas macrófitas flutuantes (THOMAZ e BINI, 2003; BENTO et. al., 2006). Com isso, uma maior quantidade delas podem ter sido transportadas pelo rio, devido à grande movimentação da coluna d'água (THOMAZ e BINI, 2003), aumentando as chances dessas plantas ficarem presas nos bancos formados por outras macrófitas, já que, de acordo com Bento et. al. (2006), essas macrófitas flutuantes, como a *Salvinia biloba* Raddi, a *Pistia stratiotes* L. e a *Eichhornia crassipes* (Sw.) Kunth, encontradas em ambos os períodos, quando estão nos ambientes de água corrente, necessitam de âncoras para não serem carregadas rio abaixo. Como a *U. arrecta* é uma espécie capaz de crescer formando núcleos de alta densidade (ZENNI, 2008) e bastante homogêneos, a ancoragem dessas macrófitas flutuantes é dificultada, o que explicaria o baixo valor de turnover nos bancos com a *U. arrecta* em ambos os meses.

Considerando os resultados dessas comparações, é importante ressaltar que foi evidenciado a homogeneização biótica em outra escala: a variação dentro de bancos de macrófitas. A avaliação da homogeneização biótica é polêmica e pode envolver diversas facetas (OLDEN et al. 2018). De fato, foi possível argumentar que esse processo é muitas vezes não evidente em análises clássicas, sendo necessário a comparação em múltiplas escalas, e considerando partição de índices de (dis)similaridade (como aninhamento e turnover) para ser evidenciado.

## 5. CONCLUSÃO

O conjunto de análises realizadas no presente trabalho, permite inferir que a macrófita exótica *U. arrecta* é, de fato, uma espécie com alto potencial invasor, responsável por diversas modificações ambientais, como a perda de espécies, a homogeneização local e regional do ambiente, além de causar alterações na composição de espécies, sobretudo das nativas.

Nota-se também que as estações do ano interferem na atividade da *U. arrecta*, que se mostrou mais ativa em períodos com temperaturas mais elevadas. Isso também traz uma preocupação, pois levando em conta a localização do Rio Guaraguaçu e que o litoral do Paraná geralmente possui temperaturas médias maiores, esse problema da invasão da *U. arrecta* pode ser agravado, piorando o cenário dos ambientes invadidos e as condições do rio.

Outra dificuldade é a falta de estudos na literatura que relacionem a *U. arrecta* com outras espécies de macrófitas aquáticas, que poderiam oferecer um melhor embasamento para os resultados referentes às espécies indicadoras e não indicadoras da presença da *U. arrecta*.

De forma geral, os resultados apresentados reforçam a necessidade da elaboração e implementação de planos de manejo que visem a redução dessa espécie exótica invasora, para que seus impactos sobre o ambiente sejam amenizados, buscando preservar a flora nativa e a recuperação do ecossistema aquático que já tenha sido impactado. Além disso, evitar que a elevada proliferação dessa espécie impeça a navegação, atividades de lazer que ocorrem no Rio Guaraguaçu e a proliferação de outros animais indesejáveis que utilizam a *U. arrecta* como abrigo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. J. et. al. Espécies forrageiras recomendadas para produção animal. Embrapa, 2015.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. D. A.; XAVIER, D. F. As principais espécies de *Brachiaria* utilizadas no País. Comunicado Técnico Embrapa, n. 22, p. 3–6, 2002.
- AMORIM, S. R. de. Efeito da biomassa de espécie exótica (*Brachiaria subquadrifera* (Trin.) Hitchc.) e nativa (*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth) sobre a estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas. 45f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012.
- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32–46. 2001.
- ANDERSON, M. J., ELLINGSEN, K. E., MCARDLE, B. H. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters* 9, 683–693. 2006.
- ARAÚJO, E. da S. Padrões ecológicos e prováveis determinantes da comunidade de macrófitas aquáticas em um rio subtropical de maré. 105f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- BARCELOS, A. F. et. al. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG: Belo Horizonte, 2011.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, n.19, p.134-143, 2010.
- BASELGA, A. The relationship between species replacement, dissimilarity derived from nestedness, and nestedness. *Global Ecology and Biogeography* 21, 1223-1232. 2012.
- BASELGA, A., ORME, D., VILLEGGER, S., BORTOLI, J. D., LEPRIEUR, F. R package version 1.5.1. 2018.
- BENTO, L. F. J. et. al. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*, v. 35, n. 1, 2006.
- BIGUNAS, P. I. T. Diatomáceas (Ochrophyta) do Rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil. 489 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BONOCCHI, K, S, L. Dinâmica populacional das macrófitas aquáticas emersas *Spartina alterniflora* Loiseleur, *Crinum procerum* Carey e *Scirpus californicus* Steud, na bacia do rio Itanhaém, São Paulo. 71f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Rio Claro, 2006.

BORNSCHEIN, M. R., Formações pioneiras do litoral centro-sul do Paraná: identificação, quantificação de áreas e caracterização ornitofaunística. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

CRISPIM, S, M A., BRANCO, O. D. Aspectos Gerais das Braquiárias e suas Características na SubRegião da Nhecolândia, Pantanal, MS<sup>1</sup>. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Corumbá: Embrapa Pantanal, n. 33, p. 25, dez., 2002.

DOWNING, J. A., ANDERSON, M. R. Estimating the standing biomass of aquatic macrophytes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. n. 42, v. 12, p.1860-1869, 1985.

DUARTE, G. S. do V. et. al. Efeito das características ambientais sobre a riqueza e composição de macrófitas aquáticas em córregos urbanos. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 74-94, set/dez 2015.

DUFRENE, M., LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecol. Monogr. 67(3):345-366. 1997.

ELTON, C. S. The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen, 1958.

ESTEVES, F. de A. Fundamentos de limnologia. 2 ed. Interciência: Rio de Janeiro, 1998.

FERNANDES, L. F. G., TEIXEIRA, M. C., THOMAZ, S. M. Diversity and biomass of native macrophytes are negatively related to dominance of an invasive *Poaceae* in Brazilian subtropical streams. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 25, n. 2, p. 202-209, 2013.

FOLONI, L. L., PITELLI, R. A. Avaliação da sensibilidade de diversas espécies de plantas daninhas aquáticas ao carfentrazone-ethyl, em ambiente controlado. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 329-334, abr./jun., 2005.

FORYTA, H. R. Padrões de beta diversidade filogenética de anuros na mata atlântica. 23f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

- FOX, J. WEISBERG, S. R package version 3.0-2. 2011.
- GOWER, J. C. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, v. 53, n. 3 e 4, p. 325-338, 1966.
- GUIMARÃES, G. L. et. al. Metodologia para avaliação de impacto ambiental de macrófitas em mesocosmos. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.21, p.37-42, 2003. Edição Especial.
- IAP, Instituto Ambiental do Paraná. Plano de manejo da Estação Ecológica do Guaraguaçu. Curitiba, Março, 2006.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em:<<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 13 novembro, 2018.
- LEVINE, M. J. et. al. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. The Royal Society, University of California, Los Angeles, 2003.
- LEVINE, J. M., ADLER, P. B., YELENIK, S. G. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecology Letters*, University of California, Santa Barbara, 2004.
- LIGNON, M. C., MENGHINI, R. P. Invasive species of aquatic macrophytes affecting mangrove forests structure and conservation in protected areas. *Bioma Brasil*. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Registro, São Paulo, 2012.
- LOWE, S. et. al. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. Disponível em:<[http://www.issg.org/pdf/publications/worst\\_100/english\\_100\\_worst.pdf](http://www.issg.org/pdf/publications/worst_100/english_100_worst.pdf)>. Acesso em 18 nov, 2018.
- MAGURRAN, A. E. Medindo a Diversidade Biológica. Curitiba - PR: Editora UFPR, 2013.
- MATTHEWS, S. América do sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. Programa Global de Espécies Invasoras - GISP. 2005.
- McKINNEY, M. L., LOCKWOOD, J. L. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. In: *Trends in Ecology & Evolution*, v. 14, n. 11, p. 450-453, 1999.
- MICHELAN, T. S. et al. Effects of an exotic invasive macrophyte (tropical signalgrass) on native plant community composition, species richness and functional diversity. *Freshwater Biology*, Maringá - PR, v.55, p.1315–1326, 2010.

MORMUL, R. P., MICHELAN, T. S., THOMAS, S. M. Espécies exóticas e invasoras no Brasil: a grande preocupação com macrófitas aquáticas. Boletim da Associação Brasileira de Limnologia, n. 39, v. 1, 2011.

NEGRISOLI, E. Estudo da degradação da biomassa de três espécies de plantas aquáticas no reservatório da UHE de Americana-SP. Planta Daninha, n. 2, v. 24, p. 221-227, 2006.

NUNES, L. S. C. A competição interespecífica explica a distribuição espacial de macrófitas aquáticas em estuários? 62 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, R.B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H. & WAGNER, H. R package version 1.17-6. 2018.

OLDEN, J. D., ROONEY, T. P. On defining and quantifying biotic homogenization. In: Global Ecology and Biogeography, v. 15, n. 2, p. 113-120, 2006.

OLDEN, J. D., COMTE, L., GIAM, X. The Homogocene: a research prospectus for the study of biotic homogenisation. In: NeoBiota, v. 37, p. 23-36, 2018.

PIVARI, M. O. D. et. al. Macrófitas Aquáticas da Lagoa Silvana, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. Iheringia Série Zoologia, v. 63, n. 2, p. 321-327, 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3- 90005107-0, URL <http://www.R-project.org/>.

RAHEL, F. J. Homogenization of freshwater faunas. Annual Review of Ecology and Systematics. v. 33, n. 1, p. 291-315, 2002.

REINERT, B. L. Distribuição geográfica, caracterização dos ambientes de ocorrência e conservação do bicudinho-do-brejo (*stymphalornis acutirostris bornschein*, reinert & teixeira, 1995 - aves, formicariidae). Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

REINERT, B. L., BORNSCHEIN, M. R., FIRKOWSKI, C. Distribuição, tamanho populacional, hábitat e conservação do bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris* Bornschein, Reinert e Teixeira, 1995 (Thamnophilidae). Revista Brasileira de Ornitologia, vol. 15, n. 4, p. 493-519, 2007.

- REIS, C. S. et. al. Avaliação da atividade antrópica no rio Guaraguaçu (Pontal do Paraná, Paraná). Rio de Janeiro: Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. Artigo técnico.
- RICHARDSON, D. M. et. al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, v. 6, n. 2, p. 93–107, 2000.
- ROBERTS, D. W. R package version 1.8-0. 2016.
- SILVA, F. F. G. da. Composição e distribuição da ictiofauna do rio Guaraguaçu (Paranaguá, Paraná-BR) e biologia alimentar de três espécies. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- SVOLENSKI, A. C. Aspectos fitossociológicos e pedológicos de três superfícies de agradação do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- TAKAO, L. K., RIBEIRO, J. P. N., LIMA, M. I. S. Potencial alelopático de macrófitas aquáticas de um estuário cego. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 2, p. 324-330, 2011.
- THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 20, p. 21-33, 2002. Edição Especial.
- THOMAZ, S.M., BINI, L.M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá - PR: Editora da UEM, 2003.
- THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. A. Comunidade de macrófitas aquáticas. In: ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência – FINEP, 2011.
- TREMARIN, P. I., MOREIRA-FILHO, M., LUDWIG, T. A. V. Pinnulariaceae (Bacillariophyceae) do rio Guaraguaçu, bacia hidrográfica litorânea paranaense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, n. 2, p. 335-353, 2010.
- VITOUSEK et. al. Biological invasions as global environmental change. In: *American Scientist*, v. 84, n. 5, 1996.
- VITULE, J. R. S. Distribuição, abundância e estrutura populacional de peixes introduzidos no rio Guaraguaçu, Paranaguá, Paraná, Brasil. 143 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VITULE, J. R. S., POZENATO, L. P. Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado. *Estudos de Biologia Ambiente e Diversidade.*, v. 83, n. 34, p. 239-245, 2012.

ZANIN, R. Aspectos da introdução de espécies exóticas: o capim-gordura e a braquiária no Parque Nacional de Brasília. 95p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2009.