



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

LUIZA MORAIS DE MEDEIROS

**SUCESSÃO TEMPORAL DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM  
AMBIENTES TEMPORÁRIOS DO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -  
BRASIL**

MOSSORÓ  
2017

LUIZA MORAIS DE MEDEIROS

**SUCESSÃO TEMPORAL DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM  
AMBIENTES TEMPORÁRIOS DO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -  
BRASIL**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva.

MOSSORÓ  
2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488s MEDEIROS, LUIZA MORAIS de.  
Sucessão temporal de espécies de macrófitas  
aquáticas em ambientes temporários do semiárido  
do Rio Grande Do Norte - Brasil / LUIZA MORAIS de  
MEDEIROS. - 2017.  
37 f. : il.

Orientador: Gustavo Henrique Gonzaga da Silva.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
--Selecione um Curso ou Programa--, 2017.

1. Caatinga. 2. Rios intermitentes. 3. Plantas  
aquáticas. 4. Poças temporárias. I. Silva,  
Gustavo Henrique Gonzaga da, orient. II. Título.

LUIZA MORAIS DE MEDEIROS

**SUCESSÃO TEMPORAL DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM  
AMBIENTES TEMPORÁRIOS DO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE -  
BRASIL**

Dissertação apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Ecologia e Conservação.

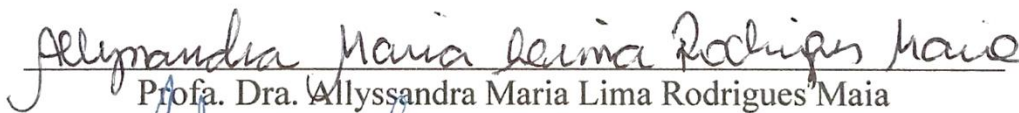
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique  
Gonzaga da Silva.

Defendida em: 21 /02 / 2017.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva



Profa. Dra. Allyssandra Maria Lima Rodrigues Maia



Prof. Dr. Antônio Fernando Monteiro Camargo

*Aos meus pais, Alúzio e Salete, por todo  
o amor que sempre recebi.*

*Aos meus irmãos, Acácio e Bebê, por  
serem a luz que ilumina meu caminho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por todos os momentos, por ser a força que me levanta todos os dias.

Ao meu orientador, Gustavo Henrique Gonzaga da Silva, pela orientação, confiança, amizade e ensinamentos no decorrer da minha vida acadêmica.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte – FAPERN, pela bolsa concedida.

Aos membros que fizeram parte da Banca Examinadora, os professores Gustavo Henrique Gonzaga da Silva, ao professor Antônio Fernando Monteiro Camargo, a professora Allyssandra Maria Lima Rodrigues Maia e ao professor Rodrigo Fernandes, pela ajuda com a parte estatística, pelas conversas, ensinamentos e por todas as sugestões e colaborações para este trabalho.

Aos meus pais, Aluizio Vieira e Salete Morais, por tudo que passaram para que eu chegasse até aqui. Obrigada pelo amor incondicional, pela dedicação sem limites.

Aos meus irmãos, Acácio e Bebê, pelos sorrisos mais fáceis da minha vida. Meus príncipes.

Ao André Luiz, que acompanhou todos esses dias, os sorrisos e as lágrimas. Obrigada pelo apoio, cuidado, conselhos e por acreditar que eu poderia ir mais longe.

Aos integrantes e ex-integrantes, do Laboratório de Limnologia e Qualidade de Água (LIMNOAQUA), Corró, Dany, Jr Bessa, Sávio, Allyssandra, Cyntia, Eudilena, Mônica, Tayse, Cléo, Yuri, Manu e Ray, e ao químico do laboratório, Luís Carlos. Sou grata por me acolherem, é uma honra fazer parte dessa família; por toda a ajuda, sem vocês, certamente, não conseguiria. Obrigada por todos os momentos de descontração, pelas risadas e brincadeiras.

Aos meus colegas, amigos, irmãos, da turma de 2010.1, Amanda, Caio, Helly, Iuri, Joaquim, Marília, Vanessa e Juliana, sou uma pessoa melhor depois que conheci vocês, obrigada por todos os dias, por todos os abraços, por serem a melhor turma que alguém poderia pedir.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado todos esses anos, pela amizade sincera que existe entre nós, obrigada.

A todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização desse trabalho, a todos vocês, meu muito obrigada.

**Conte-me e eu esqueço.**

**Mostre-me e eu apenas me lembro.**

**Envolve-me e eu compreendo.**

**Confúcio**



## RESUMO

O Brasil possui uma extensa rede hidrográfica, com ecossistemas aquáticos fluviais e ecossistemas lacustres permanentes ou temporários de grande importância dentro dos ecossistemas brasileiros. A intermitência dos rios em regiões semiáridas favorece o surgimento de Poças temporárias ao longo dos seus canais, que influenciam na composição das espécies aquáticas. O estudo foi realizado em duas Poças temporárias, no município de Governador Dix-sept Rosado, em um trecho intermitente do Rio Apodi-Mossoró, semiárido do Rio Grande do Norte, com o objetivo de verificar o processo de sucessão das assembleias de macrófitas aquáticas influenciada pela variação do nível da água nas Poças temporárias. As coletas foram realizadas mensalmente a partir de julho de 2012 a junho de 2014, em duas Poças de diferentes profundidades máximas e tamanhos. A cobertura de cada espécie foi estimada de acordo com a escala de cobertura Domin-Krajina. Mediu-se também as variáveis limnológicas, diretamente em campo: temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica. Além disso, foram coletadas amostras de água nesses pontos, para determinação das concentrações de nutrientes. Foram determinadas as concentrações de fósforo total (PT), nitrito (NO<sub>2</sub>) e nitrato (NO<sub>3</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>); nitrogênio total (NT). A Análise dos Componentes Principais (ACP) foi aplicada no intuito de ordenar os pontos de amostragem, a partir da matriz de correlação das variáveis físicas e químicas, sendo que para realizar a ACP utilizaremos os dados das variáveis limnológicas de todo o período estudado. Aplicou-se também o Teste de Mantel com o objetivo de identificar a correlação entre a profundidade, as variáveis limnológicas e a dissimilaridade na comunidade de macrófitas aquáticas. Foram identificadas 8 espécies de macrófitas aquáticas distribuídas em 8 gêneros e 7 famílias. A família com o maior número de espécies foi Pontederiaceae. A forma biológica mais comum de macrófitas foi a anfíbia, seguido pela submersa enraizada, e flutuante livre, emergente e folhas flutuantes. A anfíbia *Heteranthera seubertiana* e a submersa fixa *Hydrothrix gardneri* foram observadas em grande abundância e frequência, provavelmente em decorrência das suas formas de vida, que são complementares. Constatou-se que a forma biológica mais frequente foi a anfíbia. Os resultados dos testes de Mantel demonstraram que as mudanças na profundidade das Poças foram correlacionadas com as variações temporais de dissimilaridade das assembleias de macrófitas dos dois ambientes aquáticos temporários, enquanto isso a ACP evidenciou que os meses posteriores ao período seco, apresentaram valores mais elevados de nutrientes. O estudo sobre a estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em Poças temporárias do semiárido revelou predomínio da espécie anfíbia *H. seubertiana*, mostrando a predominância de formas de vida anfíbias. Além disso, verificou-se que a variação no nível da água foi mais importante para o processo de sucessão das assembleias de macrófitas aquáticas sendo as características químicas da água mais secundárias na estruturação da comunidade.

**Palavras-chave:** Caatinga. Rios intermitentes. Plantas aquáticas. Poças temporárias.

## ABSTRACT

Brazil has an extensive hydrographic network, with fluvial aquatic ecosystems and permanent or temporary lake ecosystems of great importance within Brazilian ecosystems. The intermittence of rivers in semi-arid regions favors the emergence of temporary pools along its channels, which influence the composition of aquatic species. The study was carried out in two temporary pools, in the municipality of Governador Dix-sept Rosado, in an intermittent section of the Apodi-Mossoró River, semi-arid region of Rio Grande do Norte, in order to verify the succession process of the aquatic macrophyte assemblages influenced by the variation of the water level in the temporary pools. The collections were carried out monthly from July 2012 to June 2014, in two pools of different maximum depths and sizes. The coverage of each species was estimated according to the coverage scale Domin-Krajina. It was also measured the limnological variables, directly in the field: temperature, dissolved oxygen, pH and turbidity, total dissolved solids and electrical conductivity. In addition, water samples were collected at these points to determine nutrient concentrations. The concentrations of total phosphorus (PT), nitrite (NO<sub>2</sub>) and nitrate (NO<sub>3</sub>), ammonia (NH<sub>3</sub>) were determined; Total nitrogen (NT). The Principal Component Analysis (PCA) was applied in order to order the sampling points from the correlation matrix of the physical and chemical variables, and to perform the PCA we will use the data of the limnological variables of the entire period studied. The Mantel Test was also applied to identify the correlation between depth, limnological variables and dissimilarity in the community of aquatic macrophytes. Eight species of aquatic macrophytes distributed in 8 genera and 7 families were identified. The family with the largest number of species was Pontederiaceae. The most common biological form of macrophytes was the amphibian, followed by the submerged rooted, and floating free, emergent and floating leaves. The *Heteranthera seubertiana* amphibian and the submerged fixed *Hydrothrix gardneri* were observed in great abundance and frequency, probably due to their complementary life forms. It was found that the most frequent biological form was amphibian. The results of the Mantel tests showed that the changes in the depth of the pools were correlated with the temporal variations of dissimilarity of the macrophyte assemblages of the two temporary aquatic environments, while the ACP showed that the months after the dry period presented higher values of Nutrients. The study on the community structure of aquatic macrophytes in temporary pools of the semi - arid region showed a predominance of the amphibian *H. seubertiana* species, showing the predominance of amphibian life forms. In addition, it was verified that the variation in water level was more important for the succession process of aquatic macrophyte assemblages and the chemical characteristics of water were more secondary in the structuring of the community.

**Keywords:** Caatinga. Intermittent rivers. Aquatic plants. Temporary pools.

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1  | A: Localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Apodi- Mossoró. B: Localização geográfica das Poças temporárias em um período chuvoso (2016). C: Localização geográfica das Poças temporárias em um período seco (2011).....     | 16 |
| Figura 2  | Esquema de coleta em campo.....                                                                                                                                                                                                         | 17 |
| Figura 3  | Formas biológicas que ocorreram no ambiente aquático temporário, Poça 1, no leito do Rio Apodi/Mossoró RN, Nordeste do Brasil. Am = Anfíbia; ES = Enraizada submersa, FL = flutuante livres, Em = Emergente.....                        | 20 |
| Figura 4  | Formas biológicas que ocorreram no ambiente aquático temporário, Poça 2, no leito do Rio Apodi/Mossoró RN, Nordeste do Brasil. Am= Anfíbia; RS = Enraizada submersa, FF = flutuante livres, Em = Emergente; FF = Folhas flutuantes..... | 20 |
| Figura 5  | Precipitação pluviométrica dos anos de 2011 a 2014 na estação Governador Dix-Sept Rosado.....                                                                                                                                           | 22 |
| Figura 6  | A riqueza das espécies registradas em 24 meses de amostragem na Poça temporária 1, no leito do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil.....                                                                                         | 22 |
| Figura 7  | A riqueza das espécies registradas em 24 meses de amostragem na Poça temporária 2, no leito do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil.....                                                                                         | 23 |
| Figura 8  | Ocorrência das espécies por mês para a Poça temporária 1, utilizando valores da escala de cobertura de Domin-Krajina.....                                                                                                               | 24 |
| Figura 9  | Ocorrência das espécies por mês para a Poça temporária 1, utilizando valores da escala de cobertura de Domin-Krajina.....                                                                                                               | 24 |
| Figura 10 | Análise dos Componentes Principais das variáveis limnológicas para o ambiente aquático temporário 1. A) Representação dos dois primeiros eixos componentes da ACP; B) Valores de correlação das variáveis.....                          | 26 |
| Figura 11 | Análise dos Componentes Principais das variáveis limnológicas para o ambiente aquático temporário 2. A) Representação dos dois primeiros eixos componentes da ACP; B) Valores de correlação das variáveis.....                          | 26 |
| Figura 12 | Concentrações de Fósforo Total e Nitrogênio Total (mg/L), Amônia, Condutividade Elétrica, Nitrato, Nitrito, Ortofosfato, Oxigênio (mg/L), pH,                                                                                           |    |

Figura 13

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Temperatura (°C) e turbidez, por mês para as Poças temporárias em estudo por mês para as Poças temporárias em estudo..... | 28 |
| Relações de similaridade das assembleias de macrófitas dos ambientes aquáticos temporários: Poça 1 e Poça 2.....          | 29 |

## LISTA DE TABELAS

|          |   |                                                                                                                                                                                                                           |    |
|----------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | – | Lista de espécies nos lagos temporários do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil. (Formas Biológicas: Am = anfíbia, Em = emergentes, FL = flutuante com folhas, FF = livre flutuação, RS = enraizada submersa)..... | 19 |
| Tabela 2 | – | Classificação de acordo com a frequência de ocorrência de macrófitas aquáticas nas Poças aquáticas temporárias, leito do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil.....                                                 | 21 |

# Sumário

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>         | <b>14</b> |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b> | <b>16</b> |
| <b>2.1. Área de estudo .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.2 Amostragem.....</b>        | <b>17</b> |
| <b>2.3 Análise de Dados .....</b> | <b>18</b> |
| <b>4 DISCUSSÃO .....</b>          | <b>30</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>          | <b>33</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os rios que periodicamente cessam de fluir compreendem uma proporção substancial do número total, comprimento e descarga dos rios do mundo, além de serem importantes elos entre a água armazenada nos solos, os aquíferos, a vegetação e a atmosfera (Larned et al, 2010). Os rios em regiões semiáridas possuem períodos com fluxos e volumes reduzidos, que favorecem o surgimento de poças temporárias ao longo dos seus canais, e que conseqüentemente pode influenciar na composição das espécies aquáticas (Arthington et al, 2014, Datry et al, 2014). As reduções do volume e da vazão, quando muito frequentes e intensos, podem impedir o desenvolvimento das comunidades biológicas, como por exemplo, a comunidade de macrófitas aquáticas (Bornette et al, 1994).

Na região semiárida do Brasil, a maioria dos rios apresenta regimes hidrológicos intermitentes com períodos de inundações repentinas e secas prolongadas. As inundações e as secas funcionam como agentes de perturbação hidrológica e têm uma forte influência na forma como o ambiente funciona, causando alterações na dinâmica das macrófitas aquáticas (Pinto-Cruza et al, 2011). As espécies submersas enraizadas, por exemplo, são desfavorecidas, devido à alta turbidez (Handley e Davy, 2002). Já o período seco leva à substituição de plantas estritamente aquáticas por espécies emergentes ou espécies aquáticas com um ciclo de vida curto (Bornette e Pujalon, 2009).

As inundações podem ser benéficas ao gerarem novas áreas e formarem um mosaico de ambientes, influenciando no aumento da abundância e da distribuição das espécies de macrófitas aquáticas, devido principalmente ao incremento da disponibilidade de recursos ambientais (Moura-Júnior et al, 2013), visto que a riqueza e composição das assembleias de macrófitas são afetadas por uma série de fatores, que incluem características físicas e químicas (Steffen et al al, 2014, Azzella et al, 2014), além da morfometria do corpo de água que afetam particularmente as macrófitas em escalas espaciais mais amplas (Schneider et al, 2015). No período seco os efeitos são diferentes sobre a comunidade de macrófitas devido as suas adaptações morfofisiológicas (Araújo, 2012), pois estes vegetais têm capacidade de incorporar os efeitos de sucessivas perturbações, entre eles as alterações hidrológicas, durante longos períodos de tempo (Aguilar et al, 2014, Bornette e Pujalon, 2010; Jones et al., 2012). Embora esses processos

reduzam as interações bióticas através da destruição recorrente de parte das comunidades (Gawne e Scholz, 2006), o processo de recolonização das macrófitas é provavelmente mais rápido quando os níveis de nutrientes são elevados, o que acelera o processo de sucessão (Khan e Ansari, 2005).

Diversos estudos avaliaram a diversidade regional de macrófitas, focando principalmente em como a diversidade está relacionada às variáveis ambientais (Santos et al, 2009; Akasaka et al., 2010; Hicks e Frost, 2011; Dodkins et al, 2012; Monção et al, 2012; Aguiar et al, 2014; Cunha-Santino et al 2016). No entanto, pouco se sabe sobre como a diversidade de espécies de macrófitas está relacionada aos ambientes aquáticos temporários e como estes influenciam padrões de diversidade e as várias formas de vida destas espécies (Lukács et al, 2015) ou sobre a dinâmica e a estrutura de comunidades de macrófitas aquáticas nesses ambientes (Ferreira et al, 2010). Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi verificar o processo de sucessão das assembleias de macrófitas aquáticas influenciada pela variação do nível da água em ambientes aquáticos temporários do semiárido brasileiro, visando entender a dinâmica e a estrutura desta comunidade nesses ambientes.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A região semiárida possui 982.563,3 km<sup>2</sup> e apresenta um clima regional do tipo Bsw<sup>h</sup> (classificação de Köppen), caracterizando-se por ser muito seco, muito quente e com a estação chuvosa mal distribuída para o outono. O regime pluviométrico é do tipo tropical, com a estação das chuvas ocorrendo de janeiro a junho, com o máximo em março e abril e altas taxas de evaporação, além disso, apresenta um sistema de drenagem intermitente (ANA, 2016). A vegetação próxima à área de estudo é composta predominantemente de caatinga, com arbustos espinhosos e árvores atrofiadas, com folhas pequenas e subdivididas, ou ausência de folhas, além disso, os solos são caracterizados por serem rasos, rochosos e de baixa permeabilidade (Rizzini e Mors, 1976). O estudo foi realizado em poças temporárias (Figura 1), localizadas no município de Governador Dix-sept Rosado, em um trecho intermitente do Rio Apodi Mossoró, semiárido do Rio Grande do Norte, que faz parte da Bacia Hidrográfica do rio Apodi Mossoró (ANA, 2016). A Poça 1 apresentou área média de 4,5m<sup>2</sup>, e área máxima de 7m<sup>2</sup>. Enquanto que a Poça 2, tinha uma área média de 6,5m<sup>2</sup>, e área máxima de 10m<sup>2</sup>.

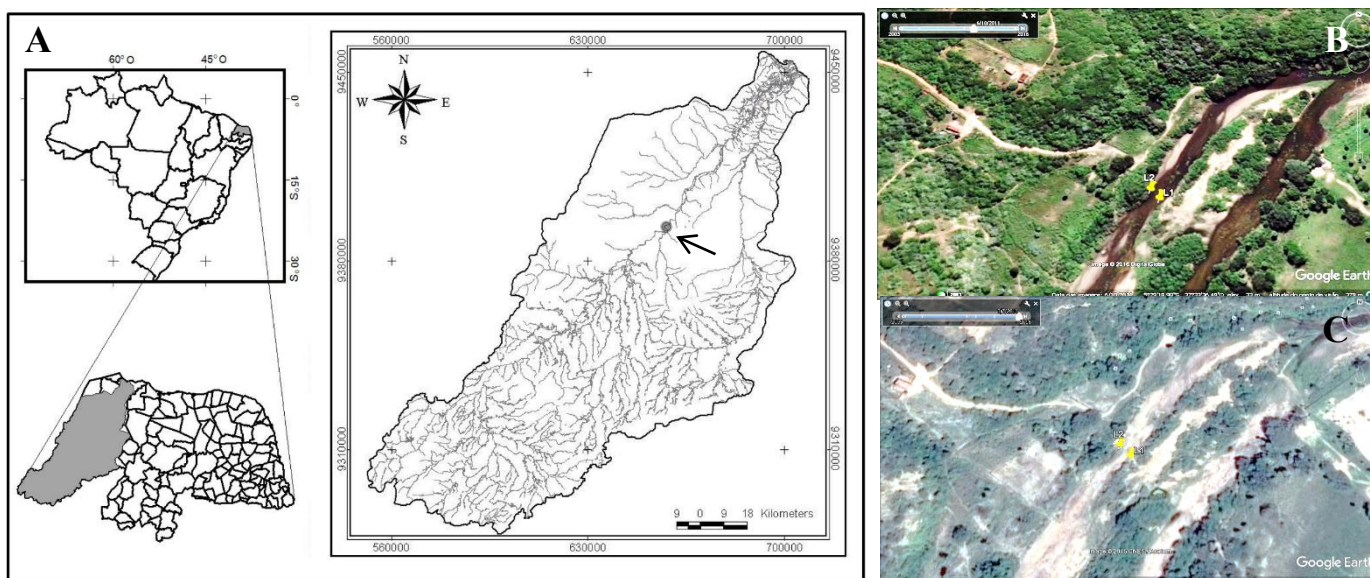


Figura 1. A: Localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró – RN - Brasil, com um círculo destacando a área de estudo. B: Localização geográfica do local de amostragens em um período chuvoso. C: Localização geográfica do local de amostragens em um período seco.

## 2.2 Amostragem

As coletas ocorreram mensalmente entre o período de julho/2012 e junho/2014, compreendendo os períodos de seca e chuva. Para a amostragem foram estabelecidos transectos sentido margem-margem das Poças temporárias. Para cada transecto foram delimitadas parcelas alternadas de  $0,25\text{m}^2$ , ao todo foram delimitadas 192 parcelas, no decorrer de todo o estudo, observando-se que por mês eram amostradas quatro transectos em média, em cada Poça temporária. Em cada parcela foi avaliada a cobertura ocupada pelas espécies de macrófitas aquáticas baseada na escala de Domin-Krajina (Braun-Blanquet, 1979): (1 = <20, 2 = 21-40, 3 = 41-60, 4 = 61-80, 5 = 81-100% de cobertura), além disso em cada parcela mediu-se também a profundidade.

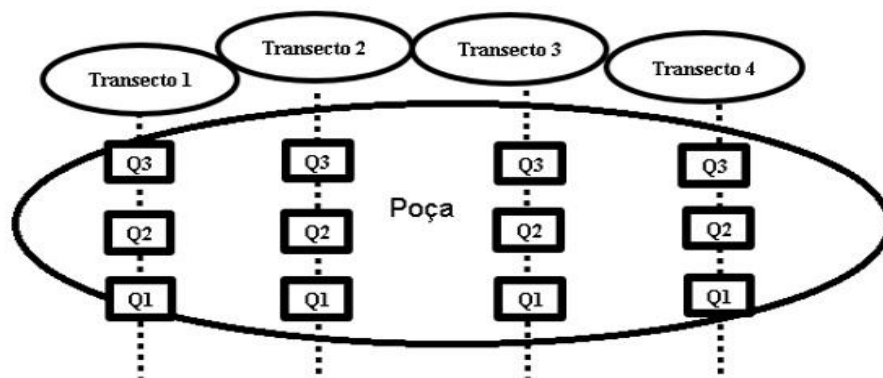


Figura 2. Esquema de coleta em campo, com os transectos sentido margem-margem, para cada transecto foram delimitadas parcelas alternadas de  $0,25\text{m}^2$

Analisou-se ainda as variáveis limnológicas, que foram medidas diretamente em campo: temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica, através do multisensor de parâmetros limnológicos U-52G Horiba®. Os valores das mesmas foram obtidos nos pontos estabelecido ao longo das Poças temporárias. Também foram coletadas amostras de água nesses mesmos pontos, para determinação das concentrações de nutrientes. Em laboratório, foram determinadas as concentrações de fósforo total (PT) (Strickland e Parsons, 1960), nitrito ( $\text{N-NO}^2$ ) e nitrato ( $\text{N-NO}^3$ ), amônia ( $\text{NH}^3$ ); nitrogênio total (NT) (Kjeldahl, 1883).

### 2.3 Análise de Dados

Na análise das formas biológicas, adotou-se a definição proposta por Irgang e Gastal (1996). As espécies foram classificadas como anfíbia (Am), emergente (Em), flutuantes livres (FL), submersa enraizada (SE), folhas flutuantes (FF), e submersa livre (SL). Foi determinada a frequência de cada espécie amostrada por área ao longo do período estudado, sendo classificada como: Constante =  $F > 50\%$ , comum =  $10\% < F \leq 50\%$ , ou rara =  $F \leq 10\%$  (Lobo e Leighton, 1986). Além disso, a medida de riqueza foi avaliada através da riqueza numérica com a contagem de espécies.

Os dados de presença-ausência das formas biológicas nas Poças temporárias foram convertidos em dados de frequência, dividindo o número de vezes que as formas biológicas foram registradas pelo total de registros de todas as formas biológicas, referido como abundância relativa ( $pi$ ), que foi medida como:

$$pi = \frac{ni}{\sum_{i=1}^S ni}$$

Onde,  $ni$  é o número de pontos onde a forma biológica  $i$  foi registrada. Os valores de abundância relativa ( $pi$ ) foram baseados na frequência de ocorrência (incidência baseada em conjunto de dados).

Aplicou-se a Análise dos Componentes Principais (ACP) foi aplicada no intuito de ordenar os pontos de amostragem, a partir da matriz de correlação das variáveis físicas e químicas, sendo que para realizar a ACP utilizou-se os dados das variáveis limnológicas de todo o período estudado. O Teste de Mantel, que investiga a significância estatística entre duas matrizes, foi utilizado com o objetivo de identificar a correlação entre a profundidade, as variáveis limnológicas e a dissimilaridade na comunidade de macrófitas aquáticas. Esta análise calcula o centróide (ou mediana especial) de um grupo específico e compara a dissimilaridade média das  $n$  observações individuais dentro desse grupo (ausência/presença de cada espécie  $p$ ) utilizando uma medida apropriada de dissimilaridade (Anderson, 2011).

### 3. RESULTADOS

Nos ambientes aquáticos temporários estudados foram identificadas oito espécies de macrófitas aquáticas pertencentes a oito gêneros e sete famílias. A família com maior número de espécie foi Pontederiaceae, compreendendo 25% do total de espécies identificadas (*Heteranthera seubertiana* e *Hydrothrix gardneri*) (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies nos lagos temporários do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil. (Formas Biológicas: Am = anfíbio, Em = emergentes, FF = flutuante com folhas, FL = livre flutuação, SE = enraizada submersa).

| Família        | Espécies                        | Formas Biológicas |
|----------------|---------------------------------|-------------------|
| Pontederiaceae | <i>Heteranthera seubertiana</i> | Am                |
|                | <i>Hydrothrix gardneri</i>      | SE                |
| Salvinaceae    | <i>Salvinia auriculata</i>      | FL                |
| Onagraceae     | <i>Ludwigia peploides</i>       | Em                |
| Characeae      | <i>Chara indica</i>             | SE                |
| Convolvulaceae | <i>Ipomea fistulosa</i>         | Am                |
| Cyperaceae     | <i>Eleocharis sp</i>            | Am                |
| Nymphaeaceae   | <i>Nymphaea alba</i>            | FF                |

A forma biológica anfíbia foi mais comum na Poça 1, com três espécies, seguido pela submersa enraizada, com duas espécies, e flutuante livre, emergente (uma espécie cada). Nenhuma espécie submersa livre ou com folhas flutuantes foi encontrada (Figura 3). Na Poça 2, a forma biológica mais comum também foi a anfíbia, com 3 espécies, seguido pela submersa enraizada, com 2 espécies, e flutuante livre, emergente e folhas flutuantes, com 1 espécie cada. Também não foi observada espécie submersa livre nesta Poça (Figura 4).

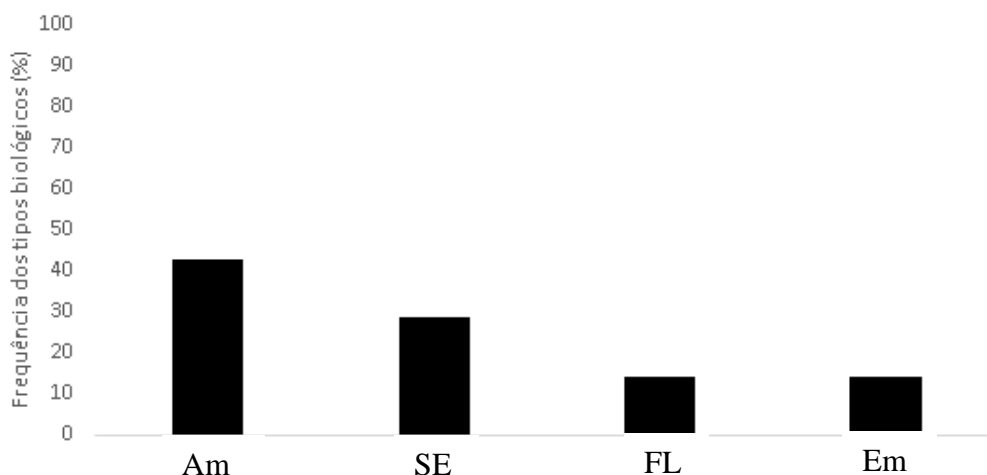


Figura 3. Formas biológicas que ocorreram na Poça 1 no leito do Rio Apodi/Mossoró RN, Brasil. Am = Anfíbia; SE = Enraizada submersa, FL = flutuante livres, Em = Emergente.

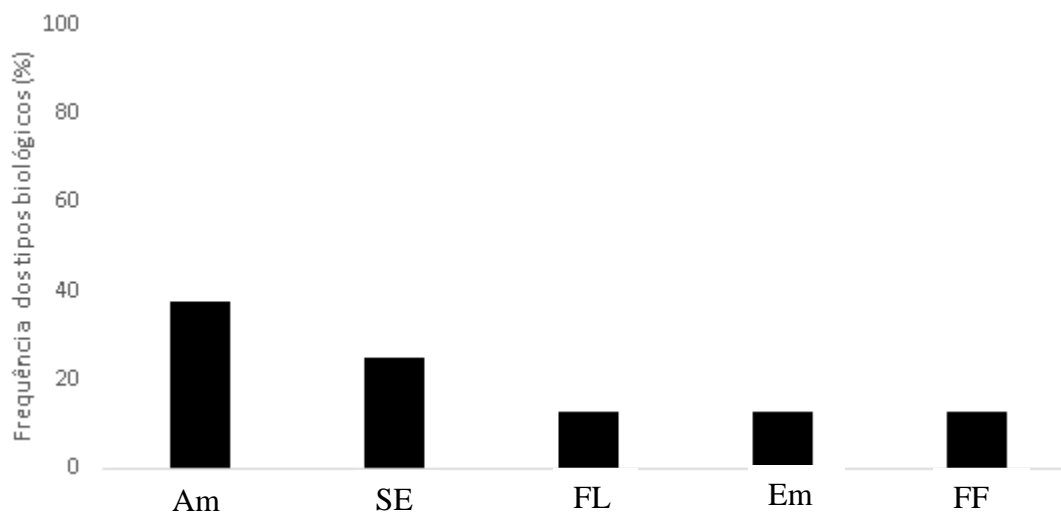


Figura 4. Formas biológicas que ocorreram na Poça 2 no leito do Rio Apodi/Mossoró RN, Brasil. Am= Anfíbia; SE = Enraizada submersa, FL = flutuante livres, Em = Emergente; FF = Folhas flutuantes.

Na Poça temporária 1, as espécies comuns corresponderam a 57,14% do total das macrófitas aquáticas. Espécies constantes e raras representaram 28,57% e 14,28%, respectivamente. Enquanto que na Poça temporária 2, as espécies comuns foram 75% do total de macrófitas aquáticas e as espécies constantes foram 25%. Não houve a ocorrência de espécies raras, entre as espécies comuns, a anfíbia foi o mais frequente, apenas para a Poça 2. Na Poça 1 foram identificadas duas formas biológicas para as espécies constantes (anfíbia e enraizada submersa), quatro para as espécies comuns (anfíbia, enraizada submersa, emergente e flutuante livre) e apenas uma forma biológica para a espécie rara (anfíbia) (Tabela 2). Na Poça 2 identificou-se as mesmas formas biológicas para as espécies constantes, no entanto para as espécies comuns, identificamos cinco formas

biológicas diferentes (anfíbia, enraizada submersa, flutuante livre, folhas flutuantes e emergente) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação de acordo com a frequência de ocorrência de macrófitas aquáticas nas Poças temporárias 1 e 2, leito do Rio Apodi / Mossoró, RN, Brasil.

| Espécies                        | Poça 1    | Poça 2    |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| <i>Heteranthera seubertiana</i> | Constante | Constante |
| <i>Hydrothrix gardneri</i>      | Constante | Constante |
| <i>Salvinia auriculata</i>      | Comum     | Comum     |
| <i>Ludwigia peploides</i>       | Comum     | Comum     |
| <i>Chara indica</i>             | Comum     | Comum     |
| <i>Ipomea fistulosa</i>         | Comum     | Comum     |
| <i>Eleocharis sp</i>            | Rara      | Comum     |
| <i>Nymphaea alba</i>            | -         | Comum     |

Na Poça 1 os meses com maior riqueza foram Julho, Agosto e Dezembro/2012, Janeiro, Fevereiro e Março/2013, com seis espécies de macrófitas aquáticas. Na Poça 2, observou-se que os meses com maior riqueza foram iguais ao da Poça 1, exceto pelo mês de Agosto/2012. As espécies anfíbias que predominaram foram classificadas como constantes e comuns em ambos os ambientes, por apresentarem frequência de ocorrência  $F > 50\%$  (constantes) e  $10\% < F \leq 50\%$  (comum). A menor riqueza foi observada no mês de Abril/2013, quando ocorreram chuvas intensas e os ambientes estudados voltaram a ter água corrente, e no mês de Janeiro/2014 quando os ambientes estavam totalmente secos (Figura 5). A anfíbia *Heteranthera seubertiana* seguida pela submersa fixa *Hydrothrix gardneri* foram observadas em grande abundância e frequência nas duas Poças. Ambas as Poças apresentaram no mês de abril/2013 a maior profundidade, em virtude da inundação, enquanto que nos meses de janeiro e fevereiro/2014 a profundidade foi zero, devido ao período de seca (Figura 6 e Figura 7).

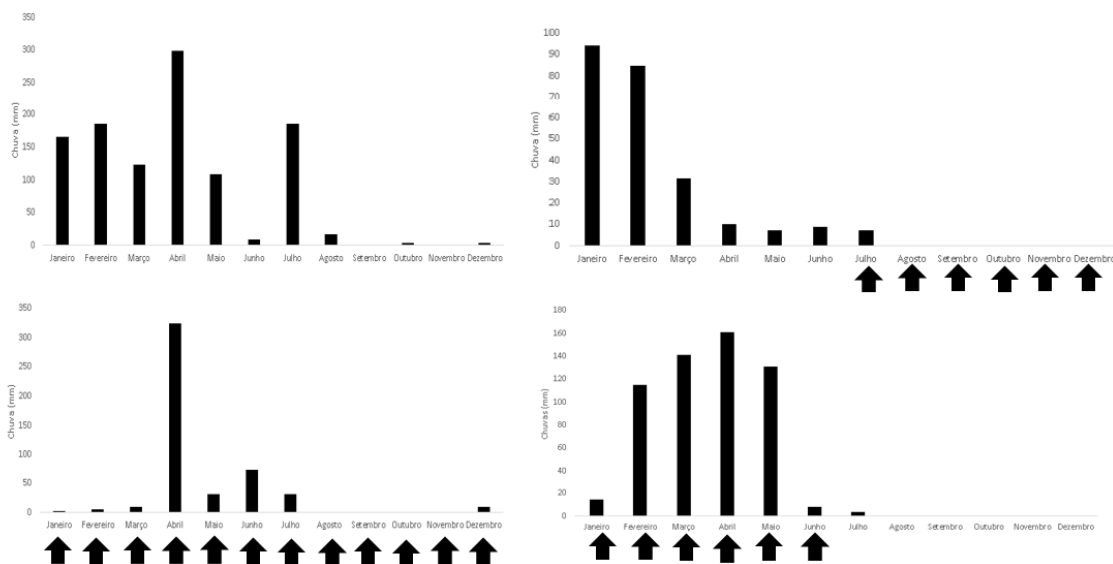


Figura 5. Precipitação pluviométrica dos anos de 2011 a 2014 na estação Governador Dix-Sept Rosado. As setas mostram os meses de estudo, julho/2012 a junho/2014.

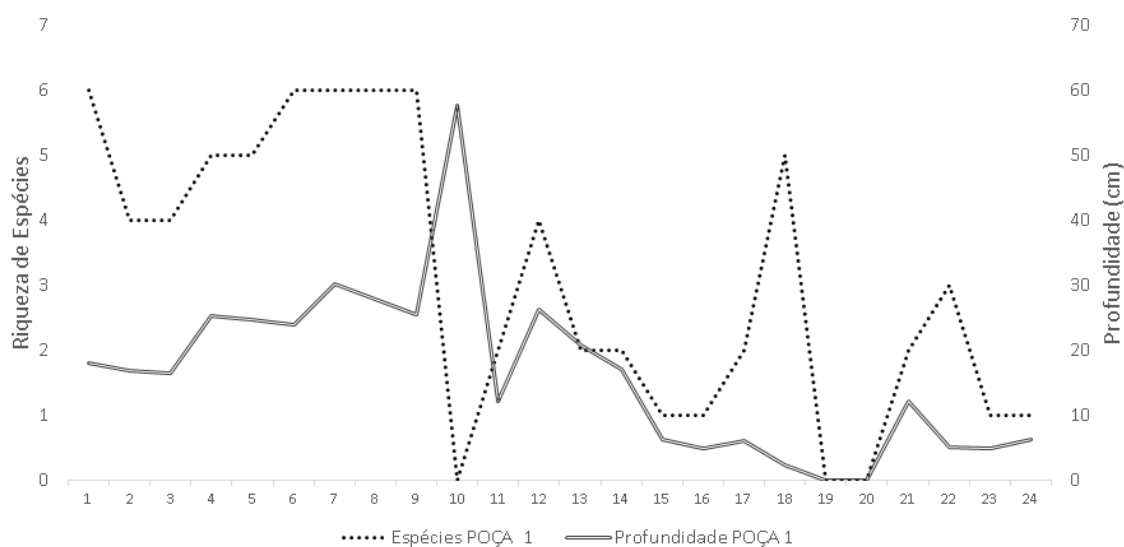


Figura 6. A riqueza das espécies e a profundidade média registradas na Poça temporária 1, em 24 meses de amostragem, no leito do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil. Legenda: 1- Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.

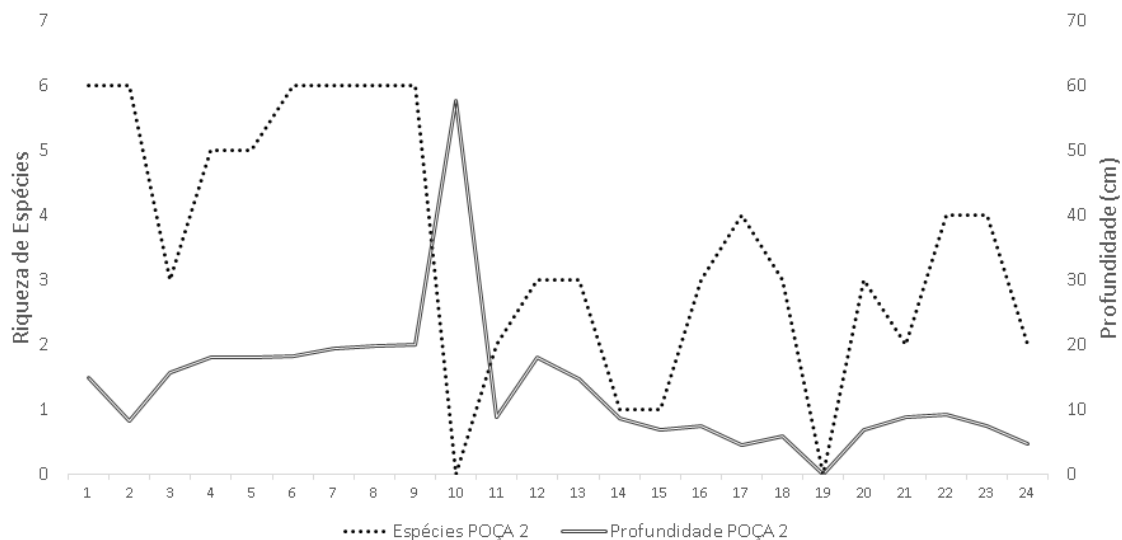


Figura 7. A riqueza das espécies e a profundidade média registradas na Poça temporária 1, em 24 meses de amostragem, no leito do Rio Apodi / Mossoró, RN, Nordeste do Brasil. Legenda: 1- Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.

Na Poça 1, no período anterior à enchente, a riqueza de espécies foi maior se comparada com os períodos após a enchente e ao período seco, sendo que em todos períodos a espécie *H. seubertiana* sempre foi encontrada. Após os períodos de expansão e contração da Poça 1, ocorreram mudanças na comunidade de macrófitas (Figura 8). O mesmo foi observado para a Poça 2, ou seja, no período anterior à enchente a riqueza de espécies foi maior se comparada com a riqueza após a enchente e após a seca. Observou-se também que em todos os períodos a espécie *H. seubertiana* ocorreu com uma alta frequência. A Poça 2 apresentou uma maior riqueza, quando comparada com a Poça 1, para os períodos posteriores à enchente e a seca (Figura 9).



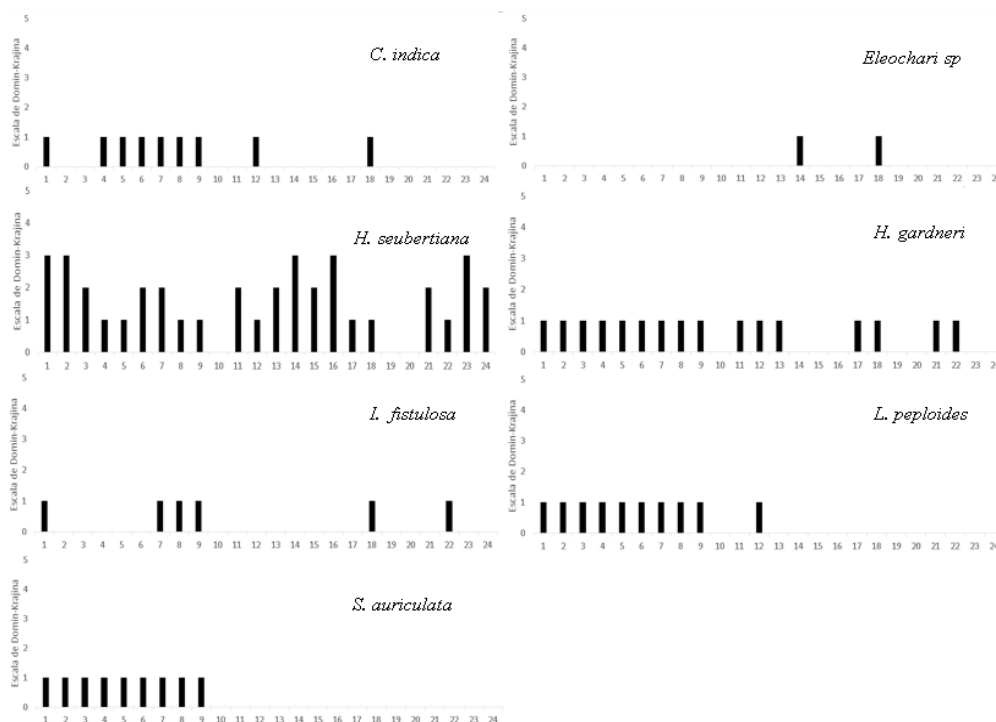


Figura 8. Ocorrência das espécies por mês para a Poça 1, utilizando valores da escala de Domin-Krajina. Legenda: 1-Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.

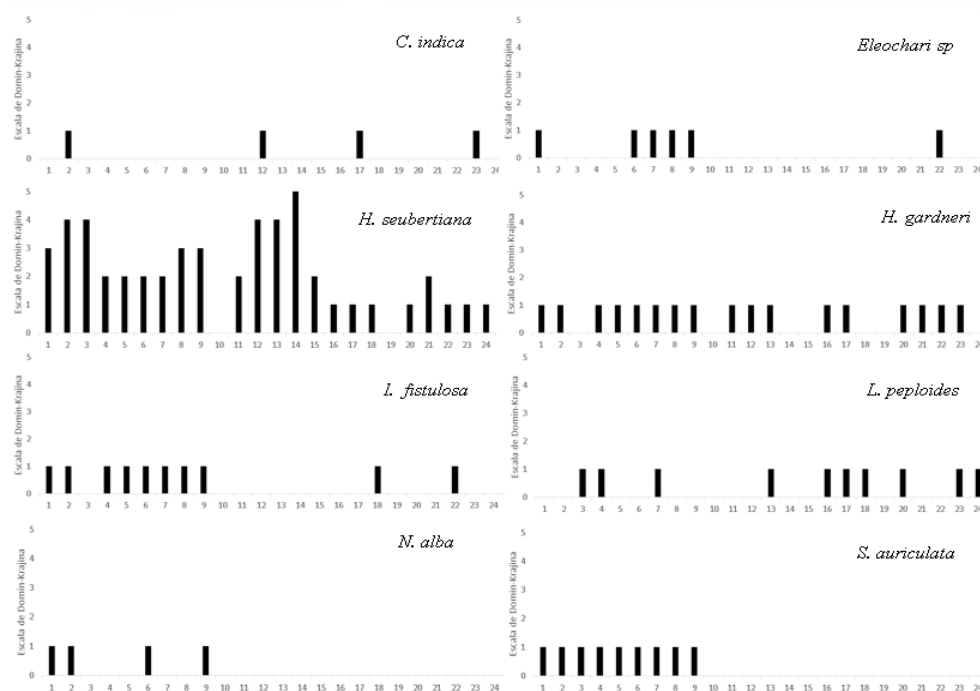
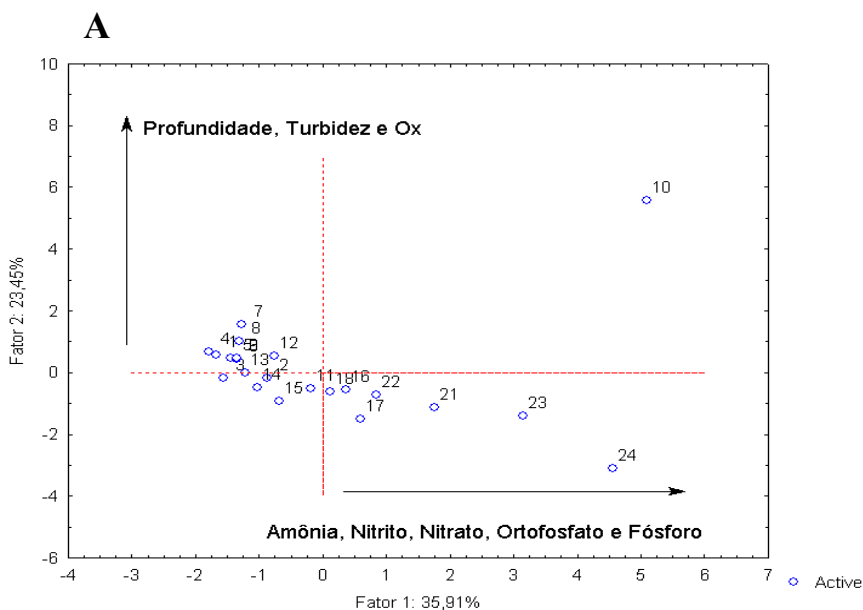


Figura 9. Ocorrência das espécies por mês para a Poça temporária 2, utilizando valores da escala de Domin-Krajina. Legenda: 1-Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.

A análise dos componentes principais (ACP) para as variáveis limnológicas para o período de seca resumiu 59,36 % da variabilidade total dos dados físico-químicos em seus dois primeiros eixos, sendo que o primeiro eixo explicou 35,91% da variância total encontrada e o segundo eixo 23,45% (Figura 10). As variáveis que apresentaram maior importância no eixo 1 foram, respectivamente: amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato e fósforo total. Para o eixo 2 da ACP, as variáveis mais importantes foram, respectivamente: oxigênio, turbidez e profundidade. A temperatura, o pH e o nitrogênio total não estiveram correlacionadas com nenhum dos dois eixos componentes, pelo valor estabelecido de  $|0,6|$ .

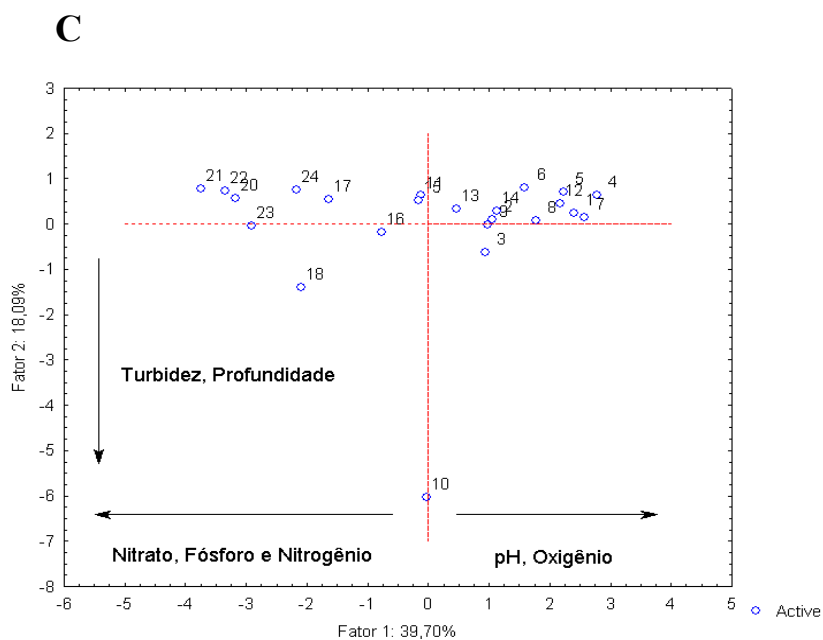
A análise dos componentes principais (ACP) para a Poça 2, o eixo 1 resumiu 39,70% da variância total encontrada e o segundo eixo 18,09% (Figura 11). As variáveis que apresentaram maior importância no eixo 1 foram, respectivamente: pH, oxigênio dissolvido, nitrato, fósforo total e nitrogênio total. Para o eixo 2 da ACP, as variáveis mais importantes foram, respectivamente: turbidez e profundidade. A temperatura, amônia, o nitrito e o ortofosfato não estiveram correlacionadas com nenhum dos dois eixos componentes, pelo valor estabelecido de  $|0,6|$ . Os valores dos meses do período posterior à seca estão mais a esquerda do gráfico, apresentando maiores valores das variáveis que estão negativamente correlacionadas com o eixo 1.

Dessa forma, percebe-se que existe uma diferença entre os meses anteriores ao período de enchente, posteriores ao período de enchente (Junho/2012 a Setembro/2013) e posteriores ao período de seca (Outubro/2013 a Junho/2014), observando-se que os meses posteriores ao período de seca apresentaram valores mais elevados para os compostos nitrogenados e o fósforo total (Figura 12). O mês 10 (abril/2013) foi o período que ocorreu a enchente, apresentando maiores valores dos compostos nitrogenados, como amônia, nitrito, nitrato, de fósforo total e ortofosfato e também de profundidade, turbidez e oxigênio dissolvido.

**B**

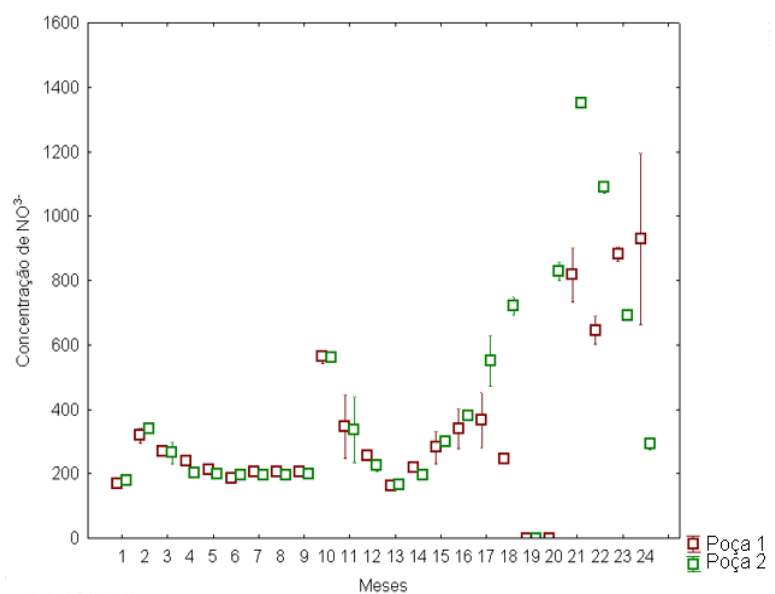
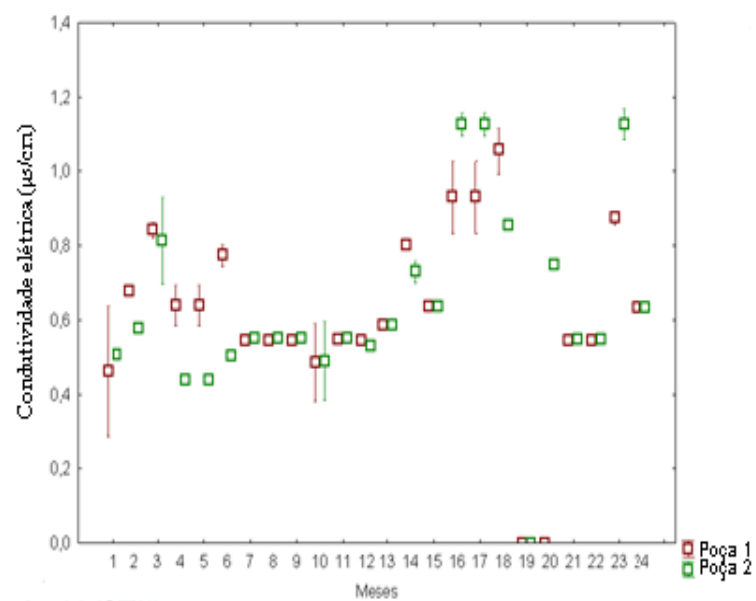
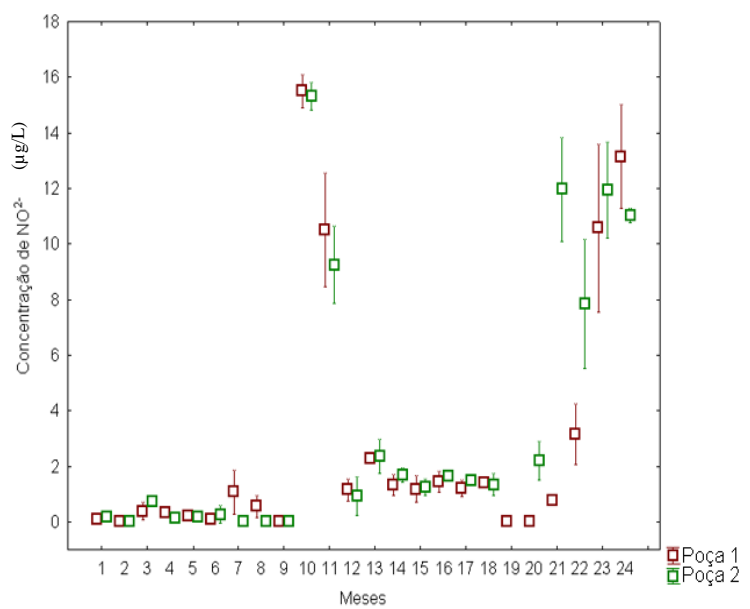
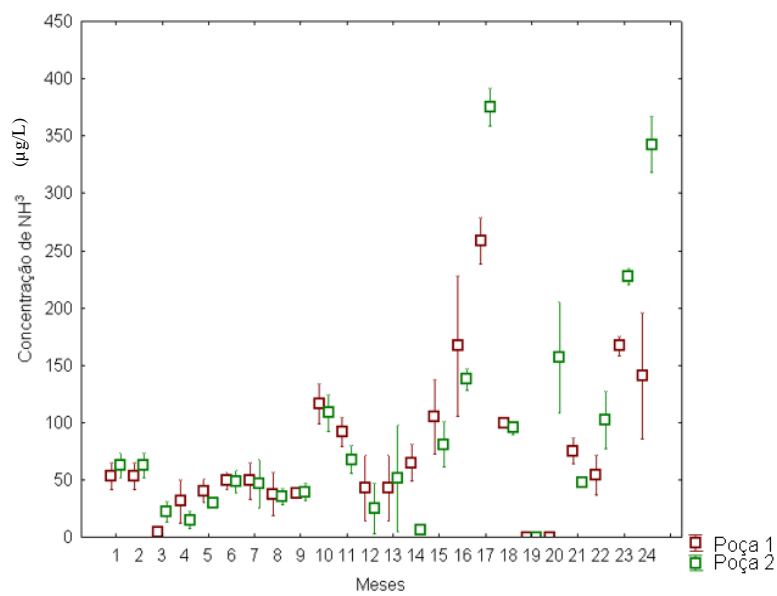
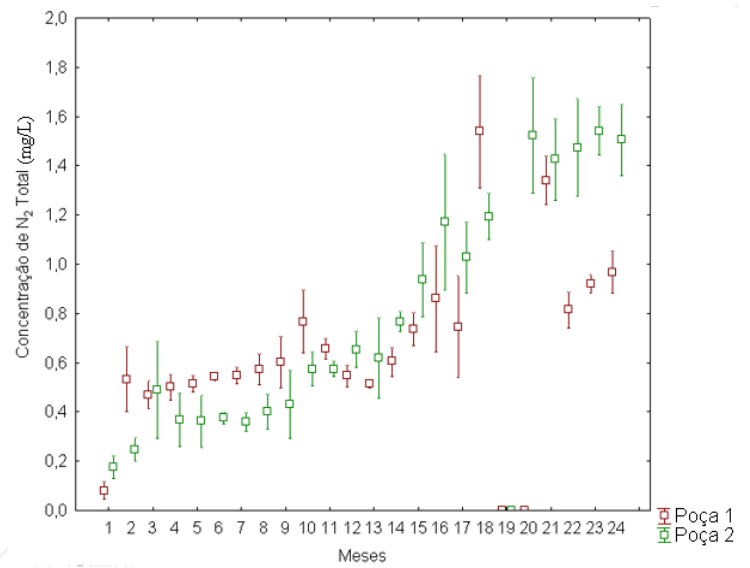
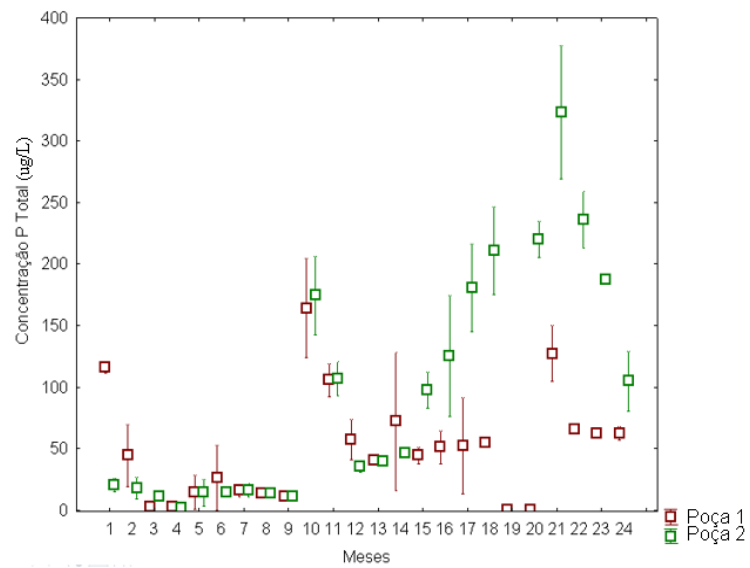
| Variáveis    | Fator 1      | Fator 2      |
|--------------|--------------|--------------|
| pH           | -0,412       | -0,313       |
| OD(mg/L)     | 0,279        | <b>0,604</b> |
| Temperatura  | 0,246        | 0,107        |
| Turbidez     | 0,589        | <b>0,761</b> |
| Amônia       | <b>0,604</b> | -0,426       |
| Nitrito      | <b>0,915</b> | 0,169        |
| Nitrato      | <b>0,855</b> | -0,371       |
| Ortofosfato  | <b>0,742</b> | -0,438       |
| Fósforo      | <b>0,722</b> | 0,184        |
| Nitrogênio   | 0,531        | -0,327       |
| Profundidade | 0,014        | <b>0,917</b> |

Figura 10. Análise dos Componentes Principais das variáveis limnológicas para o ambiente aquático temporário 1. A) Representação dos dois primeiros eixos componentes da ACP; B) Valores de correlação das variáveis. Legenda: 1-Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.

**D**

| Variáveis    | Fator 1       | Fator 2       |
|--------------|---------------|---------------|
| pH           | <b>0,705</b>  | 0,504         |
| OD(mg/L)     | <b>0,692</b>  | -0,277        |
| Temperatura  | 0,292         | 0,223         |
| Turbidez     | -0,158        | <b>-0,951</b> |
| Amônia       | -0,548        | -0,016        |
| Nitrito      | -0,360        | 0,019         |
| Nitrato      | <b>-0,842</b> | -0,060        |
| Ortofosfato  | -0,563        | 0,170         |
| Fósforo      | <b>-0,944</b> | -0,098        |
| Nitrogênio   | <b>-0,883</b> | 0,137         |
| Profundidade | 0,384         | <b>-0,800</b> |

Figura 11. Análise dos Componentes Principais das variáveis limnológicas para o ambiente aquático temporário 2. A) Representação dos dois primeiros eixos componentes da ACP; B) Valores de correlação das variáveis. Legenda: 1-Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.



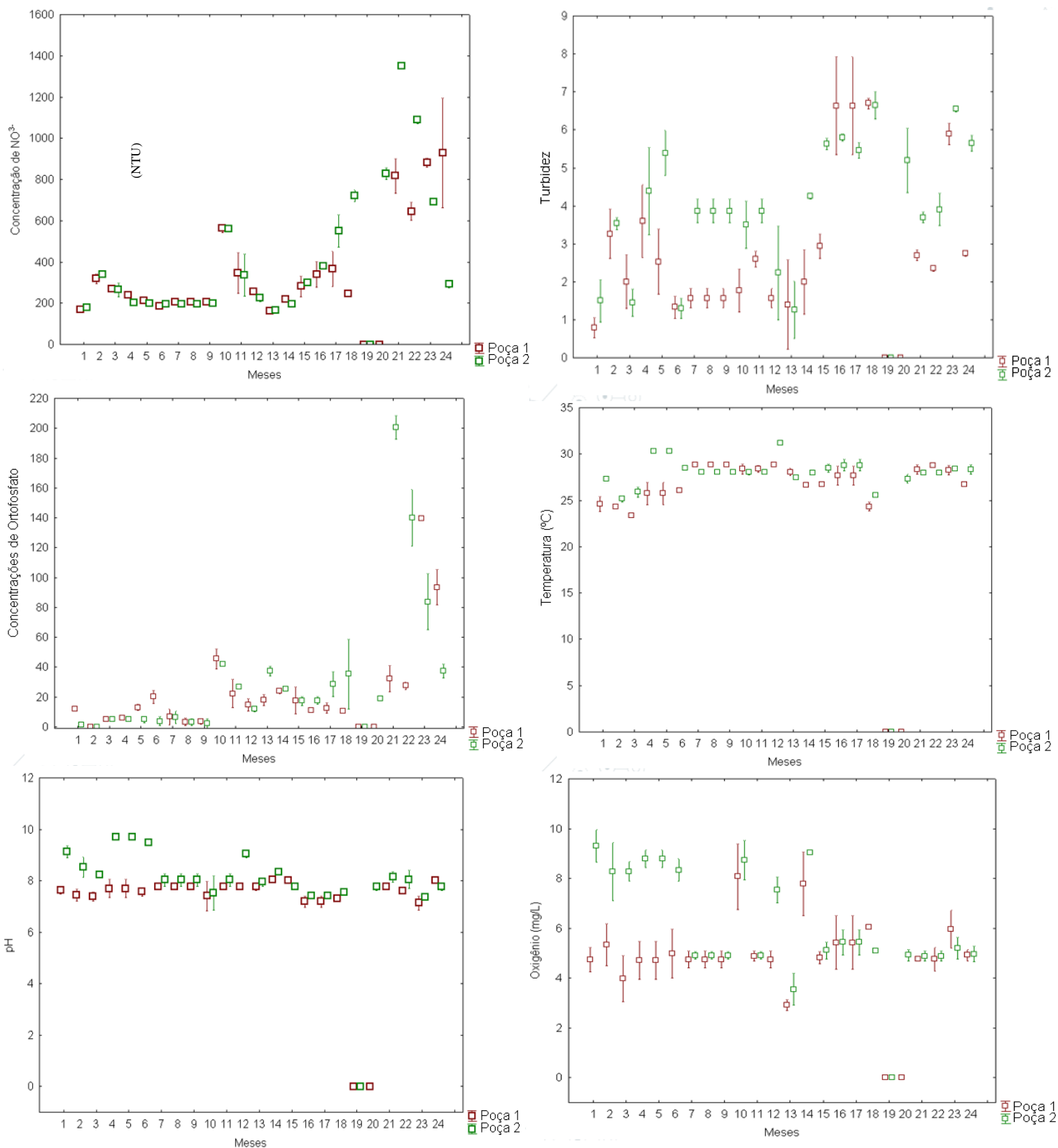


Figura 12. Concentrações de Fósforo Total ( $\mu\text{g/L}$ ), Nitrogênio Total ( $\text{mg/L}$ ), Amônia ( $\mu\text{g/L}$ ), Nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ), Condutividade Elétrica ( $\mu\text{s/cm}$ ), turbidez (NTU), Nitrato ( $\mu\text{g/L}$ ), Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Ortofosfato ( $\mu\text{g/L}$ ), pH e Oxigênio ( $\text{mg/L}$ ) por mês para as Poças temporárias em estudo. Legenda: 1-Jul/2012, 2- Ago/2012, 3- Set/2012, 4-Out/2012, 5-Nov/2012, 6-Dez/2012, 7- Jan/2013, 8- Fev/2013, 9-Mar/2013, 10-Abr/2013, 11- Maio/2013, 12-Jun/2013, 13-Jul/2013, 14- Ago/2013, 15- Set/2013, 16-Out/2013, 17-Nov/2013, 18-Dez/2013, 21-Mar/2014, 22-Abr/2014, 23- Maio/2014, 24-Jun/2014.

Os resultados dos testes de Mantel demonstraram que as mudanças na profundidade das Poças foram correlacionadas com as variações temporais de dissimilaridade das assembleias de macrófitas das duas Poças (Poça 1:  $R = 0.40$ ,  $P = 0.001$ ; Poça 2:  $R = 0.43$ ,  $P = 0,001$ ). A mudança na variação limnológica não foi correlacionada com a dissimilaridade das assembleias de macrófitas na Poça 1 ( $R = 0,07$ ,  $P = 0,238$ ), mas foi significativamente correlacionada com a dissimilaridade das assembleias de macrófitas na Poça 2 ( $R = 0,14$ ,  $P = 0,044$ ), mesmo quando controlando o efeito da profundidade (Mantel parcial:  $R = 0,32$ ,  $P = 0,011$ ) (Figura 13).

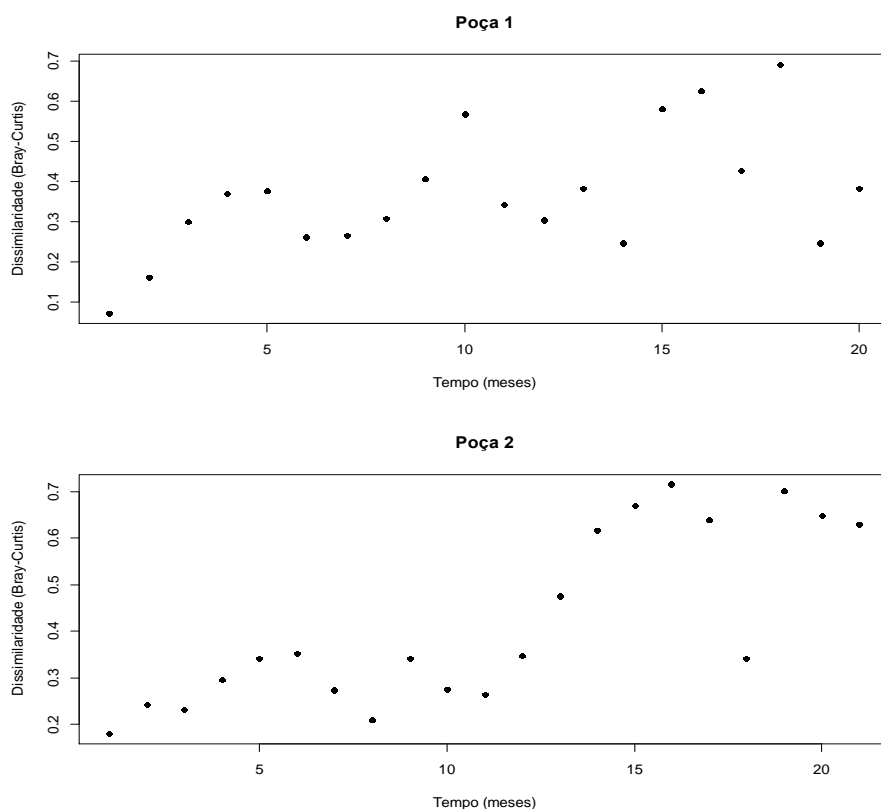


Figura 13. Relações de similaridade das assembleias de macrófitas dos ambientes aquáticos temporários: Poça 1 e Poça 2.

#### 4 DISCUSSÃO

Foi verificado que dentre as sete famílias identificadas, a com maior número de espécies foi a Pontederiaceae, representada pela anfíbia *H. seubertiana* e pela submersa enraizada *H. gardneri*, que foram frequentes em ambas as Poças temporárias durante todo o período estudado, provavelmente em decorrência da forma complementar de crescimento de vida dessas duas espécies que favoreceu sua coexistência. A predominância de macrófitas aquáticas anfíbias foi relatada em ecossistemas temporários e permanentes do semiárido (Santos et al, 2009; Henry-Silva et al, 2010; Lima et al, 2011; Araújo et al, 2012; Sabino et al, 2015). Sponchiado (2008) afirma que, as macrófitas aquáticas consideradas anfíbias são capazes de viver tanto em área alagada como fora da água, geralmente modificando a morfologia da fase aquática para a terrestre quando baixam as águas. As poças temporárias estudadas possuem alternância de fases, seco e alagado e conseqüentemente diversidade de formas biológicas, com predominância de espécies anfíbias.

A espécie anfíbia *H. seubertiana* foi mais abundante e frequente, o que demonstra sua maior capacidade de estabelecer populações viáveis em ambientes temporariamente úmidos. Mormul et al (2015) afirmam que quando a coluna de água é reduzida, aumenta a concorrência por recursos e espaço. Assim, grupos funcionais, tais como espécies flutuantes livres e enraizadas submersas não têm o espaço ou água suficiente para crescer, e o ambiente torna-se dominado pelos grupos de espécies de anfíbios e emergentes, o que leva a uma mudança na composição do grupo funcional. Evangelista et al. (2012) explicam que quando há um forte domínio de uma espécie na comunidade, é esperado raridade de outros.

A quantidade de espécies de macrófitas aquáticas encontrada nas duas poças temporárias foi semelhante ao constatado por Pedro et al (2006), em um estudo também com ambientes temporários no semiárido. Um dos fatores que explica a riqueza de espécies, nas Poças temporárias, é a geomorfologia do ambiente, como observado por Chappuis e Ballesteros (2014), tais autores constataram que a riqueza de espécies foi pouco correlacionada com a maioria das características do corpo de água. Portanto, compreende-se que, mesmo as Poças temporárias, apresentam importância significativa para a biodiversidade regional.

Constatou-se que a menor riqueza de espécies correspondeu ao período de contração das poças. Uma vez que a perda de água leva a extinções locais e / ou dormência

de espécies submersas e flutuantes, o que foi também observado por Rolon et al (2008). Além do que, a permanência das águas superficiais é determinante para a riqueza de espécies de macrófitas aquáticas, fato relatado em outros trabalhos (Rolon et al, 2008; van Geest et al., 2005). Ademais, como mencionado por Rolon et al (2008) quando há o restabelecimento das águas superficiais, a recuperação da riqueza de espécies é relativamente rápida, indicando que a dormência é provavelmente uma estratégia vegetal importante nesses ecossistemas.

Os resultados da ACP evidenciaram altos valores de nutrientes, amônia, nitrito, ortofosfato, nitrato, fósforo total e nitrogênio, para os últimos meses de estudo, que apresentaram também baixa riqueza de espécies e valores baixos para profundidade. Embora Manolaki e Papastergiadou (2012) tenham destacado que as diferentes formas de nitrogênio são importantes na ocorrência de macrófitas e Rolon et al. (2008) tenham observado que as concentrações de nitrato e fósforo foram preditores importantes da composição de macrófitas, pôde-se observar que para poças temporárias estudadas a profundidade foi o fator mais importante na estruturação da comunidade de macrófitas aquáticas, sendo as características químicas da água tiveram um papel secundário na composição da comunidade, assim como constatado por Steffen et al (2014).

As espécies em estudo substituíram-se ao longo do tempo, podendo ser distinguidas em três grupos: (1) pioneiras, que colonizaram após o pico de cheia (primeiro distúrbio) e após o período de seca, quando houve a eliminação das macrófitas (*H. seubertiana* e *H. gardneri*); (2) espécies tardias, que surgiram apenas no início do estudo, quando a comunidade estava mais estabilizada (*Ludwigia peploides*, *Chara indica*, *Salvinia auriculata* na Poça 1 e *S. auriculata*, *Ipomeia fistulosa* e *Nymphaea alba* na Poça 2); (3) espécies esporádicas, que estavam surgiam eventualmente, independentemente dos distúrbios (*Eleocharis sp.*, para a Poça 1 e *C. indica* para a Poça 2). Tabosa et al (2012) também observaram um gradiente de substituição de espécies ao longo do tempo, conseguindo identificar cinco grupos, incluindo a vegetação não aquática ou circundante e as espécies persistentes.

Pott e Pott (2000) e Pott e Pott (2003) mostraram que ocorre uma predominância de espécies do gênero *Ludwigia* e *Eleocharis* em estágios sucessionais mais avançados, enquanto que espécies do gênero *Salvinia* são encontradas em estágios mais iniciais. Neste estudo, no entanto, as espécies do gênero *Heteranthera* e *Hydrothrix* foram pioneiras, provavelmente porque quando as poças estavam com menor profundidade, a área era menor e o ambiente ficava mais favorável para ser colonizado por espécies



anfíbias e emergentes, sendo que espécies como *S. auriculata*, *N. alba* e *C. indica* deixaram de ocorrer.

Observou-se também que as mudanças dinâmicas na composição das espécies se relacionaram em ambas as Poças temporárias com a profundidade do ambiente. Os resultados dos testes de Mantel demonstraram que as mudanças na profundidade das Poças foram correlacionadas com as variações temporais de dissimilaridade das assembleias de macrófitas das duas Poças. Essas mudanças que estão relacionadas aos períodos de expansão e contração das Poças temporárias resultaram em um forte gradiente de substituição de espécies em relação ao tempo, fato observado também por outros autores (Tabosa et al., 2012; Chappuis e Ballesteros, 2014).

O estudo sobre a estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em Poças temporárias do semiárido revelou predomínio da espécie anfíbia *H. seubertiana*, mostrando a predominância de formas de vida anfíbias, de acordo com outros levantamentos desta vegetação que predomina em ambientes temporárias e perenes do semiárido (Santos et al, 2009; Henry-Silva et al, 2010; Lima et al, 2011; Araújo et al, 2012). Observou-se também que a riqueza de espécies foi semelhante à encontrada em outro estudo com poças temporárias no semiárido (Pedro et al, 2006), embora tenha diferido da observada em outros inventários realizados em ambientes aquáticos do semiárido (Santos et al, 2009; Henry-Silva et al, 2010; Lima et al, 2011; Araújo et al, 2012; Tabosa et al, 2012; Campelo, 2013). No entanto alguns desses estudos foram realizados em ambientes perenes do semiárido e outros, embora tenham sido efetuados em ambientes temporários, amostraram um maior número de ambientes e/ou tinha ambientes com grandes áreas. Munne e Prat (2011) sugere que as comunidades biológicas podem ser temporariamente mais pobres em taxa e riqueza de espécies em ambientes temporários. Concluiu-se ainda, que a variação no nível da água foi mais importante para o processo de sucessão das assembleias de macrófitas aquáticas sendo as características químicas da água mais secundárias na estruturação da comunidade.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2016. Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Nordeste do Brasil/ Agência Nacional de Águas, Superintendência de Usos Múltiplos. Brasília: ANA.
- AGUIAR, F.C.; GERM, M.P.; SEGURADO, P.; URBANIČ, G.; MINCIARDI, M.R.; CAMBRA, J.; MUNNÉ, A.; CHAUVIN, C.; PAPASTERGIADOU, E.; CIADAMIDARO, S.; FERREIRA, M.T.; DÖRFLINGER, G.; FERREIRA, J. 2014. Comparability of river quality assessment using macrophytes: A multi-step procedure to overcome biogeographical differences. *Science of the Total Environment*. 476–477: 757–767.
- AKASAKA, M.; TAKAMURA, N.; MITSUHASHI, H.; KADONO, Y. 2010. Effects of land use on aquatic macrophyte diversity and water quality of ponds. *Freshwater Biology*. 55: 909–922.
- ANDERSON, M.J., CRIST, T.O., CHASE, J.M., VELLEND, M., INOUE, B.D., FREESTONE, A.L., SANDERS, N.J., CORNELL, H.V., COMITA, L.S., DAVIES, K.F., HARRISON, S.P., KRAFT, N.J.B., STEGEN, J.C., SWENSON, N.G. 2011. Navigating the multiple meanings of beta diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters* 14: 19-28.
- ARAÚJO, E.S., SABINO, J.H.F., COTARELLI, V.M., FILHO, J.A.S., CAMPELO, M.J.A. 2012. Riqueza e diversidade de macrófitas aquáticas em mananciais da Caatinga. *Diálogos & Ciência*. 32: 229-233
- ARTHINGTON, A. H., BERNARDO, J. M., ILHÉU, M. 2014. Temporary rivers: linking ecohydrology, ecological quality and reconciliation ecology. *River Research And Applications*. 30: 1209-1215
- AZZELLA, M.M., BOLPAGNI, R., OGGIONI, A., 2014. A preliminary evaluation of lake morphometric traits influence on the maximum colonization depth of aquatic plants. *J. Limnol.* 73, 400–406.
- BLOM C.W.P.M, VOESENEK L.A.C.J., BANGA M. et al. 1994. Physiological ecology of riverside species: adaptive responses of plants to submergence. *Annals of Botany* 74: 253–263.
- BORNETTE G, AMOROS C AND CHESSEL D. 1994. Effect of allogenic processes on successional rates in former river channels. *Journal of Vegetation Science* 5: 237–246.
- BORNETTE, G.; PUJALON, S. 2009. Macrophytes: Ecology of Aquatic Plants In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester.

BORNETTE, G.; PUIJALON, S. 2010. Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic Science*. 73: 1–14.

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blum e Ediciones, Madrid. 820p.

CAMPELO, M. J. A, SIQUEIRA FILHO J. A., COTARELLI, V.M., 2013. Structure community of aquatic macrophytes in springs of the semiarid, Northeast Brazil. *International Journal of Scientific Knowledge*. 4: 14-22

CHAPPUIS, E.; BALLESTEROS, E. G. E. 2014. Environmental factors explaining the distribution and diversity of vascular aquatic macrophytes in a highly heterogeneous Mediterranean region. *Aquatic Botany* 113: 72–82

CUNHA-SANTINO, M. B., FUSHITA A. T, PERET, A. C., BIANCHINI-JUNIOR, I. 2016. Morphometry and retention time as forcing functions to establishment and maintenance of aquatic macrophytes in a tropical reservoir. 76(3): 673-685

DATRY, T., LARNED, S., TOCKNER, K. 2014. Intermittent Rivers: A Challenge for Freshwater Ecology. *BioScience* 64 (3): 229–235

DODKINS, I., AGUIAR, F., RIVAES, R., ALBUQUERQUE, A., RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P., FERREIRA, M.T. 2012. Measuring ecological change of aquatic macrophytes in Mediterranean rivers. *Limnologia* 42: 95–107

EVANGELISTA, H., B., A.; THOMAZ, S.M.; EVANGELISTA, L., R. 2012. Comparison of Diversity Indices Applied to Macrophyte Incidence-Based Data. *Brazilian Archives Of Biology And Technology*. 55(2): 277-282.

FERREIRA, F.A., MORMUL, R.P., PEDRALLI, G., POTT, V.J., POTT, A. 2010. Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Hoehnea* 37(1): 43-52

GAWNE, B., SCHOLZ, O., 2006. Synthesis of a new conceptual model to facilitate management of ephemeral deflation basin lakes. *Lakes Reservoirs* 11, 177–188.

HANDLEY, R.J. AND DAVY, A.J. 2002 Seedling root establishment may limit *Najas marina* L. to sediments of low cohesive strength. *Aquatic Botany* 73: 129–136.

HENRY-SILVA, G. G.; MOURA, R. S. T., DANTAS, L. L. O. 2010. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 22(2): 147-156.

HICKS, A.L.; FROST, P.C., 2011. Shifts in aquatic macrophyte abundance and community composition in cottage developed lakes of the Canadian Shield. *Aquatic Botany*. 94: 9–16.

IRGANG, B.E., GASTAL Jr., CVS. 1996. Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS. Porto Alegre: UFRGS. 290 p.

JONES, J.I.; COLLINS, A.L.; NADEN, P.S.; SEAR, D.A. 2012. The relationship between fine sediment and macrophytes in rivers. *River Research and Applications*. 28:1006–1008.

KHAN, F.A., ANSARI, A.A. 2005. Eutrophication: an ecological vision. *Botanical Review* 71: 449–482.

KJELDAHL, J. 1883: Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern, *Z. Anal. Chem.* 22: 366–382

LARNED, S. T., DATRY, T., ARSCOTT, D.B., TOCKNER, K. 2010. Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology* 55, 717–738

LIMA, L.F., SILVA, S.S.L., MOURA-JÚNIOR, E.G., ZICKEL, C.S. 2011. Composição florística e chave de identificação das macrófitas aquáticas ocorrentes em reservatórios do estado de Pernambuco. *Rodriguésia*, 62(4): 771–783.

LOBO, E., LEIGHTON, G. 1986. Estructuras de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de río y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marinha*. 22(1):143–170.

LUKÁCS, B. A.; TÓTHMÉRÉSZ, B.; BORICS, G.; VÁRBÍRÓA, G.; JUHÁSZC, P.; KISS, B.; MÜLLER, Z.; G-TÓTHD, L.; ERŐS, T. 2015. Macrophyte diversity of lakes in the Pannon Ecoregion (Hungary). *Limnologia*. 53:74–83.

MANOLAKI, P., PAPASTERGIADOU, E. 2012. Responses of aquatic macrophyte assemblages to nutrient enrichment in a lowland river basin of western Greece, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology: Official Journal of the Societa Botanica Italiana*, 146:4, 1064–1077

MONCÃO, F.S., SANTOS, A.M., BINI, LM. 2012. Aquatic macrophyte traits and habitat utilization in the Upper Paraná River floodplain, Brazil *Aquatic Botany* 102: 50–55

MORMUL, R.P; ESTEVES, F. A.; FARJALLAC, V. F.; BOZELLI, R. L. 2015. Space and seasonality effects on the aquatic macrophyte community of temporary Neotropical upland lakes. *Aquatic Botany*.126: 54–59.

MUNNE´ A., PRAT N.. 2011. Effects of Mediterranean climate annual variability on stream biological quality assessment using macroinvertebrate communities. *Ecol. Ind.*, 11, 651– 662.

PEDRO, F., MALTCHIK, L.,BIANCHINI JR., I.2006. Hydrologic cycle and dynamics of aquatic macrophytes in two intermittent rivers of the semi-arid region of Brazil. *Braz. J. Biol.*, 66(2B): 575-585.

PINTO-CRUZA, C., BARBOSA, A.M., MOLINAD, J.A., ESPÍRITO-SANTO, M.D., 2011. Biotic and abiotic parameters that distinguish types of temporary ponds in a Portuguese Mediterranean ecosystem. *Ecological Indicators* 11, 1658–1663.

POTT, V.J., POTT, A., 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Brasília.

POTT, V.J., POTT, A. 2003. Dinâmica da vegetação aquática do Pantanal. Pp. 145-162. In: S.M. Thomaz & L.M. Bini. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá, Editora da Universidade Estadual de Maringá.

RIZZINI, C. T. & MORS, W. B., 1976, *Botânica Econômica Brasileira*. São Paulo, EPU, Ed. da USP, 207p.

ROLON, A., S.; LACERDA, T.; MALTCHIK, L.; GUADAGNIN, D., L2008. Influence of area, habitat and water chemistry on richness and composition of macrophyte assemblages in southern Brazilian wetlands. *Journal of Vegetation Science* 19: 221-228.

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

SANTOS, R. C., SÁ JUNIOR, E. M., SANTOS, L. S., COELHO, M. M., CAMPELO, M. J. A 2009. Macrófitas aquáticas em lagoas temporárias no semiárido pernambucano: riqueza, frequência e parâmetros físico-químicos da água. *Centro Científico Conhecer - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, vol.5, n.8.

SCHNEIDER, B., CUNHA, E.R, MARCHESE, M., THOMAZ, S.M. 2015. Explanatory variables associated with diversity and composition of aquatic macrophytes in a large subtropical river floodplain. *Aquatic Botany* 121, 67–75

SPONCHIADO, M. 2008. Efeito da macrófita aquática *Luziola peruviana* Juss. Ex Gmel em açude e seu controle pela caroa capim (*Ctenopharyngodon idella*). Porto Alegre: Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

STEFFEN, K., LEUSCHNER, C., MÜLLER, U., WIEGLEB, G., BECKER, T., 2014. Relationships between macrophyte vegetation and physical and chemical conditions in north-west German running waters. *Aquat. Bot.* 113, 46–55.

TABOSA, A. B., MATIAS, L. Q., MARTINS, F. R. 2012. Live fast and die young: The aquatic macrophyte dynamics in a temporary pool in the Brazilian semiarid region. *Aquatic Botany*. 02: 71–78

van GEEST G.J., COOPS H., ROIJACKERS, R.M.M, BUIJSE A.D. AND SCHEFFER M. 2005. Succession of aquatic vegetation driven by reduced water-level fluctuations in floodplain lakes. *Journal of Applied Ecology* 42: 251–260.