



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ELIELTON DA SILVA ARAÚJO

**A DISTÂNCIA GEOGRÁFICA ENTRE LAGOAS NA
CAATINGA EXPLICA SUAS DIFERENÇAS NA
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA?**

Petrolina

2015

ELIELTON DA SILVA ARAÚJO

**A DISTÂNCIA GEOGRÁFICA ENTRE LAGOAS NA
CAATINGA EXPLICA SUAS DIFERENÇAS NA
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Renato Garcia Rodrigues

Petrolina

2015

	Araújo, Eielton da Silva
A658d	A distância geográfica entre lagoas na caatinga explica suas diferenças na composição florística? / Eielton da Silva Araújo, 2015. 45: il.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2015.
	Orientador: Prof. Renato Garcia Rodrigues. Referências.
	1. Plantas Aquáticas - Nordeste. 2. Composição Florística. 3. Caatinga. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco
	CDD 581.92

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

FOLHA DE APROVAÇÃO

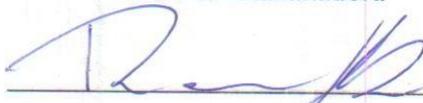
Elielton da Silva Araújo

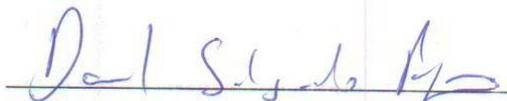
**A DISTÂNCIA GEOGRÁFICA ENTRE LAGOAS NA CAATINGA EXPLICA
SUAS DIFERENÇAS NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA?**

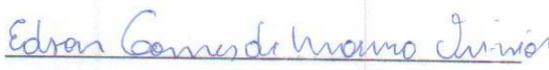
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Vale
do São Francisco, Campus Ciências
Agrárias, como requisito parcial para a
obtenção do grau de bacharel em Ciências
Biológicas.

Aprovado em: 04 de Fevereiro de 2016.

Banca Examinadora


Renato Garcia Rodrigues, Doutor, UNIVASF


Daniel Salgado Pifano, Doutor, UNIVASF


Edson Gomes de Moura Junior, Mestre, NEMA-UNIVASF

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensa e carinhosamente aos meus pais, meus irmãos, meus sobrinhos e toda a minha família, sobretudo, à minha mãe Maria Lima. Pelo apoio constante, pelo amor incondicional e principalmente pelo exemplo de cidadão. Muito obrigado por tudo que tens feito por mim.

Aos meus queridos amigos, independente da distância. Aos mais próximos, obrigado pelo abraço apertado e pela companhia em todos os momentos. Aos mais distantes, pelas mensagens de perseverança e experiências um dia vividas. Vocês são uma bela parte de mim!

Aos meus qualificados professores, em especial ao prof. Renato Gracia, pelos ensinamentos, orientação e sobretudo pela confiança em mim depositada. Obrigado por cada aula ministrada e pela correção de meus erros. Sem vocês seria impossível a minha formação.

Ao CNPq pelo incentivo e fomento dos meus projetos de iniciação científica, os quais, contribuíram positivamente no meu avanço de discente para profissional.

À CAPES, no âmbito do Projeto Ciência Sem Fronteiras pela efetivação de um sonhado intercâmbio. Obrigado pela promoção de uma experiência muito enriquecedora na minha vida pessoal e acadêmica.

Ao Ministério da Integração, no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco, pelo logística e infraestrutura concedida para a realização deste trabalho e do monitoramento vegetal da obra.

Aos biólogos, colegas de estágio e amigos dos Centros de Pesquisa que participei. Obrigado pelas conversas, pelas viagens de campo e principalmente pelas contribuições deste projeto.

Obrigado a todos que de longe ou de perto, direta ou indiretamente contribuíram para a efetivação deste trabalho e para a minha formação.

Grazie mille a tutti!!!

RESUMO

As macrófitas aquáticas consistem no grupo biológico que incluem desde macroalgas até as angiospermas. Tal grupo apresenta grande importância ecológica, sendo consideradas importantes componentes estruturais das comunidades aquáticas. Este estudo objetivou avaliar a riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em diferentes escalas na Caatinga e analisar a influência do espaço na composição florística e riqueza. O estudo foi realizado em 30 lagoas ao entorno de três reservatórios. Foi realizada uma análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico para visualizar a estrutura espacial das comunidades estudadas. A variável resposta do presente estudo foi obtida a partir do eixo que apresentou maior variação dos dados. Posteriormente foi realizada uma partição de variância com a finalidade de avaliar a influência atribuída ao fator espaço na composição florística e riqueza dos ambientes. Foi gerado um correlograma que explica a influência do fator espaço na composição florística e riqueza dos ambientes amostrados, além de um correlograma que explica a autocorrelação para oito classes de distâncias. Foram catalogadas 72 espécies, distribuídas em 56 gêneros e 32 famílias botânicas, sendo Cyperaceae a família mais representativa e os gêneros *Cyperus* e *Ludwigia* com maiores número de espécies nos três reservatórios. Dentre as formas biológicas mais comuns, destaca-se as anfíbias e emergentes. A partir da análise de partição, observou-se que a influência do fator espaço na composição florística foi de apenas 7% e nenhuma influência direta para a riqueza. Os scores do eixo 1 da NMDS apresentaram estrutura espacial significativa ($P > 0,01$) no correlograma, sendo a autorrelação espacial negativa para esses scores, o que não foi verificado no eixo 2. Até 130 km o espaço influencia negativamente na composição, resultando numa dissimilaridade florística entre os ambientes estudados. É evidente uma expressiva riqueza de macrófitas aquáticas presentes em ecossistemas hídricos da Caatinga. O fator espaço apresenta pouca influência na composição florística dos ambientes estudados.

Palavras-chave: Plantas Aquáticas, Nordeste, autocorrelação espacial.

ABSTRACT

Aquatic macrophytes comprise a biological group that ranges from macroalgae to the angiosperms. They have a significant ecological importance and are considered to be important structural components of aquatic communities. The objective of this study was to evaluate the aquatic macrophytes richness and diversity in different scales in the Caatinga as well as to evaluate the space influence on the floristic composition and richness. The study was conducted in 30 ponds surrounding three reservoirs. Anon-metric multidimensional scaling system was utilized to visualize the spatial structure of the communities studied. The response variable of this study was obtained by taking the axis with the highest variation in the data. Afterwards, a variance partition was performed in order to evaluate the space influence on the floristic composition and richness of the environments. A correlogram was generated to explain the space influence on the floristic composition and richness of the environments and a correlogram was generated to explain the correlation for eight distances classes. 72 species belonging to 56 genus e 32 botanical families were recorded. Cyperaceae was the most representative family whilst *Cyperus* and *Ludwigia* were the most abundant species in the three reservoirs. Among the most common biological forms, the amphibious and emergent ones stand out. The variance partition showed that the space influence on the floristic composition was 7% whilst it had no direct influence on the richness. The NMDS axis 1 score showed significative spatial structure ($P > 0,01$) on the correlogram whilst the spatial correlation was negative. These findings were not observed on the axis 2. Until 130 km the space factor influence negatively the floristic composition, resulting in a floristic dissimilarity among the environments studied. The significant aquatic macrophytes richness in the Caatinga aquatic ecosystems is evident. The space factor had no significant influence on the floristic composition in the environments studied.

Keywords: Aquatic plants, Northeast, Spatial autocorrelation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Esquema das formas biológicas de macrófitas aquáticas.....	14
Figura 2- Localização dos setores estudados nas áreas de influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF). .	20
Figura 3- Famílias mais representativas nas lagoas ao entorno dos reservatórios construídos pelo PISF.	23
Figura 4- Formas de vida mais representativas nas lagoas ao entorno dos reservatórios construídos pelo PISF.	24
Figura 5- Estimativa de riqueza (CHAO 2) de macrófitas e seus intervalos de confiança.....	24
Figura 6- Representação do NMDS para a composição florística de macrófitas aquáticas nos ambientes estudados	25
Figura 7- Correlogramas de Moran's dos eixos 1 e 2 extraídos da NMDS apresentando a estrutura espacial da composição florística dos ambientes estudados.....	25
Figura 8- Correlograma de Moran's apresentando a estrutura espacial da riqueza dos ambientes estudados.....	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- LISTA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS COLETADAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO.....	42
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
REFERENCIAL TEÓRICO	13
Macrófitas Aquáticas	13
Importância Ecológica de Macrófitas Aquáticas	15
Reservatórios.....	16
Estudos de macrófitas aquáticas no Nordeste.....	17
Influência de fatores espaciais na composição e riqueza	18
MATERIAL E MÉTODOS	20
Descrição da área de Estudo.....	20
Coleta de Dados	20
Análise de Dados.....	21
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	28
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICE A.....	42

INTRODUÇÃO

A Caatinga compreende um ecossistema exclusivamente brasileiro, composto por um mosaico de florestas secas e vegetação arbustiva (savana-estépica) com enclaves de florestas úmidas e de cerrados (TABARELLI & SILVA, 2002). Possui, juntamente com os ecossistemas associados, características peculiares que requerem uma atenção mais acentuada frente à outros ecossistemas brasileiros. Embora apresente um considerável número de espécies endêmicas, o conhecimento dessa riqueza ainda é incipiente (CASTELLETTI et al., 2004).

As macrófitas aquáticas fazem parte desses ecossistemas, sendo consideradas importantes componentes estruturais dos recursos hídricos (FRANÇA *et al.* 2003, CAMPELO, 2013). Esse grupo ecológico compreende as formas macroscópicas de vegetação aquática, incluindo macroalgas, briófitas, pteridófitas adaptadas ao ambiente aquático e as verdadeiras angiospermas, originárias do ambiente terrestre, com adaptações para a vida na água. Isto se deve ao fato das espécies de macrófitas apresentarem adaptações morfofisiológicas, além de serem capazes de colonizar os ambientes aquáticos com diferentes características físicas e químicas (PEDRALLI, 1990). Devido à heterogeneidade filogenética, são preferencialmente classificados quanto ao seu biótipo, denominados genericamente de grupos ecológicos (ESTEVES, 1998).

Apresentam muitos nichos e ocorrem em diversos tipos de habitats como tanques, lagos, lagoas, brejos, cachoeiras, rios, riachos, canais, reservatórios, mares e oceanos (IRGANG & GASTAL, 1996; ESTEVES, 1998; PITELLI et al., 2008).

A riqueza, composição e estrutura das comunidades podem ser alteradas pelos gradientes ambientais dos reservatórios, os quais possuem uma ampla variedade morfométrica. De acordo com Sobral-Leite et al. (2010), as características abióticas da água, variação do regime hidrológico e a zonação biogeográfica são consideradas variáveis que atuam nos processos ecológicos da vegetação aquática, segregando os organismos mais ajustados às exigências ambientais. Assim, os estudos florísticos e ecológicos se tornam importantes contribuições para o entendimento de padrões e processos das comunidades aquáticas, pois ampliam o

conhecimento da distribuição geográfica e a relação entre os fatores bióticos e abióticos (THOMAZ & BINI 2003; POMPÊO & MOSCHINI-CARLOS, 2003).

O Nordeste possui um número expressivo de reservatórios, porém a maioria dos estudos realizados é de cunho florístico, resultando numa carência de abordagens de compreensão dos processos ecológicos mais amplos. Dentre os trabalhos realizados, pode-se destacar Barbieri e Pinto (1999) para o Maranhão; Filho (1988), Matias e Nunes (2001) e Matias et al. (2003) para o Ceará; Henry-Silva et al. (2010) no Rio grande do Norte; França et al. (2003), Oliveira et al. (2005), e Moura Jr. et al. (2010) para a Bahia; Lima et al. (2009) e Moura-Junior (2012) para Pernambuco. Embora seja reconhecida a importância taxonômica e ecológica das macrófitas aquáticas, a compreensão dos padrões e processos relacionados à sua diversidade em reservatórios ainda representa um desafio à ecologia teórica e aplicada (THOMAZ & BINI, 2003).

A maioria dos estudos que explicam a influência do espaço tem sido preconizados nas florestas tropicais, principalmente no que diz respeito às comunidades vegetais da Mata Atlântica (MATOS et al., 2013; RUOKOLAINEN; TUOMISTO, 2002). Quanto à flora aquática, poucos trabalhos analisaram o fator espaço na estruturação dessas comunidades biológicas. Um destes estudos, foi o realizado por O'Hare e colaboradores (2012), que analisaram as influências do espaço e de outras características abióticas na estruturação das comunidades aquáticas. Evidencia-se um déficit de trabalhos que expliquem como as comunidades de macrófitas se distribuem e respondem à diferentes escalas espaciais.

Visando contribuir para os estudos envolvendo a flora aquática na Caatinga, o referido estudo avaliou a riqueza e diversidade deste grupo vegetal e analisou a influência do espaço na riqueza e composição florística dos ambientes estudados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Macrófitas Aquáticas

A terminologia que descreve o grupo vegetal adaptado ao ambiente aquático tem sido muito discutida ao longo dos anos. Existe uma grande variação de termos na literatura específica, tais como plantas aquáticas, macrófitas, macrófitos, traqueófitos aquáticos e hidrófitas (COOK et al., 1974; ESTEVES, 1998; IVERSEN, 1936; MARTINS;CARAUTA, 1984; RAUNKIER, 1934; SCULTHORPE, 1967). Wearner e Clements (1938) foram os primeiros a utilizarem o termo macrófitas aquáticas como um conjunto de espécies herbáceas que se desenvolvem em água doce ou salobra e em solos cobertos ou saturados por água. Segundo Pômpeo e Moschini-Carlos (2003), esse é o termo de uso mais comum no Brasil.

Raunkier (1934) descreveu o primeiro termo na literatura, o qual denominou de hidrófitas as plantas aquáticas submersas e as de folhas flutuantes (excluindo totalmente as macrófitas emersas). Em 1936, o termo limnófitos foi proposto por Iversen (1936) para vegetais superiores presentes em água doce (excluindo aqueles de água salobra e salgada). A partir da década de 60 vários outros termos foram propostos em trabalhos de cunho taxonômico (COOK et al., 1974; MARTINS; CARAUTA, 1984; SCULTHORPE, 1967).

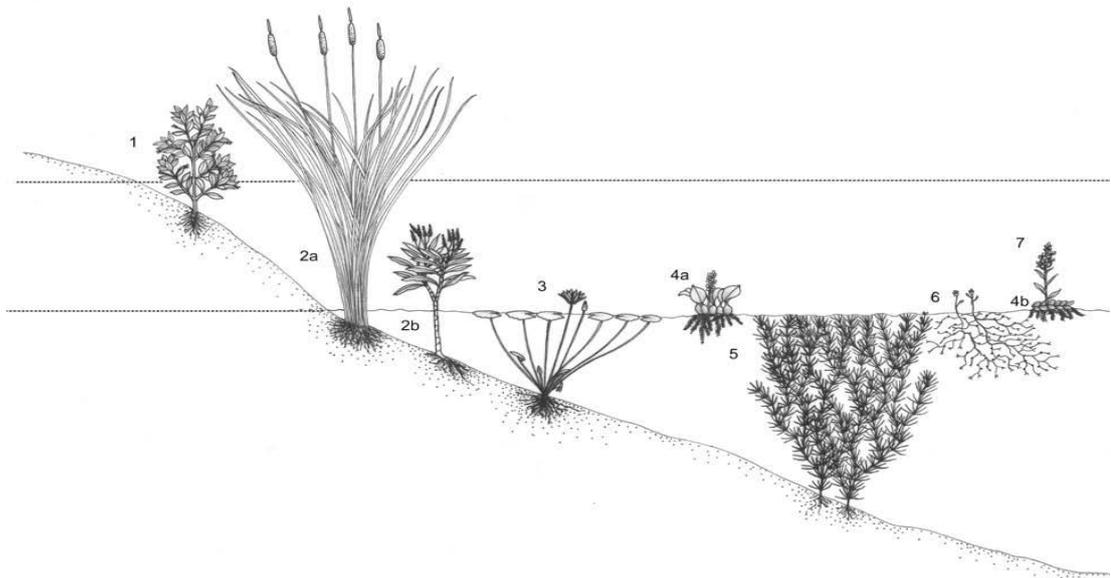
Em 1996, Irgang e Gastal propuseram um termo mais generalizado, conceituando as macrófitas aquáticas como vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes ativas estão permanentemente, por diversos meses ou todos os anos, total, parcialmente submersas ou flutuantes em água doce ou salobra. Só em 1998, Esteves propôs um termo que atualmente é válido pelo International Biological Program (IBP), o qual considera o termo macrófitas aquáticas como uma designação geral para os vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos, sendo esta terminologia baseada no contexto ecológico, independentemente de aspectos taxonômicos.

Apresentam muitos nichos e em diversos tipos de habitats como tanques, lagos, lagoas, brejos, fitoelmos, cachoeiras, rios, riachos, canais, reservatórios,

mares e oceanos (ESTEVEES, 1998; IRGANG et al., 1984; SCREMIN-DIAS et al., 1999).

Para o melhor entendimento dessa variedade de hábito, Irgang et al (1984) apresentaram a seguinte classificação ecológica e formas biológicas das macrófitas aquáticas (Figura 1).

Figura 1- Esquema das formas biológicas de macrófitas aquáticas de acordo com Irgang et al. (1984), com adaptações de Campelo et al. (2012). 1(Anfíbia, *Angelonia salicariifolia*); 2^a e 2^b(Emergente, *Typha domingensis* e *Polygonum ferrugineum*); 3(Flutuante fixa, *Nymphaea pulchella*); 4^a e 4^b (Flutuante livre, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia auriculata*); 5(Submersa fixa, *Najas conferta*); 6(Submersa livre, *Utricularia gibba*); 7(Epífita, *Habenaria repens*).



- Anfíbias: Plantas ocorrentes na interface água-terra e geralmente são tolerantes à seca;
- Emergentes: Enraizadas no substrato com as folhas alcançando uma altura posterior à superfície d'água;
- Flutuantes fixas (enraizadas no substrato): plantas com partes vegetativas inteiramente submersas, com folhas flutuantes, com caules flutuantes e folhas emergentes, com partes vegetativas emergentes, trepadeiras e anfíbias tolerantes à seca;
- Flutuantes livres (sem raízes ou com raízes pendentes): abaixo, acima ou na superfície, podendo ser levadas pela correnteza, pelo vento ou pelos animais;
- Submersas fixas: Plantas enraizadas no substrato com todas as suas estruturas (Vegetativas) abaixo da superfície d'água;

- Submersas livres: Plantas abaixo na superfície, não enraizadas no substrato, geralmente emergindo somente as flores;
- Epífitas: Plantas que se estabelecem e desenvolvem sobre indivíduos de outras espécies de macrófitas;

Importância Ecológica de Macrófitas Aquáticas

A importância das macrófitas aquáticas está discutida na literatura de forma expressiva (BIANCHINI JR. et al., 2002; ESTEVES; CAMARGO 1986; HENRY-SILVA; CAMARGO, 2003; HORNE; GOLDMAN 1994; THOMAZ; BINI, 1998). Segundo Pedralli (2003), uma das utilizações mais relevantes é o uso desses vegetais como bioindicadores da qualidade da água em ambientes límnicos.

As macrófitas aquáticas apresentam uma infinidade de funções ecológicas e por isso, conseguem colonizar grande variedade habitats. De acordo Brum e Esteves (2001), a existência de tal grupo ecológico possibilita o grande número de nichos ecológicos e a vasta diversidade de espécies animais, uma vez que servem de abrigo a animais nectônicos e bentônicos, promovendo também refúgio para pequenos animais em fuga dos grandes predadores, como por exemplo, *Daphnia* e copépodes que se protegem da predação dos peixes. Lagos vegetados abrigam uma rica comunidade de invertebrados e peixes e, atraem um grande número de aves (SCHEFFER, 1998). Entre os diversos papéis desempenhados pelas macrófitas aquáticas pode-se citar seu importante papel trófico devido aos altos conteúdos de proteínas e carboidratos solúveis e sua reduzida fração de parede celular (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2002).

Não obstante, a comunidade vegetal aquática constitui uma das mais importantes nos ecossistemas límnicos por apresentar alta produtividade e elevada biomassa, o que contribui significativamente no ciclo de nutrientes e fluxo energético ecossistêmico (ESTEVES, 1998; WETZEL, 1993). De acordo com Esteves (1998), as macrófitas funcionam como hospedeiras para associações com algas perifíticas e bactérias fixadoras de nitrogênio. Também atuam como armazenadoras de nutrientes, influenciando as características físico-químicas dos corpos d'água

(PAGIORO; THOMAZ, 1999). Em regiões tropicais, estes vegetais atuam como fornecedores de matéria orgânica para a cadeia detritívora, sendo responsáveis muitas vezes pela maior porcentagem do material orgânico que entra no ambiente aquático através dos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes.

Deste modo, é evidente a ampla importância das macrófitas aquáticas, tanto de forma ecológica na estruturação das comunidades aquáticas e funcionamento ecossistêmico como nas questões econômicas e biomonitoramento ambiental. Mais estudos ainda estão em andamento para contribuir na ampliação do conhecimento da distribuição e importância da comunidade vegetal aquática.

Reservatórios

A construção dos reservatórios no Brasil tem sido acentuada na década de 70, sobretudo nas regiões sul e sudeste (AGOSTINHO et al., 1995). Esses ambientes artificiais são comumente colonizados pela vegetação aquática em diferentes gradientes, o que, dependendo do crescimento populacional, pode ocasionar problemas operacionais.

Na região Nordeste, existe uma heterogeneidade nos padrões de precipitação pluviométrica, elevadas temperaturas e clima irregular, sendo os reservatórios a alternativa de solução para a disponibilidade hídrica em tempos adversos de seca severa (LAZZARO et al., 2003). De acordo com Tundisi (2007), esses ambientes tornam o potencial hidroelétrico dos rios aproveitável, possibilitam seu uso como vias navegáveis e viabilizam o abastecimento público e industrial. Além da relevância social, os reservatórios desempenham papéis funcionais no ecossistema, pois contemplam uma grande diversidade de ambientes e organismos aquáticos (AGOSTINHO et al., 2005; BINI et al., 2005; TUNDISI et al., 2006). Embora exista uma expressiva quantidade de reservatórios no Nordeste, os trabalhos envolvendo a flora aquática ainda são incipientes nestes ecossistemas, se restringindo aos rios e lagoas temporárias.

Segundo Thomaz & Bini (1998), a formação de um sistema de reservatório representa a criação de um ecossistema lântico, com um processo de substituição

de espécies, o que caracteriza a sucessão ecológica. Quando comparado a ambientes naturais, tais sistemas artificiais apresentam maior disponibilidade de nutrientes e por isso, há uma forte tendência de colonização das macrófitas aquáticas. De acordo com Patton & Starnes (1970), a ocorrência de macrófitas aquáticas em ecossistemas aquáticos pode indicar alguns tipos de alterações na água, como por exemplo, o estado trófico.

Existe uma lacuna no que diz respeito aos estudos realizados nos períodos iniciais de formação dos reservatórios (FILIPPO, 2003), embora a relação dos fatores ecológicos com a presença e ausência das plantas aquáticas nos reservatórios esteja muito bem documentada na literatura (BINI et al. 2005; CARVALHO et al., 2003; MARTINS et al., 2003). Filippo (2003) ao estudar um reservatório no estado de Goiás, verificou que as espécies flutuantes livres são as pioneiras no processo de colonização, bem como a expansão das populações nos primeiros anos do reservatório. De acordo com o autor, tal colonização pode ser atribuída à disponibilidade de nutrientes, que caracteriza a fase inicial e oferece condições favoráveis ao desenvolvimento e proliferação.

De modo geral, a estrutura dos ambientes pode afetar expressivamente o processo de colonização vegetal, onde a heterogeneidade pode ser alterada após a formação de um novo ambiente, devido ao padrão de flutuação dos níveis de água impostos pelo reservatório e a sedimentação mais acentuada, o que resulta em menor penetração da luz e perda de nutrientes da coluna d'água (CAVENAGHI et al., 2003; THOMAZ, 2002). Assim, os ambientes recém-formados podem apresentar composições florísticas diversas, os quais requerem sistemas de manejo e monitoramento diferenciados.

Estudos de macrófitas aquáticas no Nordeste

No Brasil, os estudos que abordaram este grupo vegetal datam de 1900 e se restringiram ao enfoque florístico e taxonômico. Hoehne (1948) foi o pioneiro a abordar a distribuição e aspectos ecológicos básicos da vegetação verdadeiramente aquática brasileira no seu livro "Plantas Aquáticas". A partir daí, as macrófitas

aquáticas tiveram a atenção devida por partes dos pesquisadores. No livro “Fundamentos de Limnologia”, Esteves (1988) dedicou um capítulo exclusivamente para as macrófitas aquáticas, o que fez da obra a primeira síntese sobre o conhecimento das macrófitas produzido em nosso país (ESTEVES, 1998). Posteriormente, outros estudos foram realizados no que diz respeito à sistemática, distribuição e ecologia de macrófitas aquáticas.

A região Nordeste apresenta um número considerável de ecossistemas aquáticos, porém os estudos envolvendo a flora aquática não consegue caracterizar todos esses ambientes, criando uma lacuna no conhecimento da biodiversidade aquática, tanto em aspectos taxonômicos quanto em ecológicos.

A maioria dos estudos realizados para os ambientes hídricos nordestinos tem se restringido apenas à florística de macrófitas aquáticas (BARBIERI; PINTO, 1999; CAMPELO et al., 2012; FRANÇA et al., 2003; HENRY-SILVA et al., 2010; MATIAS; NUNES, 2001; MATIAS et al., 2003; MOURA-JUNIOR et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2005). Dentre os poucos estudos de cunho ecológico, é importante destacar Moura-Junior (2011) que estudaram as macrófitas no reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho e Silva (2011) que usou a composição florística em oito reservatórios de diferentes regiões fitogeográficas do estado de Pernambuco para avaliar se fatores abióticos influenciam na distribuição de espécies de macrófitas aquáticas.

Tais estudos contribuíram para a ampliação do conhecimento ecológico das macrófitas aquáticas nos ecossistemas nordestinos, porém há um grande caminho a ser percorrido para que os estudos descrevam efetivamente a composição florística e a dinâmica dessa comunidade tão importante para a biota aquática.

Influência de fatores espaciais na composição e riqueza

No que diz respeito a análises da influência do espaço na estruturação da composição florística e riqueza no Brasil, os estudos têm sido realizado apenas para a vegetação terrestre, sobretudo na Mata Atlântica (FERREIRA et al., 2011; MATOS et al., 2013; RUOKOLAINEN; TUOMISTO, 2002).

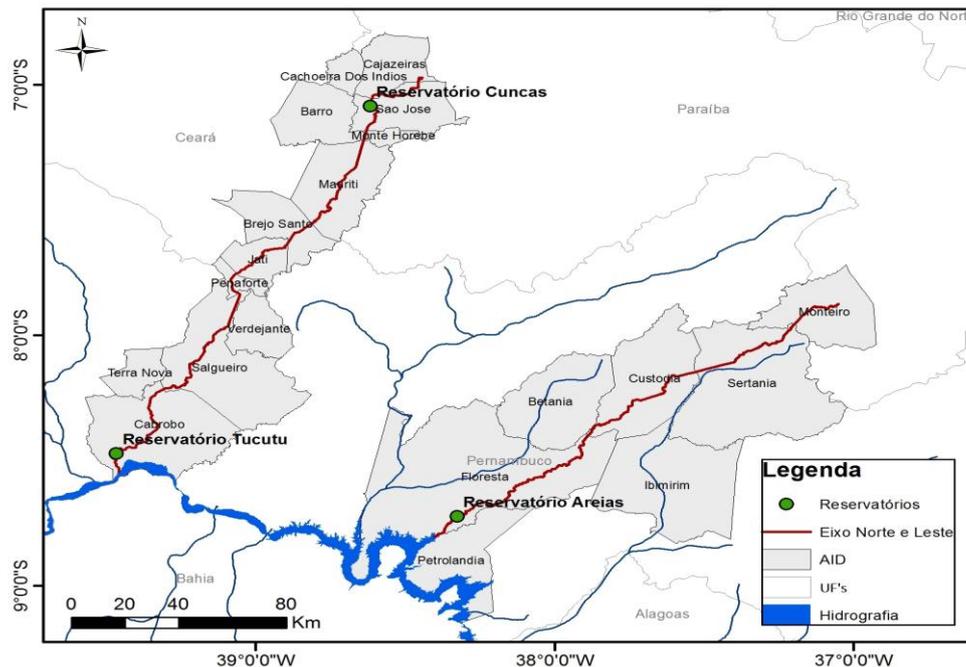
Para a vegetação aquática, existe uma lacuna de trabalhos que analisaram a real influência do espaço. Um dos poucos que pode ser destacados, foi o trabalho realizado por O'Hare e colaboradores (2012), que ao estudar a vegetação aquática de uns lagos escoceses, concluíram que esse grupo biológico sofre pouca influência por fatores espaciais e que as diferenças podem ser atribuídas a outros fatores ambientais, como clima, topografia, origem do corpo hídrico, entre outros.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de Estudo

O presente trabalho foi realizado em trinta lagoas temporárias ao entorno de três reservatórios artificiais em construção pelo PISF, a saber: Reservatório Tucutu, Reservatório Areias e Reservatório Cuncas localizados nas cidades de Cabrobó, Floresta e São José de Piranhas, respectivamente (Figura 2). No estudo, os reservatórios foram chamados de setores, com 10 lagoas ao redor de cada.

Figura 2- Localização dos setores estudados nas áreas de influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF).



Coleta de Dados

Para o levantamento da composição florística de macrófitas aquáticas, seguiu-se Pedralli (1990), que apresenta conceitos para as formas biológicas, métodos de coleta e preservação, herborização e ainda informações sobre aspectos morfo-ecológicos e ecofisiológicos das espécies que ocorrem nas áreas úmidas brasileiras, em estações seca e chuvosa. As margens dos ambientes hídricos foram vistoriadas através de caminhadas e quando necessário, o interior das lagoas foi amostrado por meio de uma embarcação, mantida a baixa velocidade, sendo que quando presentes as áreas de várzea, as mesmas foram amostradas sem embarcação, na chamada coleta de caminhamento, seguindo Mormul et al. (2010).

O material botânico foi coletado entre os meses de junho e outubro e seguiu os métodos convencionais de preparação, secagem e montagem de exsicatas. Posteriormente, as exsicatas foram incorporadas ao acervo da coleção científica do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA). A identificação dos táxons foi realizada através de comparação entre o material coletado, com auxílio de bibliografia especializada e consulta a especialistas. A classificação das famílias botânicas fanerogâmicas baseou-se em Souza & Lorenzi (2008) e em APG III (2009) e Smith et al (2006) foram seguidos para a classificação das pteridófitas.

A riqueza das espécies foi verificada pelo número de táxons presente em cada ambiente e uma lista de presença e ausência foi elaborada.

Análise de Dados

A riqueza total do conjunto de lagoas temporárias agrupadas para cada um dos três setores foi estimada pelo método CHAO 2. As lagoas temporárias foram ordenadas através do NMDS bidimensional utilizando os dados de presença-ausência e índice de Jaccard como métrica para obtenção das similaridades. O NMDS possibilita a representação gráfica das similaridades entre as diferentes unidades amostrais, aqui consideradas como cada lagoa temporária. Os “scores” do eixo que melhor representou o agrupamento das unidades amostrais foi utilizado como variável resposta para verificação da influência espacial na riqueza e composição da comunidade.

Tanto a variável resposta quanto o número total de espécies de cada reservatório foram, posteriormente, submetidos a um teste de autocorrelação e visualizados num correlograma para oito classes de distância. Tais análises foram realizadas no *software* SAM 4.0 (RANGEL et al., 2006).

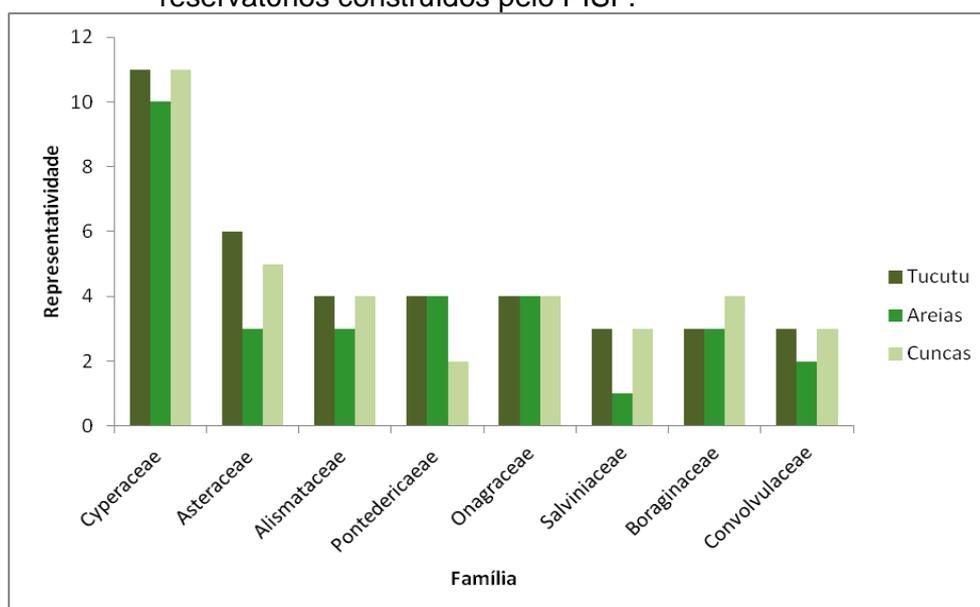
Seguindo o protocolo sugerido por Eisenlohr (2014), foi realizada uma partição de explicação fornecida por fatores espaciais (coordenadas geográficas) e fatores não mensurados que gerou um diagrama que explica a influência do fator espaço na composição florística e riqueza dos ambientes amostrados, utilizando o *software* R (R CORE TEAM 2013).

RESULTADOS

Foram catalogadas 72 espécies, distribuídas em 56 gêneros e 32 famílias botânicas (Anexo 1) para os três setores estudados. Pode-se considerar uma riqueza expressiva ao comparar com outros estudos realizados na região. A maioria das espécies foi encontrada nos três setores. Para as lagoas ao entorno do Tucutu, foram coletadas 71 espécies e nos setores Areias e Cuncas, foram contabilizadas 68 e 72 espécies, respectivamente.

De modo geral, a família mais representativa Cyperaceae (15,2%), seguida de Asteraceae (8,3%), Alismataceae e Pontederiaceae (5,5%, cada) (Figura 3).

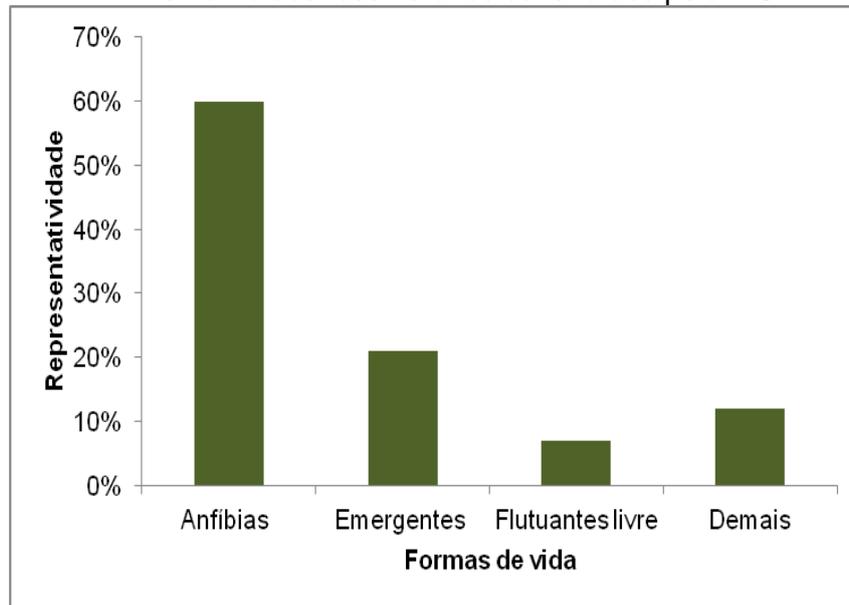
Figura 3- Famílias mais representativas nas lagoas ao entorno dos reservatórios construídos pelo PISF.



Para os gêneros, *Ludwigia* apresentou mais espécies catalogadas nos três setores.

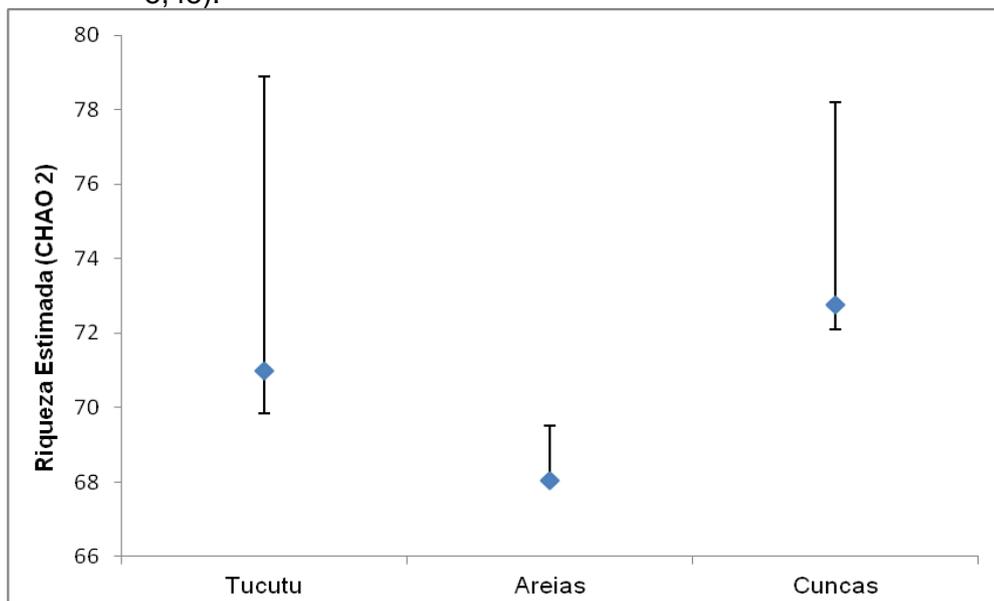
Foi identificada a presença exclusiva de *Hydrothrix gardneri* Hook numa lagoa temporária ao entorno do reservatório Cuncas. E nos três setores estudados, as formas biológicas que mais se destacaram foram as anfíbias (60%) e emergentes (21%) (Figura 4).

Figura 4- Formas de vida mais representativas nas lagoas ao entorno dos reservatórios construídos pelo PISF.



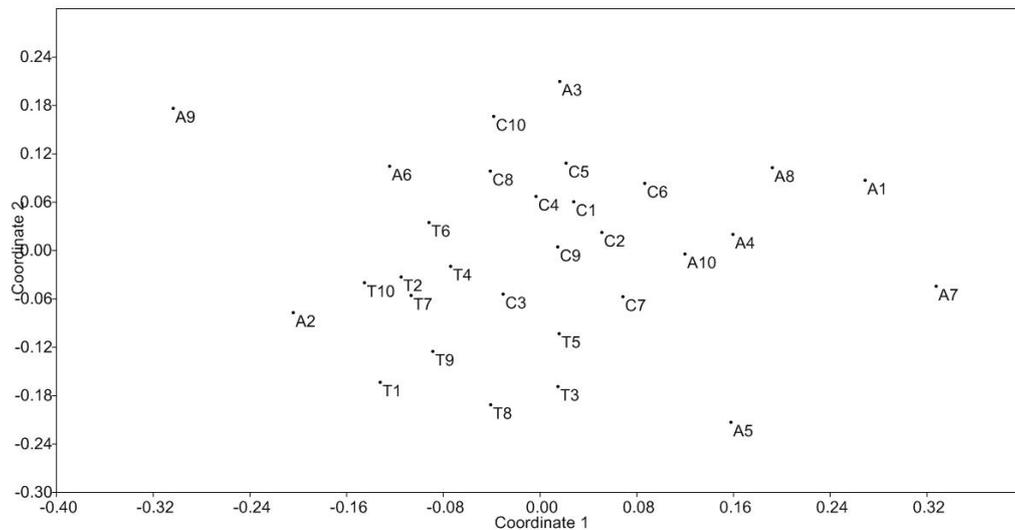
De acordo com os resultados do método CHAO 2, o setor Tucutu apresentou riqueza média esperada de 71 spp., o setor Areias de 68 spp e para Cuncas têm-se uma riqueza média esperada de 73 spp. Pode ser observado na figura 5, uma sobreposição entre os reservatórios Cuncas e Tucutu, o que significa uma mesma riqueza para os dois ambientes.

Figura 5- Estimativa de riqueza (CHAO 2) de macrófitas e seus intervalos de confiança para os setores Tucutu (ICMin 1,14 e ICMáx 7,89), Areias (ICMin 00,4 e ICMáx 1,48) e Cuncas (ICMin 0,66 e ICMáx 5,45).



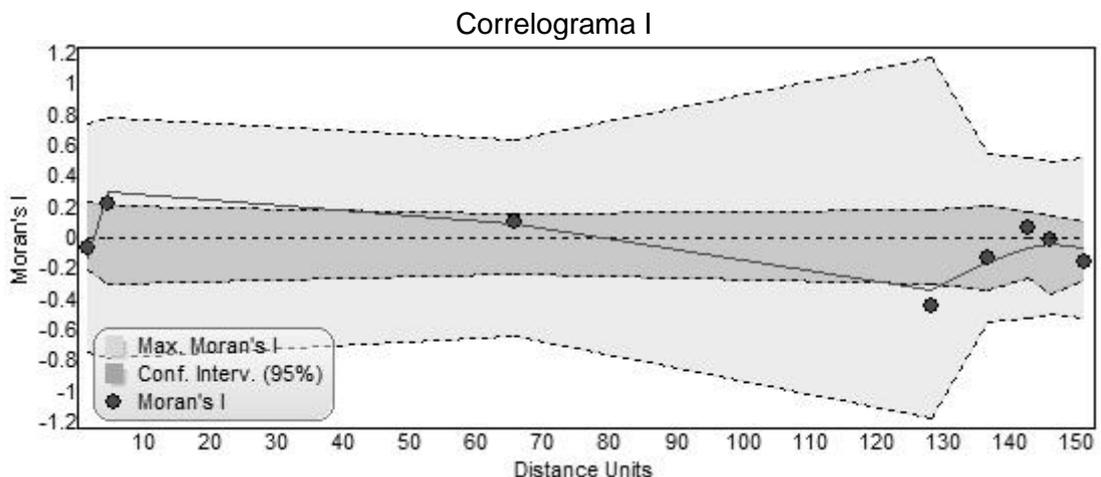
A distribuição heterogênea das espécies já era esperada e foi confirmada pelos resultados do NMDS, que mostram no eixo 1, uma semelhança entre os ambientes mais próximos no setor Tucutu (Figura 6). Não ocorreu variação da composição no eixo 2.

Figura 6- Representação do NMDS para a composição florística de macrófitas aquáticas nos ambientes estudados. T= Tucutu, C= Cuncas, A= Areias.

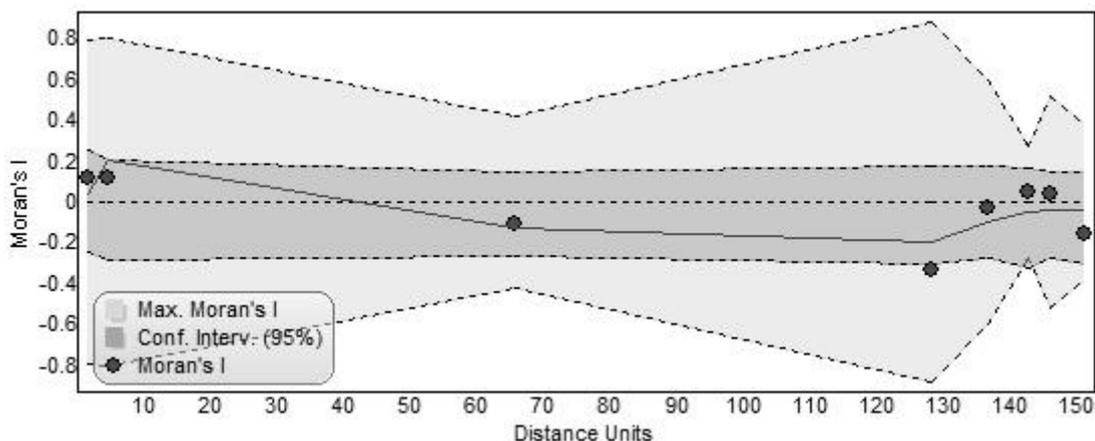


Os scores do eixo 1 do NMDS apresentaram estrutura espacial significativa ($P < 0,01$) no correlograma para a composição florística, sendo a autorrelação espacial negativa para esses scores, o que não foi verificado no eixo 2 (Figura 7).

Figura 7- Correlogramas de Moran's dos eixos 1 e 2 extraídos da NMDS apresentando a estrutura espacial da composição florística dos ambientes estudados.



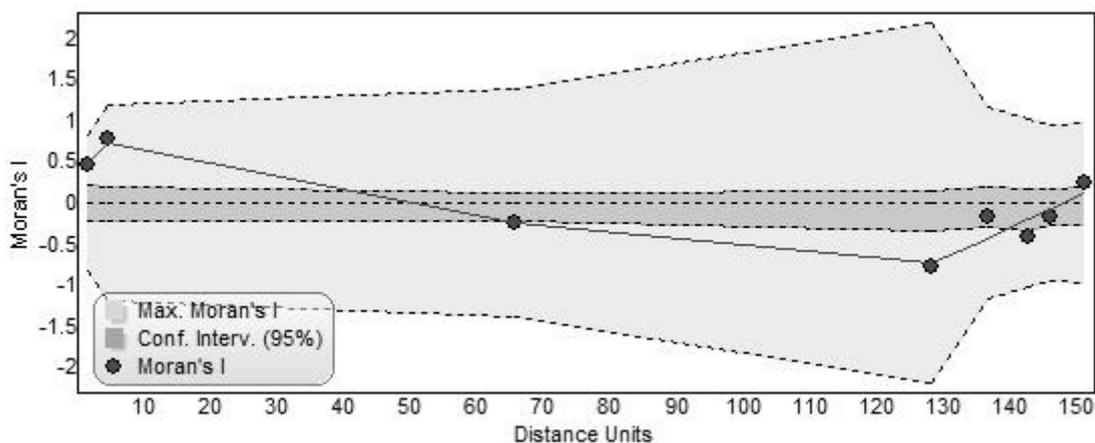
Correlograma II



Como visto no primeiro correlograma, até 130 km o espaço influencia negativamente na composição, resultando numa dissimilaridade florística entre os ambientes estudados. Numa distância maior que o registrado, o espaço já não influencia de forma significativa.

Foi observada uma autocorrelação positiva e negativa no correlograma de riqueza (Figura 8). Esse resultado mostra que em distâncias de até 10 quilômetros, os ambientes tendem a apresentar riqueza similar, enquanto que ambientes separados por uma distância de aproximadamente 130 quilômetros, podem ser distintos quanto ao número total de espécies.

Figura 8- Correlograma de Moran's apresentando a estrutura espacial da riqueza dos ambientes estudados.



Após a confirmação da estruturação diferenciada nos resultados de NMDS e correlograma, na análise de partição visualizou-se pouca influência dos fatores

espaciais na composição florística dos ambientes, sendo apenas 7%. Isso indica que, possivelmente, a diferença na composição dos setores pode ser atribuída a características intrínsecas das comunidades e aos fatores ambientais, como semelhanças ou diferenças climáticas e propriedades físico-químicas da água.

DISCUSSÃO

Pode-se considerar uma riqueza expressiva ao comparar com outros estudos realizados na região. Araujo et al. (2012) inventariaram 52 espécies em quatro reservatórios da Paraíba e Pernambuco. Em um estudo realizado em 2010 no lago de Sobradinho (Bahia), Moura-Junior e colaboradores identificaram 43 espécies, com Cyperaceae e Convolvulaceae com maiores representatividade. Além disso, tem-se o trabalho realizado por Henry-Silva *et al.* (2010) para a bacia do rio Apodi/Mossoró, resultando em 40 espécies. Porém, Campelo et al (2012) registraram 191 táxons em áreas de influência do PISF, resultado que destoava do referido estudo. Tal diferença pode ser atribuída à quantidade de ambientes amostrados, uma vez que, a área de estudo do presente trabalho representa menos de 10% da área amostral de Campelo e colaboradores (2012).

Cyperaceae também foi a família que apresentou mais espécies nos três setores. A representatividade da família Cyperaceae é comumente citada nos trabalhos realizados no Nordeste (HENRY-SILVA et al., 2010). Segundo Lorenzi (2008), a grande riqueza de espécies pode estar ligada a distribuição geográfica dessa família, ao número elevado de espécies que ela possui e devido a presença de sistema subterrâneo formado por rizomas ou tubérculos, sendo que algumas espécies dispõem ainda de estolões, permitindo maior eficiência na propagação vegetativa. Para Pivari *et al.* (2011) a marcante presença de representantes da família Cyperaceae em mananciais sugere alterações recentes no local e o desenvolvimento de ilhas flutuantes, possivelmente relacionadas a processos antrópicos.

No que diz respeito à presença exclusiva da espécie *H. gardneri*, para Siqueira et al. (2012), trata-se de uma espécie rara e endêmica da caatinga, embora Campelo et al. (2012) a considere comum nas áreas do PISF. Em estudo de modelagem de nicho ecológico, Fernandes e colaboradores (2013) observaram que *H. gardneri* apresenta particularidades quanto às mudanças bruscas das propriedades físico-químicas da água, em especial, o pH e a turbidez e sugerem que a espécie integre a lista de espécies brasileiras ameaçadas de extinção, uma vez

que o seu grau de importância ecológica e distribuição já foi evidenciado em outros trabalhos (MACIEL et. al, 2012).

Outros estudos com macrófitas aquáticas também registraram uma maior riqueza de espécies anfíbias (ARAUJO, et al. 2012; CAMPELO et al. 2012; PAZ & BOVE 2007; SABINO et al. 2015) O local de ocorrência destas formas biológicas mais representativas são às margens dos ambientes. De acordo com Pott e Pott (2000), à medida que há maior aporte de água, regiões do centro dos mananciais tornam-se mais profundas, havendo a substituição por formas biológicas como flutuantes fixas e submersas livres e fixas. Assim, a composição florística de cada região do manancial depende de fatores abióticos e das respostas ecológicas das macrófitas aquáticas.

Com relação a riqueza média esperada, de acordo com Bini et al. (2001), a riqueza de macrófitas aquáticas em lagoas é melhor estimada utilizando métodos de amostragens não sistemáticos. Segundo os autores, existe uma relação positiva entre o tamanho da amostragem (número de lagoas) e tempo de amostragem sobre a riqueza de espécies. Porém, a riqueza do presente trabalho foi satisfatório, o que indica que mesmo que aumentasse o tamanho amostral e o esforço de coleta, possivelmente não aumentaria expressivamente o número total de espécies de cada ambiente, sobretudo no setor Cuncas, o qual apresentou uma riqueza média esperada muito expressiva.

Para a autocorrelação negativa na composição florística dos ambientes, uma semelhança foi encontrada por Matos e colaboradores (2013), num trabalho realizado na Flona Sacará-Taquera, no Estado do Pará. Segundos os autores, tal correlação negativa da similaridade em relação à distância pode ser relacionada ao número de espécies raras, com baixa frequência nos ambientes analisados (FERREIRA et al.; 2011). A distância entre pontos amostrados é um importante fator para as relações florísticas em florestas tropicais, haja vista que a dissimilaridade florística entre áreas geralmente aumenta com a distância entre os ambientes (MACÍA et al., 2007; SCUDELLER et al., 2001).

De acordo com Ruokolainen e Tuomisto 2002, a variação na riqueza e composição de espécies está associada à distribuição descontínua de fatores ambientais, tais como, tipos de solo, topografia, altitude e clima. Zumquim (2007), afirma que comunidades com tais influências ambientais, são estruturadas pelo

nicho, e a distribuição das espécies de plantas está relacionada à distribuição heterogênea dos fatores ambientais no espaço.

Muitos estudos mostram a importância da distância na estruturação das comunidades biológicas (POTTS et al., 2002), de modo que evidenciar a real influência dos fatores ambientais na composição florística e riqueza tem relevante aplicação em termos de conservação (PEARMAN; WEBER, 2007).

A pouca influência dos fatores espaciais verificada na análise de partição corrobora com O'Hare e colaboradores (2012), que ao estudar alguns lagos na Escócia, verificaram que a variação da comunidade tem pouca influência do espaço, sugerindo que as variáveis significativas podem estar mais associadas aos gradientes climáticos, ambientais e topográficos.

CONCLUSÕES

Diante de resultados obtidos, é evidente uma expressiva riqueza, contribuindo efetivamente para o conhecimento da composição florística e riqueza de macrófitas aquáticas na Caatinga.

Os fatores espaciais exercem pouca influência na diferenciação da riqueza e composição florística dos ambientes. É necessário que estudos posteriores com características ambientais e intrínsecos da comunidade sejam realizados para elucidarem os processos que estruturam as comunidades de macrófitas aquáticas na Caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997.

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

ARAUJO, E.S., SABINO, J.H.F., COTARELLI, V.M., SIQUEIRA-FILHO, J.A., CAMPELO, M.J.A. Riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em mananciais da Caatinga. **Dialogos&Ciencia**, 32, 229-233, 2012.

BARBIERI, R.; PINTO, M. C. P. Study on the aquatic vegetation in the São Bento Country - Baixada maranhense (Maranhão, Brasil). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** 12:95-105, 1999.

BIANCHINI JR., I.; PACOBAHYBA, L.D.; CUNHA-SANTINO, M.B. Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. **Acta Limnologica Brasiliensia** 14(3):27-34. 2002.

BINI, L. M. et al. Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada reservoir (GO-MG). **Braz. J. Biol.**, n. 64, p. 767-770, 2005.

BRUM, P.R. & ESTEVES, F.A. Dry weight loss and chemical changes in the detritus of three tropical aquatic m (*Nymphaea ampla* and *Potamogeton stenostachys*) during decomposition. **Acta Limnologica Brasiliensis** 13(1): 61–73. 2001.

CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, M.M.; HENRY-SILVA. G.G. **Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas**. In: Thomaz, S.M. e Bini, L.M. (eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. pp. 59-83. Maringá: EDUEM. 2003.

CAMPELO, M.J.A.; SIQUEIRA FILHO, J.A. ; COTARELLI, V.M. ; SOUZA, E.B. ; PIMENTA, W.A. ; Pott, J.V . **Macrófitas Aquáticas nas Áreas do Projeto da Integração do Rio São Francisco**. In: José Alves de Siqueira-Filho; Elton Martinez Carvalho Leme.. (Org.). Flora das Caatingas do Rio São Francisco. Flora das Caatingas do Rio São Francisco. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial Ltda, v. 1, p. 192-229. 2012.

CAMPELO, M.J.A.; SIQUEIRA-FILHO, J.A.; COTARELLI V.M. Structure Community of Aquatic Macrophytes in Springs of the Semiarid, Northeast Brazil. **International Journal of Scientific Knowledge** 4: 20-28, 2013.

CARVALHO, F. T. et al. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. **Planta Daninha**, n. 21, p 105-108, 2003.

CASTELLETTI, C.H.M.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A.M.M. **Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar**. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. pp. 91-100. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2004.

CAVENAGHI, A. L. et al. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do rio Tietê. **Planta Daninha**, v. 21, p. 43-52, 2003.

COLWELL, R.K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9. 2013.

COOK, C.D.; GUT, B.J.; RIX, E.M. SCHNELLER, J.; SEITZ, M. **Water plants of the world: a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes**. The Hargue, W. Junk. 1974.

DANIEL, H.; BERNEZ, I.; HAURY, J. Relationships between macrophytic vegetation and physical features of river habitats- the need for a morphological approach. **Hydrobiologia** 570:11–17. 2006.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 575 p. 1988.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência/FINEP. 2.ed. Rio de Janeiro. 602p. 1998.

FELLIPO, R. **Colonização e regressão da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Serra da Mesa – Goiás**. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: EDUEM, p. 281-297, 2003.

FERREIRA, L.V.; SALOMÃO, R.P.; MATOS, D.C.L.; PEREIRA, J.L.V. Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**. 6: 295-306. 2011.

FILHO, J.F. Aspectos bioecológicos do açude Santo Anastácio do Campus do PICI da Universidade Federal do Ceará. **Ciência Agrônômica** 19(2):79-84, 1988.

FORTIN, M.J. & DALE, M.R.T. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge University Press, Cambridge. 2005.

FRANÇA, F.; MELO, E.; NETO, A.G.; ARAÚJO, D.; BEZERRA, M.; RAMOS, H.M.; CASTRO, I. & GOMES, D. Flora vascular de açudes de uma região do semi-árido da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 17: 549-559. 2003.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Avaliação sazonal da biomassa da macrófita aquática *Eichhornia azurea* em um rio de águas brancas da bacia hidrográfica do rio Itanhaém (litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil). **Hoehnea** 30 (1): 71-77. 2003.

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

HEO, W.; KIM, B. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. **Hydrobiologia** 524:229-239, 2004.

HOEHNE, F.C. **Plantas Aquáticas**. Instituto de Botânica, São Paulo. 1948.

HORNE, A.J.; GOLDMAN, C.R. **Limnology**. 2nd edition. McGraw-Hill Co., New York. 576p. 1994.

IRGANG, B.E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J.L. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roessléria** 6(1):395-404, 1984.

IRGANG, B.E.; GASTAL JR., C.V.S. **Macrófitas Aquáticas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, UFRGS, 1996.

IVERSEN, J. **Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der vegetationsforschung**. Levin und Kopenhagen, Munksgaard. 224p. 1936.

JOMBART, T.D.S. & DUFOUR, A. Finding essential scales of spatial variation in ecological data: a multivariate approach. **Ecography**, 32, 161–168. 2009.

KLUMPP, A.; BAUER, K.; FRANZ-GERSTEIN, C.; MENEZES, M. Variation of nutrient and metal concentrations in aquatic macrophytes along the Rio Cachoeira in Bahia (Brazil). **Environment International** 28:165-171. 2002.

LAZZARO, X.; BOUVY, M.; RIBEIRO-FILHO, R.A.; OLIVIERA, V.S.; SALES, L.T.; VASCONCELOS, A.R.M. & MATA, R.M. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 649-668, 2003.

LIMA, L.F.; LIMA, P.B.; SOARES JR. R.C.; PIMENTEL, R.M.M.; ZICKEL, C.S. Diversidade de macrófitas aquáticas no estado de Pernambuco: Levantamento em Herbário. **Revista de Geografia** 26(3):307-319, 2009.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008.

MACÍA MJ, RUOKOLAINEN K, TUOMISTO H, QUISBERT J, CALA V. Congruence between floristic patterns of trees and lianas in a southwest Amazonian rain forest. **Ecography** 30(4):561–577. 2007.

MARTINS, H.F.; CARAUTA, J.P.P. **Plantas aquáticas. Classificação e comentários**. Atas da Sociedade Botânica do Brasil 2(13):101-104. 1984.

MATIAS, L.Q.; NUNES E.P. Levantamento florístico da área de proteção ambiental de Jericoacoara, Ceará. **Acta Botânica Brasilica** 15(1):35-43, 2001.

MATIAS, L.Q.; AMADO, E.R. & NUNES, E.P. Macrófitas aquáticas da lagoa de Jijoca de Jericoacoara, Ceará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 623-631. 2003.

MATOS, D.C.L.; FERREIRA, L.V.; SALOMAO, R.P. Influência da distância geográfica na riqueza e composição de espécies arbóreas em uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Oriental. **Rodriguésia** 64(2): 357-367. 2013.

MITCHELL, D.S. **Aquatic vegetation and its use and Control**. Unesco. Paris. 135p. 1974.

MOLLE, F.; CADIER, E. **Manual de pequeno açude: construir, conservar e aproveitar pequenos açudes no Nordeste brasileiro**. Recife: SUDENE. 521p, 1992.

MORMUL, R.P.; FERREIRA, F.A.; MICHELAN, T.S.; CARVALHO, P.; SILVEIRA, M.J.; THOMAZ, S.M. Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu Reservoir, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**. V. 58, p. 1437-1452. 2010.

MOURA-JUNIOR, E.G.; ABREU, A.N.; SEVERI, W.; LIRA, G.A.S.T. **Macroflora aquática do reservatório Sobradinho – BA, trecho sub-médio do Rio São Francisco**. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M. & Albuquerque, U.P.; (Ed.). Reservatórios do nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e Manejo. pp.187-214. Recife, Ed. Nupeea, 2010.

MOURA-JUNIOR, E.G. **Resposta quali-quantitativa da flora aquática vascular à alteração do regime hidrológico em reservatórios do Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Departamento de Biologia da UFRPE. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 85p. 2012.

MURPHY, K.J. Predizendo alterações em ecossistemas aquáticos continentais e áreas alagáveis: o potencial de sistemas bioindicadores funcionais utilizando macrófitas aquáticas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia** 27:7-9. 2000.

O'HARE, M.T.; GUNN, I.D.M.; CHAPMAN, D.S.; DUDLEY, B.J.; PURSE, B.V. Impacts of space, local environment and habitat connectivity on macrophyte communities in conservation lakes. **Diversity and Distributions**, 18, 603–614. 2012.

OLIVEIRA, N.M.B.; SAMPAIO, E.V.S.B.; PEREIRA, S.M.B.; MOURA Jr., A.M. Capacidade de regeneração de *Egeria* densa nos reservatórios de Paulo Afonso, BA. **Planta Daninha** 23(2):363-369, 2005.

ONAINDIA, M.; AMEZAGA, I.; GARBISU, C.; GARCÍA-BIKUÑA, B. Aquatic macrophytes as biological indicators of environmental conditions of rivers in north-eastern Spain. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology** 41(3):175-182. 2005.

PAGIORO, T.A. & THOMAZ, S.M. Decomposition of *Eichhornia azurea* from limnologically different environments of the Upper Paraná River floodplain. **Hydrobiologia** 411: 45–51. 1999.

PATTON, V. D.; STARNES, W. E. Aquatic weeds and water pollution. **Hyacinth Control J.**, v. 8, n. 2, p. 48-49, 1970.

PAZ, J. & BOVE, C.P. Hidrófitas vasculares da lagoa de Carapebus, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 495-497. 2007.

PEARMAN, P.B. & WEBER, D. Common species determine richness patterns in biodiversity indicator taxa. **Biological conservation** 138: 109-119. 2007.

PEDRALLI, G. Macrófitos aquáticos: técnicas e métodos de estudos. **Estudos de Biologia**. 26: 5, 1990. 24p. 1990.

PEDRALI, G. **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios**. In: Thomaz S.M. e Bini, L.M. (eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. pp. 171-188. Maringá: Eduem. 2003.

PEREIRA, MCT. **Distribuição e abundância de macrófitas aquáticas em relação às características limnológicas em cinco áreas da bacia do rio Itanhaem, litoral sul do Estado de São Paulo**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. 79p. 2002.

POTTS, M.D.; ASHTON, P.S.; KAUFMAN, L.S. & PLOTKIN, J.B. Habitat patterns in tropical rain forests: a comparison of 105 plots in northwest Borneo. **Ecology** 83: 2782-2797. 2002.

PIVARI, M.O.; OLVEIRA, V.B.; COSTA, F.M.; FERREIRA, R.M.; SALINO, A. Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 62 (4): 759-770. 2011.

POMPÊO, M.L.M. **Macrófitas: as plantas aquáticas da Guarapiranga e a qualidade da nossa água**. In: Pompêo, M.L.M. (Cord.) Revista do Projeto Yporã: Proliferação de plantas aquáticas na represa do Guarapiranga. São Paulo, SP: SOS Guarapiranga, 37p. 2008.

POMPÊO, M.L.M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: RiMa Editora. 134p, 2003.

POTT, V.J; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA. 353p. 2000.

PITELLI, R.L.C.M., TOFFANELI, C.M., VIEIRA, E.A., PITELLI, R.A., VELINI, E.D. Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ. Viçosa. **Planta daninha**, v. 26, p. 473-480. 2008.

R CORE TEAM, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (ISBN 3-900051-07-0), URL <http://www.R-project.org/>. 2013.

RANGEL, T.F., DINIZ-FILHO, J.A.F., BINI, L.M. SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology. **Ecography** 33, 46-50. 2010.

RAUNKIAER, C. **The life forms of plants and statistical plant geography**. Oxford: Claderon Press. 632p. 1934.

RINTANEN, T. Botanical lake types in Finnish Lapland. **Annales Botanici Fennici** 19:247–274. 1982.

ROCHA, O. **Bioindicadores: na terra, na água, no ar**. http://www.clickciencia.ufscar.br/portal/edicao17/entrevista1_detalhe.php/. 2009. Acesso em 12/12/2015

RUOKOLAINEN, K. & TUOMISTO, H. Beta-Diversity in Tropical Trees. **Science** 97: 1439^a. 2002.

SABINO, J.H.F.; ARAUJO, E.S.; COTARELLI, V.M.; SIQUEIRA-FILHO, J.A.; CAMPELO, M.J.A. Riqueza, composição florística, estrutura e formas biológicas de macrófitas aquáticas em reservatórios do semiárido nordestino, Brasil. **Natureza on line** 13 (4): 184-194, 2015.

SAITER, F.Z.; EISENLOHR, P.V.; BARBOSA, M.R.V.; THOMAS, W.W.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. From evergreen to deciduous tropical forests: how energy–water balance, temperature, and space influence the tree species composition in a high diversity region. **Plant Ecology & Diversity**. 11p. 2015.

SCHEFFER, M. **Ecology of Shallow Lakes**. Chapman & Hall. 356p. 1998

SCHNEIDER, S.; MELZER, A. Sediment and water nutrient characteristics in patches of submerged macrophytes in running waters. **Hydrobiologia** 527:195-207. 2004.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V.J.; HORA, R.G.; SOUZA, P.R. **Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande, UFMS/ECOA, 160p. 1999.

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

SILVA, S.S.L. **Caracterização ecológica e estrutural de macrófitas em reservatórios no estado de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Botânica- Universidade Federal Rural de Pernambuco), Recife, 107p. 2011.

SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. A classification for extant ferns. **Taxon** 55: 705-731, 2006.

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

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. 2ª Ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 704p. 2008.

SCUDELLER VV, MARTINS FR, SHEPHERD GJ. Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in southeastern Brazil. **Plant Ecology** 152:185–199. 2001.

TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. **Áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. In: Araújo et al. (ed.) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Pp- 47-52. 2002.

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 21-34, 2002.

THOMAZ, S.M. & BINI, L.M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas em Reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**. Vol. 10 (1), p. 103-116, 1998.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. **Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil**. In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. pp. 19-38, Maringá: Eduem. 2003.

TOIVONEN, H.; HUTTUNEN, P. Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. **Aquatic Botany** 51:197-221. 1995.

TRINDADE, C.R.T.; PEREIRA, S.A.; ALBERTONI, E.F. & PALMA-SILVA, C. Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes limnicos do Campus Carreiros – FURG, Rio Grande, RS. **Cadernos de Ecologia Aquática** 5 (2) :1-22, 2010.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa. 248p, 2005.

TUNDISI, J.G. **Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicação e perspectivas para usos múltiplos**. Pp. 19-38. In: Henry R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO. 2007.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. **Ecossistemas de Águas Interiores**. Pp. 161-202. In: A. da C. Rebouças; B. Braga & J.G. Tundisi (orgs.). Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora. 2006.

VIANA, SM. **Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no rio monjolinho e tributários (São Carlos, SP) e análise de sua relação com as variáveis físicas e químicas**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos. 2005.

WETZEL, R.G. **Limnologia**. 2. Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1129p. 1993.

ZUQUIM, G.; COSTA, F.R.C. & PRADO, J. Fatores que determinam a distribuição de espécies de pteridófitas da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 360-362. 2007.

APÊNDICE A

TABELA 1- LISTA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS COLETADAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO.
FORMAS DE VIDA: ANF = ANFÍBIA, EME = EMERGENTE, FFI = FLUTUANTE FIXA, FLI = FLUTUANTE LIVRE, SFI = SUBMERSA FIXA, EPF = EPÍFITA.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	FORMA DE VIDA	SETOR TUCUTU	SETOR AREIAS	SETOR CUNCAS
CHAROPHYCEAE				
<i>Chara zeylanica</i> Klein ex Willd.	SFI	X	X	
SALVINIACEAE				
<i>Azolla caroliniana</i> Willd.	FLI	X		X
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	FLI		X	X
<i>Salvinia oblongifolia</i> Mart.	FLI	X		X
ALISMATACEAE				
<i>Echinodorus glandulosus</i> Rataj	EME	X	X	X
<i>Echinodorus palaefolius</i> (Nees & Mart.) J.F. Macbr.	EME	X		X
<i>Echinodorus subalatus</i> (Mart.) Griseb.	EME	X	X	X
<i>Hydrocleys martii</i> Seub.	EME	X	X	X
AMARANTHACEAE				
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	ANF	X	X	X
ARACEAE				
<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	FLI	X	X	X
<i>Pistia stratiotes</i> L.	FLI	X	X	X
ASTERACEAE				
<i>Acmella uliginosa</i> (Sw.) Cass.	ANF	X		X
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	ANF	X		X
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	ANF		X	
<i>Enydra radicans</i> (Willd.) Lack	ANF	X	X	X
<i>Isocarpha megacephala</i> Mattf.	ANF	X	X	
<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H. Rob.	ANF	X	X	X
BORAGINACEAE				
<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger	ANF	X		X
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	ANF	X		X
<i>Heliotropium elongatum</i> Willd. ex	ANF		X	X

 Cham.
CAPPARACEAE

<i>Tarenaya spinosa</i> Jacq.	ANF	X	X	X
-------------------------------	-----	---	---	---

COMMELINACEAE

<i>Callisia filiformis</i> (Martens & Galeotti) D.R. Hunt	ANF	X	X	X
---	-----	---	---	---

<i>Commelina erecta</i> L.	ANF		X	X
----------------------------	-----	--	---	---

CONVOLVULACEAE

<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	ANF	X		X
---	-----	---	--	---

<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	ANF	X		X
-----------------------------	-----	---	--	---

<i>Ipomoea parasitica</i> (Kunth)G.Don	ANF			X
--	-----	--	--	---

CYPERACEAE

		X	X	X
--	--	---	---	---

<i>Cyperus articulatus</i> L.	EME	X	X	X
-------------------------------	-----	---	---	---

<i>Cyperus distans</i> L. f.	ANF	X	X	X
------------------------------	-----	---	---	---

<i>Cyperus odoratus</i> L.	ANF	X	X	X
----------------------------	-----	---	---	---

<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	ANF	X		X
------------------------------------	-----	---	--	---

<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	ANF	X	X	
--	-----	---	---	--

<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	EME	X		X
---	-----	---	--	---

<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roem. & Schult.	ANF	X		X
---	-----	---	--	---

<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	EME	X	X	X
--	-----	---	---	---

<i>Lipocarpa micrantha</i> (Vahl.) G.C. Turcker	ANF	X	X	
---	-----	---	---	--

<i>Pycreus pumilus</i> (L.) Nees	ANF	X		X
----------------------------------	-----	---	--	---

<i>Rhynchospora contracta</i> (Nees) J. Raynal	ANF	X	X	
--	-----	---	---	--

EUPHORBIACEAE

<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	ANF	X		X
----------------------------------	-----	---	--	---

FABACEAE

<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	ANF	X	X	
--------------------------------------	-----	---	---	--

<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	ANF	X		X
---	-----	---	--	---

<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	ANF	X		X
-----------------------------------	-----	---	--	---

GENTIANACEAE

<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme	ANF	X	X	
--	-----	---	---	--

HYDROLEACEAE

<i>Hydrolea spinosa</i> L.	ANF		X	X
----------------------------	-----	--	---	---

JUNCACEAE

<i>Juncus bufonius</i> L.	EME	X	X	
LENTIBULARIACEAE				
<i>Utricularia foliosa</i> L.	SLI	X		X
LYTHRACEAE				
<i>Ammannia latifolia</i> L.	ANF	X	X	X
MALVACEAE				
<i>Melochia pyramidata</i> L.	ANF		X	X
MARANTACEAE				
<i>Thalia geniculata</i> L.	EME	X	X	X
MAYCACEAE				
<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl.	SFI	X		X
MENYANTHACEAE				
<i>Nymphoides humboldtiana</i> (Kunth) Kuntze	FFI	X		X
MOLLUGINACEAE				
<i>Glinus radiatus</i> (Ruiz & Pav.) Rohrb.	ANF	X		X
<i>Mollugo verticillata</i> L.	ANF	X	X	X
NYMPHAEACEAE				
<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	FFI	X		X
<i>Nymphaea pulchella</i> DC.	FFI		X	X
ONAGRACEAE				
<i>Ludwigia erecta</i> (L.) H. Hara	EME		X	X
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	EME	X		
<i>Ludwigia helminorrhiza</i> (Mart.) H. Hara	FFI	X		X
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	ANF		X	X
PLANTAGINACEAE				
<i>Angelonia pubescens</i> Benth.	ANF	X		X
<i>Scoparia dulcis</i> L.	ANF	X	X	X
<i>Stemodia maritima</i> L.	ANF	X	X	X
POACEAE				
<i>Eragrostis hypnoides</i> (Lam.) Britton	ANF	X		X
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	ANF	X	X	X

POLYGONACEAE				
<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	EME	X	X	X
PONTEDERIACEAE				
<i>Eichhornia azurea</i> Kunth	FFI	X	X	X
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	EME	X	X	X
<i>Heteranthera oblongifolia</i> Mart.	ANF	X	X	X
<i>Hydrothrix gardneri</i> Hook. f.	SFI			X
RUBIACEAE				
<i>Mitracarpus longicalyx</i> E.B. Souza & M.F. Sales	ANF	X	X	X
<i>Richardia grandiflora</i> Steud.	ANF	X	X	X
SOLANACEAE				
<i>Physalis angulata</i> L.	ANF	X	X	X
TYPHACEAE				
<i>Typha domingensis</i> Pers.	EME	X	X	X