
ECOLOGIA

VICTOR DE OLIVEIRA DA MOTTA

**DISTRIBUIÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
NO ESTUÁRIO DO RIO ITAMAMBUCA EM UBATUBA,
LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

VICTOR DE OLIVEIRA DA MOTTA

**DISTRIBUIÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO ESTUÁRIO
DO RIO ITAMAMBUCA EM UBATUBA, LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Orientador: Prof. Dr. Antonio F. Monteiro Camargo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio
Claro, para obtenção do grau de Ecólogo

**Rio Claro
2018**

M921d Motta, Victor de Oliveira da
Distribuição de macrófitas aquáticas no estuário do rio Itamambuca em Ubatuba, Litoral Norte do estado de São Paulo / Victor de Oliveira da Motta. -- Rio Claro, 2018
26 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Prof. Dr. Antonio F. Monteiro Camargo

1. Macrófitas aquáticas. 2. Estuário. 3. Distribuição. 4. Variáveis Abióticas. 5. Rio Itamambuca. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

É muito difícil conseguir minimizar a importância de todos a apenas alguns agradecimentos, mas tentarei resumir de forma singela o meu carinho.

Gostaria de agradecer imensamente a minha Família, meus pais que me deram apoio durante toda minha caminhada, desde a euforia do nome na lista de classificados UNESP até a resiliência da distância que nos separou durante a jornada universitária.

Obrigado Mãe por nunca deixar nada faltar e sempre fazer de tudo para me deixar confortável para encarar a rotina, uma ligação telefônica doce mudava completamente o rumo do dia difícil.

Obrigado Pai por sempre dar sábios conselhos e diretrizes (que nem sempre eram seguidos), porém formaram a sólida base de caráter que me molda.

Aos meus avós pelo carinho e amor. Toda vez que mencionavam o orgulho que tinham por mim, me deixavam cheio de gás para enfrentar as pedras no caminho.

Obrigado Bianca, minha irmã. Por sempre me mostrar o poder da persistência para superação, mesmo com muitas intemperes e faíscas (totalmente compreensivas) no nosso relacionamento, um abraço a cada chegada em casa me alegrava imensamente.

A minha namorada Raphaela por sua doçura e companheirismo, obrigado pelo aprendizado constante, espiritual e emocional.

Aos meus amigos Luís e Lucas pela companhia desde pequenos e aos bons roles em Ubatuba.

Aos meus amigos Wagner e João por integrarem nosso querido grupo de amigos que se divertiu ao longo da adolescência.

As novas amizades de Beatriz, Victor B, Enzo e Gustavo.

Aos meus Veteranos Vagner e Luiza pelos conselhos, ajudas nas matérias, fofocas e gordices nos longos finais de semanas de Rio Claro.

Ao Q11! Grupo formado na primeira viagem de campo. Yuri, Sossego e Fiuk, todos tão diferentes e ao mesmo tempo tão parecidos, me acompanharam ao longo das aulas, transformando muitas vezes o maçante no agradável e cômico.

Agradecimento especial ao Yuri e sua noiva Laís, pelo apoio, zelo, carinho e acolhimento ao longo desses anos.

Ao professor Antônio Camargo pela paciência e acolhimento, sua dedicação e comprometimento me brilham os olhos. Sua orientação tranquila e recheada de conhecimento me auxiliou a todo instante nos últimos anos de graduação.

A Doutoranda Laís Nunes pelo interesse e auxílio no projeto, na companhia agradável nos campos e na troca de aprendizados.

Ao Técnico Carlinhos pelas risadas e sua mão abençoada para sempre dar um jeitinho em tudo.

As minha queridíssimas Vovós Isabel e Cidinha por todo carinho, casa de vó é um especial, traz tranquilidade e zelo, e também muita comilança!

Ao meu falecido vô Da Motta. A alma mais plena e elevada que conheci. Obrigado por nos abençoar com suas obras de arte alegres, por sua simplicidade que é mais preciosa que ouro e por seu imenso coração.

Agradeço a Casa 12 da moradia estudantil, pela estadia e aprendizagem de como viver em grupo.

Obrigado a turma Eco 13. Por tudo que passamos juntos, foram anos de amadurecimento e muito aprendizado.

Dedico a Ecologia!

RESUMO

Plantas aquáticas colonizam diversos ambientes com características ecológicas diversas. E ocorrem em ecossistemas aquáticos lóticos e lênticos. As macrófitas aquáticas executam uma função fundamental na ciclagem de nutrientes, exercem também relações com organismos herbívoros e detritívoros e atuam na complexidade estrutural de habitats, fornecendo abrigo e local para o desenvolvimento de outros organismos. Essa comunidade pode ser afetada por atividades antrópicas, como despejo de matéria orgânica, as quais podem desencadear alterações das condições abióticas do ambientes aquáticos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar como a distribuição de macrófitas aquáticas no estuário do rio Itamambuca em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, são influenciadas pelas características abióticas da água e sedimento. Nós objetivamos entender como as alterações das variáveis abióticas do meio influenciam em sua distribuição ao longo do rio, e averiguar se há ou não um gradiente ambiental sentido nascente e foz. Nós realizamos coletas de água e sedimento seguindo o curso do rio de barco e anotando a presença das espécies de macrófitas. Os resultados mostraram um rio com baixa salinidade e uma comunidade variada de macrófitas. Nós observamos presença de 11 (*Typha dominogensis*, *Polygonum acuminatum*, *Rhynchospora corymbosa*, *Polygonum punctatum* e *Ludwigia decurrens*, *Steinchisma laxum*, *Oxycaryum cubense*, *Eleocharis acutangula*, *Scirpus californicus*, *Fimbristylis dichotoma*, *Pluchea sagittalis*). Observamos que apesar da influência humana e também a da baixa salinidade do estuário, a distribuição das espécies de macrófitas mantiveram-se dentro do padrão esperado, onde foi possível observar um gradiente de distribuição determinado principalmente pela condutividade, um efeito indireto da salinidade.

Palavras chaves: Macrófitas aquáticas, estuário, distribuição, variáveis abióticas, rio Itamambuca

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização do rio Itamambuca no mapa do Brasil, seguido do mapa do estado de São Paulo.....	11
Figura 2. Pontos de coleta numerados do 1 ao 10 ao longo do Rio Itamambuca localizado em Ubatuba/SP.....	12
Figura 3. Fotografias do procedimento de utilização do equipamento Horiba © Modelo U.....	13
Figura 4. Ordenação dos pontos de coletas (Setas vermelhas) em função dos gradientes ambientais : OD = Oxigenio dissolvido (%), T = Temperatura (C°), Ph = pH, Cdt = Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), PTA = P-Total água (ug/L), PTS = P-Total Sedimento (% MS),NTS = N-Total água (mg/L),NTS= T-Total sedimento (% MS) e MO = Matéria Organica do sedimento (% MS).....	17

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Relação entre os pontos de coleta e as espécies de macrófitas encontradas.....	14
Tabela 2. Relação entre as espécies de macrófitas e suas formas de vida.....	15
Tabela 3. Variáveis abióticas da água e sedimento em todos os pontos de coleta. As siglas correspondem respectivamente: Identificação, Oxigênio dissolvido (%), Temperatura (C°), pH, Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), P-Total água ($\mu\text{g}/\text{L}$), P-Total Sedimento (% MS), N-Total água (mg/L), N-Total sedimento (% MS) e Matéria Orgânica do sedimento (% MS)	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS.....	14
4. DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas são na sua maioria espécies vegetais de origem terrestre que ao longo de sua evolução sofreram mudanças que permitiram sua colonização no ambiente aquático. (BIANCHINI JR.; PACOBAHYBA; CUNHA-SANTINO, 2002; CAMARGO; PEZZATO; HENRY; SILVA, 2003; ESTEVES, 1998). Estes vegetais colonizam ambientes com características ecológicas diversas e esta colonização depende das adaptações de cada espécie às características do ambiente (THOMAZ; BINI, 1998). Assim, estes vegetais podem ocupar ecossistemas aquáticos lóticos e lênticos e com diferentes características abióticas da água (THOMAZ, 2002).

Macrófita aquática é uma definição ecológica que inclui uma grande diversidade filogenética e taxonômica, e são classificadas em diferentes formas de vida ou grupos ecológicos que refletem sua adaptação ao meio. Assim, as macrófitas aquáticas são classificadas em: i) flutuantes livres, submersas enraizadas, submersas livres, enraizadas com folhas flutuantes e emergentes (THOMAZ & ESTEVES, 2011). Devido as diferentes estratégias de vida, cada forma de vida pode responder de forma diferente ao efeito dos fatores bióticos e abióticos (THOMAZ & ESTEVES, 2011). Autores como Neilson (1995) e Lacoul & Freedman (2006) salientam que a distribuição de macrófitas nos ecossistemas aquáticos é fortemente influenciada pelos fatores abióticos do ambiente como, disponibilidade de nutrientes, temperatura e intensidade luminosa. Entretanto, outros fatores, menos evidentes, como o sombreamento nas margens, as características do sedimento, o nível da água, a velocidade de corrente e a declividade da margem também são considerados como muito importantes para determinar a distribuição das macrófitas (PENNING & CALLAWAY, 1992; BORNETTE & PUIJALON, 2011; CANCIAN, 2012).

A distribuição de macrófitas aquáticas em estuários normalmente segue um gradiente que está relacionado à elevação do terreno e da forte influência da salinidade devido ao contato com o mar (RIBEIRO et al., 2011; CANCIAN, 2012). Desta forma observa-se uma sucessão espacial de habitats, no sentido foz-cabeceira, que influencia a ocupação da vegetação aquática (BERTNESS, 1991; BEGON et al., 2006).

Os estuários, segundo alguns autores, são considerados os mais afetados antropicamente, devido aos assentamentos nas áreas costeiras, levando à deterioração da qualidade da água devido ao enriquecimento de nutrientes, alto aporte de sedimentos por

assoreamento advindos da montante e altos níveis de contaminantes, resultando em situações anóxicas e hipóxicas e declínio da biodiversidade local (DENNISON et al., 1993).

Os efeitos das variáveis ambientais sobre a distribuição das espécies podem gerar consequências indiretas sobre outras populações e comunidades aquáticas, se considerarmos a salinidade da água como um exemplo, o mesmo pode provocar alterações fisiológicas nos vegetais afetando seu desenvolvimento, e mediando interações bióticas. (KOZLOWSKI, 1997; SGARBI et al., 2011). É importante salientar que a influência de cada variável na distribuição das macrófitas aquáticas varia em função das relações ecológicas experimentadas pelas espécies e seus ambientes (FRENCH & CHAMBERS, 1996).

As atividades humanas têm um importante papel nas alterações das características dos ambientes aquáticos, que aceleram ou retardam os processos naturais devido principalmente a atividades poluidoras e alterações no uso e cobertura do solo (TILMAN & LEHMAN, 2001). Tais atividades podem resultar em um aumento populacional de várias espécies de macrófitas tornando-as prejudiciais ou “daninhas”, afetando assim os usos múltiplos dos ecossistemas aquáticos e prejudicando as espécies dependentes das macrófitas, como os invertebrados que as utilizam como abrigo (THOMAZ, 2002). Desta forma os fatores antrópicos contribuem para as modificações na distribuição, composição e diversidade nos ecossistemas, resultando na maioria das vezes em simplificações (TILMAN & LEHMAN, 2001).

As comunidades de macrófitas aquáticas executam uma função fundamental na ciclagem de nutrientes e nas relações com organismos herbívoros e detritívoros, contribuindo também para a complexidade estrutural de habitats, fornecendo abrigo e local para o desenvolvimento de outros organismos (SCREMIN-DIAS et al., 1999; THOMAZ & ESTEVES, 2011).

Uma das principais preocupações no estudo de macrófitas é conseguir estabelecer as variáveis ambientais que determinam sua distribuição e abundância. Mesmo com um grande número de trabalhos a respeito; é difícil estabelecer com precisão quais variáveis são responsáveis por uma distribuição devido as constantes mudanças que ocorrem na assembleia de macrófitas, em relação ao espaço e tempo. Além disso estas alterações no sistema são tênues e muito variadas (SEARCY-BERNAL 1994; RICKLEFS & MILLER, 2000).

Apesar dessas dificuldades, é possível estabelecer padrões gerais de distribuição de macrófitas que podem ser relacionados a variáveis abióticas como luminosidade, nutrientes disponíveis no sedimento e na água, temperatura, pH, concentração de CO₂, alcalinidade, salinidade, velocidade da corrente entre outros (FRENCH & CHAMBERS, 1996).

Este trabalho de conclusão de curso é parte de um projeto maior, que busca avaliar a distribuição espacial de macrófitas aquáticas em estuários do estado de São Paulo, O objetivo do presente estudo é descrever a distribuição de macrófitas aquáticas no estuário do *Rio Itamambuca* (Litoral norte do estado de São Paulo) e verificar quais variáveis podem afetar o gradiente de distribuição das espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do *Rio Itamambuca* está localizada no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil, a poucos quilômetros da área urbana do município de Ubatuba (GONDOLO et al., 2011). Essa região apresenta-se bem encaixada na estrutura geológica formando-se vales de drenagem no sentido de Noroeste para Sudeste. (BUZATO, 2012, p. 126). O clima em Ubatuba se encaixa na denominação de Köopen (1984) como Af, indicando um clima tropical chuvoso, onde as chuvas estão presentes o ano todo, a temperatura média é de 22,5 C e apresenta uma pluviosidade anual de 2552mm. Ubatuba é formada por duas unidades geomorfológicas distintas, Serra do Mar e Planície Costeira (SANTOS, 2004), sendo que a Serra do Mar corresponde à escarpa montanhosa da borda oriental do Planalto Atlântico, apresentando desníveis de 1.000 metros e larguras de 5 a 10 Km, se estendendo do estado do Rio de Janeiro até o Estado de Santa Catarina (SANTOS, 2004). Já a planície costeira se denomina como uma unidade geomorfológica que apresenta um relevo plano gerado pelos processos litorâneos. São terrenos com uma distribuição contínua ao longo da orla marítima, apresenta baixa altitude quando próximo ao nível do mar e sistemas de drenagem de baixa intensidade e de padrão meandrante, devido ao fato dos cursos se encerrarem no mar. (PONÇANO et al., 1981).

Suas nascentes emergem nas escarpas à montante a mais de 1.000 metros de altitude, próximas ao município de São Luiz do Paraitinga/SP e segue seu percurso descendo as encostas da Serra do Mar; por cerca de 16 quilômetros, desaguando nas praias de Ubatuba/SP no Oceano Atlântico (CARVALHO et al., 2013; BUZATO, 2012, p. 147). Esse rio está inserido em uma heterogeneidade de usos humanos e culturais, abrangendo populações Caiçaras, condomínios residenciais, mineração e ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente (APP), e ainda se encontra desprovido de sistema público de coleta e tratamento de esgoto. Essa interferência humana contribui para com o índice de qualidade das suas águas muito abaixo dos níveis ambientais satisfatórios nessa região (CARVALHO et al., 2013).

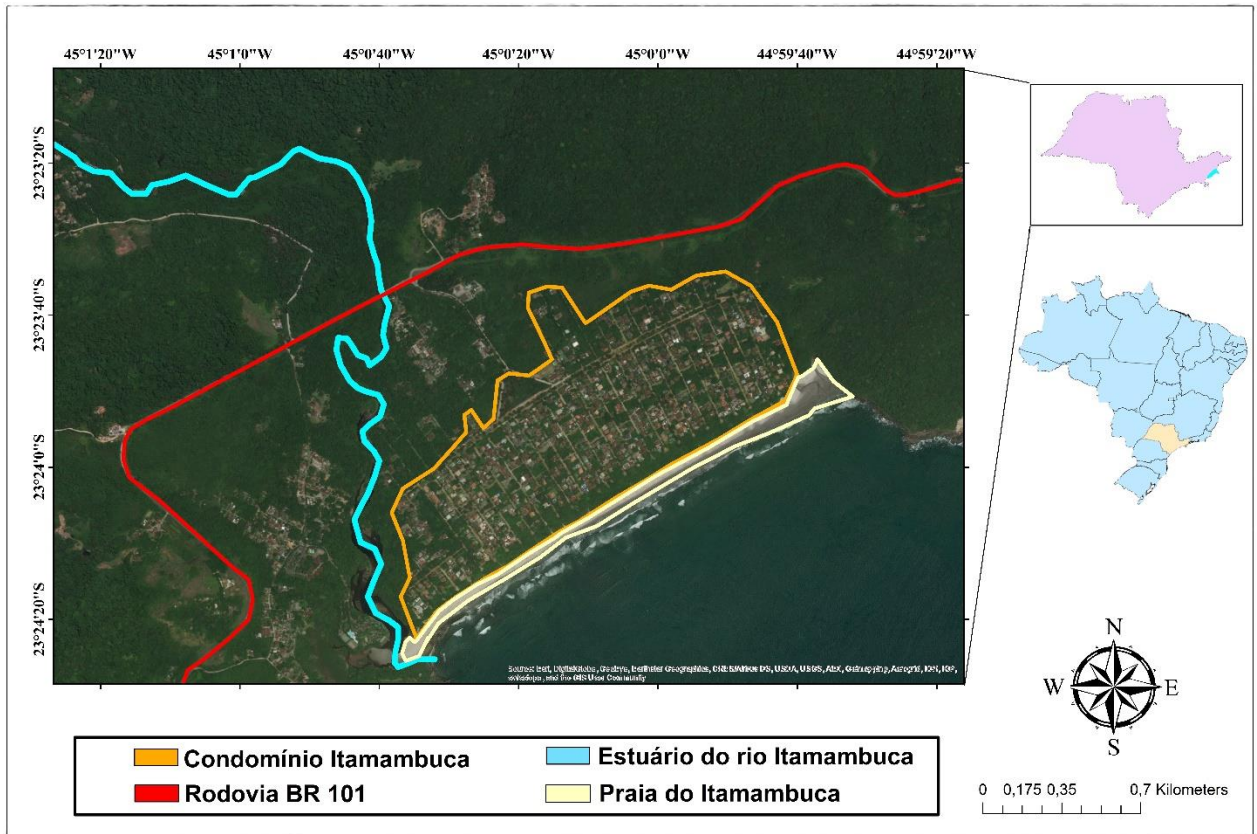


Figura 1. Localização da área de estudo .

Para a avaliação da distribuição das espécies e obtenção dos valores das variáveis abióticas nós percorremos o rio em pequena embarcação iniciando o trajeto na foz em direção à nascente. Ao chegar no ponto mais distante de acesso possível retornamos à foz anotando a localização dos bancos de macrófitas. As espécies foram coletadas, lavadas e armazenadas em sacos plásticos e, posteriormente foram inseridas em prensas botânicas para a identificação. Um total de 10 pontos amostrais foram contabilizados nas coletas (figura 2).

Em cada ponto amostral obtivemos os valores de temperatura, pH, salinidade, turbidez e oxigênio dissolvido com equipamento Horiba © Modelo U 55.

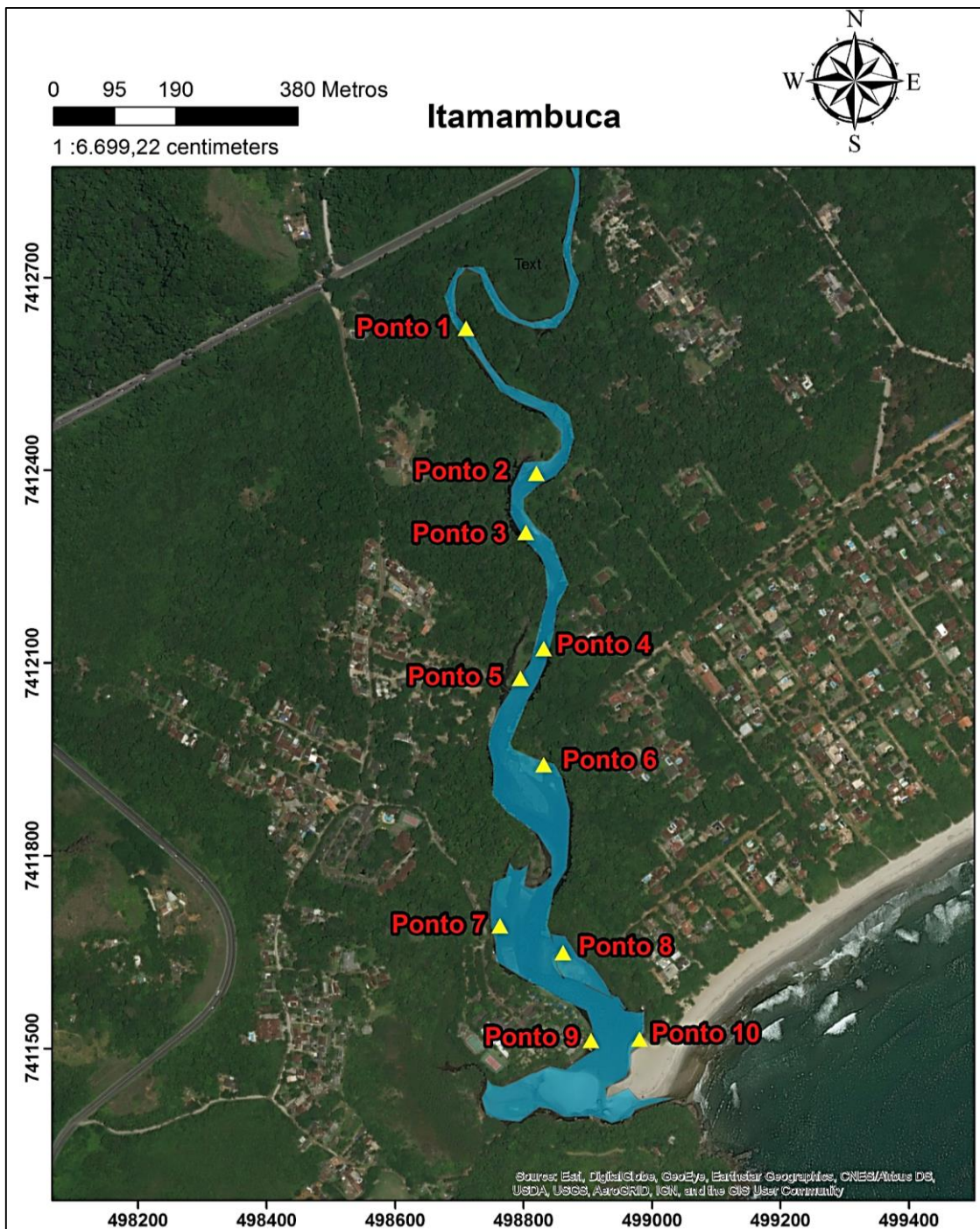


Figura 2. Pontos de coleta numerados do 1 ao 10 ao longo do Rio Itamambuca localizado em Ubatuba/SP.

Nos dez pontos amostrais também coletamos amostras de água e sedimento. Utilizamos as amostras de água para a determinação da concentração de N-total (Mackereth et al., 1978) e P-total com o método de Golterman et al. (1978). Nós determinamos a porcentagem de matéria

orgânica (queima em forno mufla) e os teores de nitrogênio-total (MACKERETH et al., 1978) e fósforo-total (GOLTERMAN et al., 1978) nas amostras de sedimento.



Figura 3. Fotografias do procedimento de utilização do equipamento Horiba © Modelo U.

Aos resultados das variáveis nós aplicamos uma análise de componentes principais (ACP). A ACP permite que se encontre uma forma de classificar os pontos e/ou detectar relações entre eles, permitindo que a partir de um determinado conjunto de dados, seja possível a criação de novas variáveis utilizando as variáveis originais, caracterizando o máximo possível a variação em um conjunto de dados multivariados onde eles não estão correlacionados (ANDRIOTTI, 1997; GOTELLI; ELLISON, 2011; MATOS et al., 2003; SILVA; PIMENTEL, 2010).

As espécies foram indentificadas e classificadas quanto a forma de vida com auxílio da plataforma digital Flora do Brasil 2020 e literatura de Pott & Pott (2000), Amaral et al. (2008), Chambers et al. (2008) e Rodrigues et al. (2017).

3. RESULTADOS

A ocorrência das diferentes espécies de macrófitas aquáticas no trecho do rio Itamambuca estudado pode ser vista na tabela 1. Nós observamos a presença de 11 espécies de macrófitas aquáticas no estuário.

Ponto	<i>Typha domingensis</i>	<i>Polygonum acuminatum</i>	<i>Rhynchospora corymbosa</i>	<i>Ludwigia decurrens</i>	<i>Steinchisma laxum</i>	<i>Oxycaryum cubense</i>	<i>Pluchea sagittalis</i>	<i>Eleocharis acutangula</i>	<i>Scirpus californicus</i>	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	<i>Polygonum punctatum</i>
1											
2	X	X	X	X							X
3		X		X	X						
4											
5	X			X	X	X					
6					X		X	X			
7									X		
8	X								X		
9										X	
10										X	

Tabela 1. Presença das espécies de macrófitas nos dez pontos de coleta do estuário do rio Itamambuca.

A forma de vida das espécies foi organizada na tabela 2. Todas as espécies encontradas apresentaram o hábito de herbáceas e estão divididas dentro das formas de vida emergentes e anfíbias.

Espécie	Forma de vida
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam,) Cabrera	Anfíbia
<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb,) Schult,	Emergente
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L,) Vah	Anfíbia
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp, & Kunth) Lye	Emergente
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L,) Britton	Emergente
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C, A, Mey,) Soják	Emergente
<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	Emergente
<i>Steinchisma laxum</i> (Sw,) Zuloaga	Anfíbia
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	Emergente
<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	Emergente
<i>Thypha domingensis</i>	Emergente

Tabela 2. Formas de vida das espécies de macrófitas aquáticas do estuário do rio Itamambuca.

Os valores das variáveis abióticas da água e sedimento dos diferentes pontos de coleta são mostrados na tabela 3. Foram criadas siglas para melhorar o entendimento, estão descritos na tabela 3.

P	OD	T	pH	CDT	PTA	PTS	NTA	NTS	MOS
1	118	21,63	6,69	0,025	23,30	0,088	0,56	0,07	4,01
2	101,6	21,81	6,83	0,046	30,70	0,006	0,50	0,06	3,17
3	101	22,21	6,32	0,056	21,34	0,006	0,28	0,13	3,87
4	98	22,17	6,19	0,127	16,83	0,011	0,18	0,14	7,96
5	121	22,68	6,16	0,164	15,76	0,022	0,19	0,47	25,40
6	109	25,59	6,16	0,482	16,54	0,028	0,23	0,53	23,51
7	112	24,46	6,42	0,472	14,49	0,016	0,18	0,27	9,04
8	100	24,49	6,47	0,532	12,47	0,022	0,08	0,41	28,96
9	98,6	22,94	6,60	0,413	20,89	0,004	0,14	0,04	3,55
10	122	23,32	6,40	0,401	14,33	0,005	0,14	0,03	1,86

Tabela 3. Variáveis abióticas da água e sedimento em todos os pontos de coleta. As siglas correspondem respectivamente: Identificação, Oxigênio dissolvido (%), Temperatura (C°), pH, Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), P-Total água ($\mu\text{g/L}$), P-Total Sedimento (% MS), N-Total água (mg/L), N-Total sedimento (% MS) e Matéria Orgânica do sedimento (% MS).

No ponto 1, o mais próximo a nascente, não foram encontradas espécies, pois para iniciar a coleta seguimos o curso do rio até o máximo ponto de acessibilidade. No ponto dois nós observamos o maior número de espécies no mesmo banco de coleta, se destacando por conter 5 das 11 espécies encontradas. No ponto 3 observamos 3 espécies, já no ponto número 4 não houve presença de macrófitas aquáticas. No ponto número 5 encontramos 4 espécies de macrófitas, no ponto 6 foi observado 3 espécies. Porém no ponto 7 apenas encontramos 1 espécie de macrófita aquática assim ponto 8 que também encontramos apenas 1 espécie. Os pontos 9 e 10 foram encontrados apenas 1 espécie, em ambos a mesma espécie de macrófita.

Para variáveis abióticas no ponto 1 conseguimos observar os menores valores de Condutividade (Cdt), ou seja, menor influência marinha, além dos maiores valores referentes ao P-total no sedimento. No ponto 2 nós observamos as menores temperaturas (T) e o maior P-total na água (PTA) assim como os maiores valores para pH. Nos pontos 5 e 6 foram observadas

as maiores concentrações de N-Total no sedimento (NTS), também conseguimos observar altos teores de matéria orgânica no sedimento (MOS). Nos pontos de número 8 foram observados os maiores valores de Condutividade (Cdt) e matéria orgânica no sedimento (MOS). Os pontos 9 e 10 apresentaram altos valores de condutividade quando comparamos com os primeiros pontos.

A ordenação dos pontos nos mostrou alguns padrões a serem considerados (Figura 4). O ponto 1, onde foi realizada a primeira coleta, se localiza mais próximo da nascente. O ponto 1 apresenta os menores valores de Condutividade (Cdt), porém apresenta as maiores concentrações de Oxigênio dissolvido (OD), P-Total no sedimento (PTS) e N-Total água (NTA). No ponto 2 obtivemos as maiores valores de pH e as maiores concentrações de P-Total na água (PTA). O ponto 6 apresenta os maiores teores de matéria orgânica no sedimento (MOS) e N-Total no sedimento (NTS). Os pontos 7, 8 e 10 apresentam maiores valores de condutividade (Cdt) e Temperatura (T).

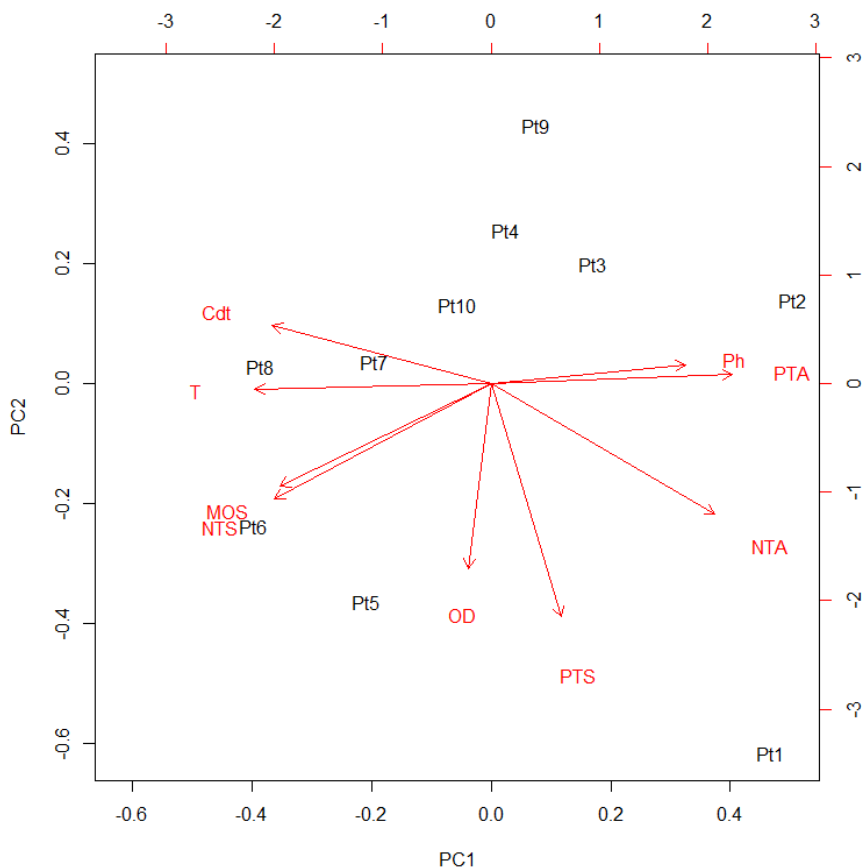


Figura 4. Ordenação dos pontos de coletas (Setas vermelhas) em função dos gradientes ambientais : OD = Oxigênio dissolvido (%), T = Temperatura (C°), Ph = pH, Cdt = Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), PTA = P-Total água ($\mu\text{g}/\text{L}$), PTS = P-Total Sedimento (% MS), NTS = N-Total água (mg/L), NTS= T-Total sedimento (% MS) e MO = Matéria Orgânica do sedimento (% MS).

4. DISCUSSÃO

Nós observamos apenas duas formas de vida de macrófitas aquáticas no estuário do rio Itamambuca, emersas e anfíbias. As regiões litorâneas e estuarinas apresentam um padrão comum na forma de vida dos vegetais aquáticos, elas são anfíbias e emergentes. Estas macrófitas aquáticas recebem luz solar suficiente para realizar os processos fotossintéticos, juntamente com o fitoplâncton fazem parte dos principais produtores de matéria orgânica do ecossistema. A participação direta na dinâmica de nutrientes do ambiente lântico serve como um nicho para diversos animais. (ESTEVEES, 1998, 2011; POTT & POTT, 2000; RODRIGUES *et al.*, 2003; CASATTI *et al.*, 2003; CUNHA-SANTINO & BIANCHINI JR., 2011)

Observamos também que as espécies de macrófitas aquáticas encontradas estão entre as mais comuns dos ambientes de água doce. Em estudos realizados por Cancian (2012), Leung (2005) e Nunes (2015) nos mostram que as regiões mais próximas ao ambiente litorâneo eram dominadas por espécies com alta tolerância salina, que por sua vez apresentavam menor presença e até ausência em locais com menores teores de salinidade. Nos 3 estudos citados (CANCIAN, 2012; LEUNG, 2005; NUNES, 2015.) Espécies como *Spartina alterniflora* foi dominante nas regiões mais próximas do mar, devido às altas salinidades. Já no Rio Itamambuca a espécie de macrófita que foi dominante na bacia do Itanhaém não ocorreu. Quando comparamos os valores de salinidade do Rio Itamambuca observamos valores de salinidade muito baixos para rios estuarinos, esta pode ser a principal influência que determina a ausência destas espécies adaptadas ao estresse salino, tendo em vista que sua tolerância à salinidade é inversamente proporcional à capacidade competitiva (PEENINGS *et al.* 2005)

A salinidade geralmente é a variável abiótica responsável pela distribuição das macrófitas aquáticas em um estuário (VINCE & SNOW, 1984; BERTNESS & ELLISON, 1987; WILSON *et al.*, 1996). O rio Itamambuca apresentou salinidade zero em todo trecho estudado, porém, pudemos observar um gradiente condutividade elétrica crescente no sentido da nascente para a foz. Como visto por Leung (2005) e Nunes (2015), espécies mais adaptadas a salinidade como *Crinum americanum* e *Spartina alterniflora* dominam as áreas mais salinas da Bacia do Itanhaém, principalmente na foz estuarina.

No rio Itamambuca observamos apenas uma espécie com maior tolerância à água salgada, a *Fimbristylis dichotoma*, que esteve presente nos pontos mais próximos a foz do estuário (9 e 10), ocorrendo exclusivamente em ambos os pontos. A espécie *Fimbristylis dichotoma* apresenta uma certa tolerância a salinidade como podemos ver no estudo de Zahoor (2012).

Podemos observar que sua tolerância à água salgada lhe confere sobrevivência nestes pontos, porém quando olhamos em bancos de macrófitas na porção intermediária do estuário, não há registro de sua presença.

As espécies de macrófitas mostraram uma distribuição ao longo de um gradiente de salinidade, que está representado pela condutividade. Observamos algumas espécies só ocorrem nos pontos mais próximos da nascente, assim podemos supor que estas espécies são mais sensíveis ao sal na água, já outras espécies mais resistentes como como *Fimbristylis dichotoma* foram encontradas mais próximas ao mar.

O rio Itamambuca se localiza em uma planície costeira, porém a Serra do mar é muito próxima de suas imediações, esta pode ser uma premissa para a baixa salinidade, tendo em vista o fato de que a água do mar não consegue adentrar além da porção inicial do estuário, contribuindo para um rio estuarino doce e de baixíssima salinidade (CANCIAN, 2012; PONÇANO et al., 1981 RIBEIRO et al., 2011).

Quando a salinidade é baixa, as variáveis apresentadas nos evidenciam um padrão sutil na distribuição. Que nos leva a crer que existam outros processos ecológicos que influenciam em sua distribuição, como por exemplo a competição (GRACE & WETZEL, 1981; WILSON & KEDDY, 1986; LA PEYRE et al., 2001), a dispersão (RABINOWITZ, 1978; BARRAT-SEGRETAIN, 1996), os distúrbios nos ecossistemas (PLATT, 1975; WHITE, 1979; PICKETT, 1980) e a herbivoria (TAYLOR et al., 1997) que apesar de não ser considerados no presente estudo, podem explicar os padrões de distribuição encontrado.

A intensidade luminosa é uma das principais variáveis abióticas que podem influenciar espécies de macrófitas aquáticas, a transparência da água e a profundidade do substrato são alguns dos outros fatores principais. Collot et al. (1983) observou no lago *Titicaca* (Peru) uma sequência de táxons conforme a profundidade do substrato mudava.

No trabalho realizado no Rio Itamambuca a profundidade não se mostrou uma variável a ser mensurada, devido à variação mínima de profundidade, entendemos que a profundidade contribui para a presença de espécies anfíbias e emersas, pois espécies destas formas de vida ocorrem apenas em locais rasos. A alta quantidade de material em suspensão na água, comumente visto em rios estuarinos (DAY et al., 1989) dificulta o estabelecimento de espécies submersas (KRAUSE-JENSEN & SAND-JENSEN, 1998), porém não se mostrou um problema para as macrófitas emergentes.

As concentrações de nutrientes presentes na água e nos sedimentos são fatores determinantes na distribuição das macrófitas, entre eles Nitrogênio e Fósforo são os percursores principais. Bini et al. (1999) observou que macrófitas emersas se mostram mais abundantes em locais com altas concentrações nos sedimentos. Macrófitas aquáticas emergentes ocorreram em locais ricos em fósforo nos sedimentos.

O ponto 2 apresentou altos valores de fósforo na água (PTA) e pH. O trabalho realizado por Camargo & Biudes (2006) concluiu que as concentrações de P-total é um importante fator que determina a distribuição de algumas espécies de macrófitas (CAMARGO & BIUDES, 2006).

Todas estas espécies encontradas no ponto 2 apresentam a forma de vida emergentes. Estas espécies emergentes permanecem enraizadas no solo submerso e suas porções vegetativas emergem a cima da superfície da água. Geralmente altas concentrações de fósforo na água estão relacionadas as espécies de macrófitas flutuantes (BINI et al., 2009), mas neste caso há uma relação da concentração elevada no banco com as macrófitas emergentes, possivelmente por estar no verão, sendo assim a alta taxa de precipitação mantém as macrófitas emersas (LEUNG, 2005).

No Rio Itamambuca observamos o padrão sugerido para as macrófitas emergentes. Nos pontos 5 e 6 ocorreram as maiores concentrações de fósforo no sedimento (PTS), com 0.022 e 0.028 (% MS). Observamos grandes concentração de matéria orgânica (MOS) e nutrientes nos pontos 5 e 6. Estes pontos se situavam próximos as áreas mais urbanas, com edificações próximas ao estuário indicando um possível despejo de afluentes. Neste dois pontos podemos observar 6 das 11 espécies encontradas. Amorim et al. (2005) evidenciou que a presença de macrófitas aquáticas é positivamente correlacionada à presença de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Sendo assim estes pontos (5 e 6) na porção intermediária do estuário, apresentaram uma grande quantidade de espécies devido as maiores concentrações de nutrientes e matéria orgânica.

Typha Domingensis foi encontrada em 3 pontos (2, 5 e 8), alguns deles são totalmente distintos em suas características abióticas, porém ela se manteve presente, isso mostra um pouco de sua plasticidade de se estabelecer e tolerar algumas variações no ambiente. É importante salientar que todos os pontos apresentavam uma baixa salinidade para um rio estuarino, que por sua vez se fossem elevados a macrófita provavelmente daria lugar a espécies mais adaptadas ao sal.

5. CONCLUSÃO

O Rio Itamambuca entre suas peculiaridades apresentou uma salinidade muito abaixo para um rio estuarino. A baixa salinidade foi um fator importante para a distribuição e seleção das macrófitas ali presentes. Porém mesmo com a baixa salinidade evidenciada pela condutividade, foi possível observar que há um gradiente de distribuição ao longo do estuário. Em toda extensão ao longo do estuário, podemos observar um gradiente de espécies de macrófitas aquáticas, nos pontos de coleta mais próximos a nascente é possível observar certas espécies que se relacionam melhor com as variáveis abióticas frequentemente encontradas em nascente, como uma menor temperatura e maior quantidade de oxigênio dissolvido. Assim como na porção mais próxima a foz do rio, podemos observar espécies que se relacionam melhor ao estresse salino. Excluindo algumas exceções como *Typha domingensis*, as espécies acompanharam o gradiente de variáveis abióticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, S. E.; GRIMSHAW, H. M.; PARKINSON, J. A.; QUARMBY, C. 1974. *Chemical Analysis of Ecological Materials*. Blackwell, Oxford. 565p.

AMARAL, M.C.E.; BITTRICH, V.; FARIA, A.D.; ANDERSON, L.O.; AONA, Y.S. 2008. *Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do Estado de São Paulo*. Ribeirão Preto: Holos: p. 452.

ANDRIOTTI, J. L. S. Análise de componentes principais: fundamentos de uma técnica de análise de dados multivariada aplicável a dados geológicos. *Acta Geológica Leopoldensia, São Leopoldo*, v. 20, n. 44, p. 27-50, 1997.

BARRAT-SEGRETAIN, M. H. Strategies of reproduction, dispersion, and competitivo in river plants: a review. *Vegetatio* 123: 13-37, 1996.

BERTNESS, M. D. Interspecific interactions among high marsh perennials in a New England salt marsh. *Ecology* 72: 125-137, 1991.

BINI, L.M.; THOMAZ, S.M.; MURPHY, K.J.; CAMARGO, A.F.M. Aquatic Influence of limnological characteristics of water macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiology*, 415:147-154, 1999.

BORNETTE, G.; PUIJALON, S. Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic Science*, v. 74, p. 1-14, 2011.

BUZATO, Esmeralda. Avaliação de impactos ambientais no município de Ubatuba: uma proposta a partir dos geoindicadores. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 187 p.

CAMARGO, A, F, M; BIUDES, J, F, V. Influence of limnological characteristics of water in the occurrence of *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* in rivers from the Itanhaém River basin (SP, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 18, n. 3, p. 239–246, 2006.

CANCIAN, L.F. 2012. Modelagem de distribuição geográfica potencial de macrófitas aquáticas em bacias hidrográficas. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 80-f.

CARVALHO, A. R.; MARINHO, A. M.; SILVA, A. C. R. S.; BERNARDES, M. E. C. Comparação entre os índices de qualidade da água (IQA) dos estuários dos rios Itamambuca e Juqueriquerê litoral norte de São Paulo sob mesma sazonalidade. Em: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2013, Salvador (BA). *Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 2013.

CASATTI, L.; MENDES, H.F.; FERREIRA, K.M. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana reservoir, Paranapanema river, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 2003. 63(2):213-222

CHAMBERS, P.A.; LACOUL, P.A.; MURPHY, K. J.; THOMAZ, S.M. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 9–26, 2008.

CUNHA-SANTINO, M. B. da & BIANCHINI JR., I. Colonização de macrófitas aquáticas em ambientes lênticos. Universidade Federal de São Carlos. Departamento Hidrobiologia. São Paulo, 2011.

DAY, J. W., C. A. S. HALL, W. M. KEMP, E A. YÁÑEZ-ARANCIBIA. 1989. Estuarine ecology. John Wiley & Sons, New York.

DENNISON, W. C. et al. Assessing water quality with submersed aquatic vegetation. *BioScience*, v. 43, n. 2, p. 86-94, 1993.

ESTEVEES, F.A. Fundamentos da Limnologia. Org. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência/ FINEP, 1998, 602p

FRENCH, T. D.; CHAMBERS, E.P.A. Habitat partitioning in riverine macrophytes communities. *Freshwater Biology*, v. 36, p. 509-520, 1996.

GONDOLO, G.F.; MATTOX, G.M.T; CUNNINGHAM, P.T.M. Ecological aspects of the surf-zone ichthyofauna of Itamambuca Beach, Ubatuba, SP. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 2, p. 183-192, 2011.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. 2011. Princípios de Estatística Em Ecologia. 510 p.

GRACE, J. B., E R. WETZEL. Habitat partitioning and competitive displacement in cattails (*Thypha*): experimental field studies. *American Naturalist* 118: 463-474, 1981.

KOZLOWSKI, T.T. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree physiology Monograph*, v.1, p. 1-29, 1977.

KRAUSE-JENSEN, D.; SAND-JENSEN, E, K. Light attenuation and photosynthesis of aquatic plant communities. *Limnology and Oceanography* 43: 396-407, 1998.

LACOU, P.; FREEDMAN, B. Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews*, v. 14, p. 89-136, 2006.

LA PEYRE, M. K.; GRACE, J, B.; HAHN, E.; MENDELSSOHN, E, I, A. The importance of competition in regulating plant species abundance along a salinity gradient. *Ecology* 82: 62-69, 2000.

LUDWIG, J. A; REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York. 338p, 1998.

MATOS, G.D., et al. Análise Exploratória em Química Analítica com Emprego de Quimiometria: PCA E PCA de Imagens. *Revista Analytica*, n. 6, p. 38-50, Set. 2003.

NEILSON, R. P. A model for predicting continental-scale vegetation distribution and water balance. *Ecological Applications*, v. 5, n. 2, p. 362-385, 1995.

NUNES, Laís Samira Correia. A competição interespecífica explica a distribuição espacial de macrófitas aquáticas em estuários? Dissertação de Mestrado, 62f. 2015.

PENNINGS, S.C.; CALLAWAY, R.M. Salt marsh plant zonation: the relative importance of competition and physical factors. *Ecology*, v.73, n.2, p.681-690, 1992.

PICKETT, S. T. Non-equilibrium coexistence in plants. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 107: 238-248, 1980.

- PLATT, W. J. 1975. The colonization and formation of equilibrium plant species associations on badger disturbances in a tall-grass prairie. *Ecological Monographs* 45: 29-96.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. v. 1. (Monografias 5).
- POTT, V.J., & POTT, A. Plantas aquáticas do Pantanal. 1st ed. Brasília: Embrapa: p.404, 2000.
- RABINOWITZ, D. Early growth of mangrove seedlings in Panama and a hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. *Journal of Biogeography* 5: 113- 133, 1998.
- RIBEIRO, J.P.N.; MATSUMOTO, R. S.; TAKAO, L.K.; PERET, A.C.; LIMA, M.I.S. Spatial distribution of *Crinum americanum* in the tropical blind estuary: hydrologic, edaphic and biotic drivers. *Environmental and Experimental Botany*, v.71, p.287-291, 2011.
- RODRIGUES, L.; BICUDO, DC.; MOSCHINI-CARLOS, V. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, 2003. p. 211-230
- RODRIGUES, M.E.F., SOUZA, V.C., POMPÊO, M.L.M. Levantamento florístico de plantas aquáticas e palustres na Represa Guarapiranga. São Paulo, Brasil. *Bol. Bot. Univ. São Paulo*, 35, 1–64, 2017.
- SANTOS, A. R. A Grande Barreira da serra do Mar: da trilha dos tupiniquins à Rodovia dos imigrantes. São Paulo. O Nome da Rosa Ed., 122p. 2004
- SCREMIN-DIAS, E; POTT, J.V.; HORA R.C. & SOUZA, P.R. Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região. Ed. UFMS. 160 p, 1999.
- SGARBI, L.F.; BERGAMINI, L.L.; BELO, R.M.; CARVALHO, A.E. 2011. Gradiente de salinidade como determinante da variação na riqueza e composição de espécies vegetais em um estuário. *Prática da Pesquisa em ecologia da mata atlântica*, Curso de pós-graduação em Ecologia, Universidade de São Paulo. Disponível em <<http://ecologia.ib.usp.br/curso/2011/pdf/PO4-G3.pdf>> Acesso em: 19 fev. 2017.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 10, n. 1, p. 103-116, 1998.
- THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. *Planta daninha*, v. 20, n. 1, p. 21-33, 2002.
- THOMAZ, S.M.; ESTEVES, F.A. 2011. Comunidade de macrófitas aquáticas. In: ESTEVES, F. A. (Ed.) *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência – FINEP.
- TILMAN, D.; LEHMAN, C. Human-caused environmental change: Impacts on plant diversity and evolution. *PNAS*, v.98, n.10, p. 5433-50, 2001.
- SNOW, A. A.; VINCE, E S.W. Plant zonation in an Alaska salt marsh: II. An experimental study of the role of edaphic conditions. *Journal of Ecology* 72: 669-684, 1984.

VINCE, S. W.; SNOW, E. A. Plant zonation in an Alaskan salt marsh. I. Distribution, abundance, and environmental factors. *Journal of Ecology* 72: 651-667, 1984.

WHITE, P. S. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *The Botanical Review* 45: 229-299, 1979.

WILSON, S. D.; KEDDY, E. P. A. Species competitive ability and position along natural stress/disturbance gradient. *Ecology* 67: 1236-1242, 1986.

WILSON, J. B.; KING, M. W.; SYKES, M. T.; PARTRIDGE, E. T. R. Vegetation zonation as related to the salt tolerance of species of brackish riverbanks. *Canadian Journal of Botany* 74: 1079-1085, 1996.

ZAHOOR, I. et al. Comparative salinity tolerance of *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl and *Schoenoplectus juncooides* (Roxb.) Palla, the candidate sedges for rehabilitation of saline wetlands. *Pak. J. Bot.*, v. 44, p. 1-6, 2012.

Prof. Dr. Antonio F. Monteiro Camargo

Victor de Oliveira da Motta