



Universidade Católica do Salvador
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

PAULO TADEU SILVA COSTA

**PROTISTAS HETEROTRÓFICOS COMO FERRAMENTA
PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM
RESERVATÓRIOS URBANOS DA MATA ATLÂNTICA**

SALVADOR

2018

PAULO TADEU SILVA COSTA

**PROTISTAS HETEROTRÓFICOS COMO FERRAMENTA
PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM
RESERVATÓRIOS URBANOS DA MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental do Programa de Pós-graduação em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Dr. Marcelo Cesar Lima Peres

SALVADOR

2018

Ficha Catalográfica. UCSal. Sistema de Bibliotecas

C837 Costa, Paulo Tadeu Silva.

Protistas heterotróficos como ferramenta para avaliação da qualidade da água em reservatórios urbanos da Mata Atlântica/ Paulo Tadeu Silva Costa. __ Salvador, 2018.
158 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica do Salvador.
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Cesar Lima Peres

1. Protistas Heterotróficos 2. Qualidade da água 3. Reservatórios
4. Nordeste Brasileiro I. Universidade Católica do Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação II. Peres, Marcelo Cesar Lima – Orientador
III. Título

CDU 628.168:563.1



UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação
Programa de Pós-graduação em Planejamento Ambiental
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

TERMO DE APROVAÇÃO

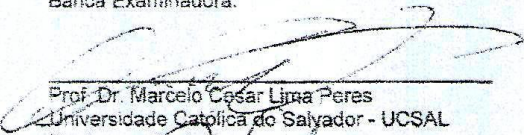
PAULO TADEU SILVA COSTA

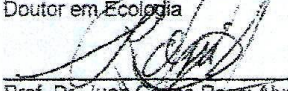
Protistas Heterotróficos como Ferramenta para Avaliação da Qualidade da Água em Reservatórios Urbanos da Mata Atlântica.

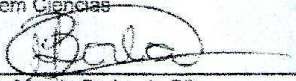
Dissertação aprovada como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Salvador, 17 de janeiro de 2018

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Marcelo Cesar Lima Peres
Universidade Católica do Salvador - UCSAL
Doutor em Ecologia


Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva
Universidade Católica do Salvador - UCSAL
Doutor em Ciências


Prof. Dr. Marcio Borba da Silva
Universidade Federal da Bahia - UFBA
Doutor em Ecologia e Biomonitoramento

DEDICATÓRIA

Dedico este fruto do meu trabalho e da minha longa caminhada de vida acadêmica a minha família que sempre com amor, carinho, força e fé estiveram ao meu lado trilhando um caminho do bem e de muito sucesso.

AGRADECIMENTOS

A produção de um trabalho desse tipo, após anos de dedicação na difusão do conhecimento biológico e na formação de profissionais na área científica, me leva a crer que podemos sempre fazer mais pelo próximo e pelo nosso planeta, inclusive nos aperfeiçoando na prática do bem comum e na busca do equilíbrio. Um bem comum como a água que corre em nossos rios e riachos, que banha nossas matas e florestas, que alimenta nossos animais e plantas, que explode a vida microscópica, quase invisível, mas sempre presente na dinâmica da vida. Vida minha que agradeço ao meu bom DEUS, criador do céu, da terra e da água, tema que escolhi como para conhecer melhor o mundo e navegar no conhecimento científico. Obrigado, meu senhor JESUS CRISTO!

Para navegar nesse conhecimento precisei de vários companheiros para alçar as velas e manter a trajetória, até porque sozinho ninguém navega. Portanto, gostaria de agradecer:

Em primeiro lugar ao meu porto seguro, meus pais, minha esposa Claralúcia e minha filha Clarissa pela paciência, carinho e amor, especialmente nos dias de tempestade.

Ao professor Dr. Marcelo Cesar Lima Peres, pela orientação ou parceria como ele mesmo diz, me dando oportunidade de aprender um pouco mais e aceitando esse desafio de acompanhar com atenção alguém que um dia esteve no lado contrário do leme. Obrigado comandante!

Aos professores Dr. Juan Carlos Rossi Alva e Dr. Márcio Borba da Silva, por aceitarem participar da minha banca examinadora, pela paciência na entrega do material e pelas contribuições realizadas na escrita científica, facilitando minha navegação com segurança.

A Universidade Católica do Salvador (UCSAL) pelo apoio sempre presente desde a graduação até os dias de hoje, como professor da instituição ou como aluno do Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental, contribuindo assim com minha realização profissional e formação científica em águas calmas.

A Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) pelo apoio na busca da minha capacitação profissional, criando condições para a realização das minhas experiências, essenciais para o meu desenvolvimento e um navegar tranquilo.

Aos meus mentores acadêmicos Lucia Menezes de Miranda Castro, Ligia Paraguassú Baptista e Alzira Barreto de Oliveira (*In memoriam*), pelas oportunidades e confiança que me deram na vida acadêmica.

À professora Iraci Gomes Bomfim (UEFS), pelo carinho, amizade e exemplo de dedicação profissional e acima de tudo pelo apoio prestado nesse período de muita escrita científica e águas agitadas.

Ao professor Moacir Tinoco, coordenador do Programa do Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental, pelo apoio e orientações durante a seleção e execução do mestrado.

Ao biólogo, amigo e braço direito nessa vida acadêmica Msc. Daniel de Abreu, pelas oportunas discussões, esclarecimentos e confiança durante a produção científica. Obrigado ao meu “imediato” da navegação científica.

Ao amigo, colega e parceiro de longas datas Msc. Fabrício Aleluia e sua esposa Msc. Sheila Bonfim pelo apoio na realização das coletas dos parâmetros físicos e químicos, concedendo empréstimo das sondas multiparamétricas para análises abióticas da lagoa.

Aos meus alunos e estagiários do grupo de pesquisa NIEZ/UCSAL, pelo apoio nas campanhas em campo e triagem em laboratório, em especial Ana Gleice e Kelvin de Paulo, por estarmos juntos durante um bom período dessa navegação.

Ao amigo e colega do NIEZ/UCSAL professor Éder Carvalho pela parceria nesse navegar científico.

A administração do Parque Municipal de Pituáçu (PMP) pela atenção dispensada a nossa equipe de trabalho, na pessoa do Sr. Luiz, estando sempre disponível com sua equipe (Srs. Tim, Marcos e Índio), para nos atender e facilitar nossa operacionalização em campo.

Ao Laboratório de Zoologia da UCSAL, nas figuras dos funcionários Hipólito e Elisabeth, pelo apoio prestado durante o período de triagem e análise do material biológico.

Aos colegas do mestrado pelo tempo dedicado aos créditos e na árdua caminhada de conclusão do curso, em especial as amigas Patrícia e Juanita, por dividir as dificuldades e facilidades durante o período.

A todos os monitores da disciplina Zoologia 1 e Biologia dos Protistas que prestaram seu apoio durante a execução do projeto.

Enfim, gostaria de agradecer a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desse projeto, logo meu muito obrigado.

EPIGRAFE

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”

Charles Darwin

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

APRESENTAÇÃO.....	15
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
1.1 Água, um recurso natural.....	20
1.2 Recursos Hídricos, breves reflexões.....	22
1.3 Monitoramento.....	23
1.4 Biomonitoramento.....	24
1.5 Indicadores e Índices Biológicos.....	26
1.6 Ambientes lênticos e seus compartimentos.....	29
1.7 A Dinâmica Metabólica em Ambientes Lênticos.....	31
1.8 Zooplâncton.....	32
1.9 Protistas Heterotróficos (Protozoários).....	33
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	35
REFERÊNCIAS.....	41

CAPÍTULO 1-Composição da comunidade de protistas heterotróficos da Lagoa de Pituaçu, Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia.

Resumo.....	51
Abstract.....	52
1. Introdução.....	53
2. Materiais e Métodos.....	55
2.1 Área de Estudo.....	55
2.2 Procedimentos Metodológicos.....	57
2.3 Análise dos Dados.....	58
3. Resultados e Discussões.....	58
3.1 Descrição dos Taxa Identificados.....	65
4 Considerações Finais.....	72
Referências.....	73

CAPÍTULOS 2 – Variáveis abióticas associadas a comunidade de protistas heterotróficos em um reservatório urbano da Mata Atlântica.

Resumo.....	82
Abstract.....	83
1. Introdução.....	84

2. Materiais e Métodos.....	86
2.1 Área de Estudo.....	86
2.2 Procedimentos Metodológicos.....	88
2.2.1 Amostragem das Variáveis Abióticas.....	90
2.2.2 Amostragem do Material Biológico.....	90
2.2.3 Análise dos Dados.....	92
3. Resultados e Discussões.....	92
3.1 Análises das Variáveis Abióticas.....	92
3.2 Análise da Comunidade de Protistas Heterotróficos.....	100
4. Considerações Finais.....	110
Referências.....	111
<i>CAPÍTULO 3 - Protistas heterotróficos como ferramenta para avaliação da qualidade da água – Protocolo técnico para identificação de bioindicadores.</i>	
Resumo.....	118
Abstract.....	119
1. Introdução.....	120
2. Materiais e Métodos.....	123
2.1 Área de Estudo.....	123
2.2 Procedimentos Metodológicos.....	124
3. Resultados e Discussões.....	125
3.1 Descrições dos taxa e sua bioindicação.....	125
4 Considerações Finais.....	151
Referências.....	152
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 - Distribuição de água no planeta Terra (A). Distribuição de água doce no planeta Terra (B) 21

Figura 2– Principais zonas de ambientes lênticos..... 30

Figura 3– Modelo simplificado de cadeia alimentar em um ecossistema aquático continental..... 32

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

Figura 4 – Localização da área de estudo, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia..... 36

Figura 5 – Bacia Hidrográfica de Pedras/Pituvaçu – Salvador-BA..... 38

Figura 6 – Bairros na Bacia Hidrográfica de Pedras/Pituvaçu..... 39

Figura 7 - Sistema de Drenagem: Bacia Hidrográfica de Pituvaçu..... 40

CAPÍTULO 1-Composição da Comunidade de Protistas da Lagoa de Pituvaçu, Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia.

Figura 1 – Localização da área de estudo, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia 56

Figura 2 - Percentual de Composição dos Protistas Heterotróficos da Lagoa de Pituvaçu - entre 2004 e 2017 60

Figura 3 - Percentual de Composição dos *Taxa* do Filo Ciliophora Identificado na Lagoa de Pituvaçu, Salvador – BAHIA 62

Figura 4 - Percentual de Composição dos *Taxa* do Filo Amebozoa Identificado na Lagoa de Pituvaçu, Salvador – BAHIA 63

Figura 5 - Percentual de Composição dos *Taxa* do Filo Euglenozoa Identificados na Lagoa de Pituvaçu, Salvador – BAHIA 64

CAPÍTULOS 2 – Variáveis Abióticas associadas a comunidade de Protistas Heterotróficos em um reservatório urbano da Mata Atlântica.

Figura 1– Vista Panorâmica do Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia, Brasil 87

Figura 2– Localização da área de estudo, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia, Brasil..... 88

Figura 3– Localização da área de estudo e os pontos de amostragem, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia, Brasil..... 89

Figura 4 - Diagrama de análise dos componentes principais (PCA) aplicado às variáveis abióticas no meio epilimnico. Lagoa de Pituaçu (PMP). Salvador (BA).....	97
Figura 5 - Diagrama de análise dos componentes principais (PCA) aplicado às variáveis abióticas no meio hipolimnico. Lagoa de Pituaçu (PMP). Salvador (BA).	99
Figura 6 – Distribuição do número de taxa de protistas heterotróficos por pontos, durante período de amostragem na Lagoa de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia.	104
<i>CAPÍTULO 3 - Protistas Heterotróficos como Ferramenta para Avaliação da Qualidade da Água – Protocolo técnico para identificação de bioindicadores.</i>	
Figura 1 – Localização da área de estudo, Reservatório de Pituaçu, Salvador-Bahia, Brasil.	123
Figura 2 – <i>Aspidisca</i>	125
Figura 3 – <i>Blepharisma</i>	126
Figura 4 – <i>Campanella</i>	126
Figura 5 – <i>Carchesium</i>	127
Figura 6 – <i>Chilodonella</i>	127
Figura 7 – <i>Coleps</i>	128
Figura 8 – <i>Colpidium</i>	129
Figura 9 – <i>Colpoda</i>	129
Figura 10 – <i>Didinium</i>	130
Figura 11 – <i>Dileptus</i>	130
Figura 12 – <i>Epistylis</i>	131
Figura 13 – <i>Euplotes</i>	131
Figura 14 – <i>Frontonia</i>	132
Figura 15 – Halteria	133
Figura 16 – <i>Lacrymaria</i>	133
Figura 17 – <i>Loxodes</i>	134
Figura 18 – <i>Metopus</i>	134
Figura 19 – <i>Oxytricha</i>	135
Figura 20 – <i>Paramecium</i>	136
Figura 21 – <i>Spirostomum</i>	136
Figura 22 – <i>Stentor</i>	137

Figura 23 – <i>Stylonychia</i>	138
Figura 24 – <i>Tetrahymena</i>	139
Figura 25 – <i>Urocentrum</i>	139
Figura 26 – <i>Uroleptus</i>	140
Figura 27 – <i>Uronema</i>	140
Figura 28 – <i>Urostyla</i>	141
Figura 29 – <i>Vorticella</i>	141
Figura 30 – <i>Zoothanium</i>	142
Figura 31 – <i>Actinosphaerium</i>	143
Figura 32 – <i>Actinophrys</i>	143
Figura 33 – <i>Arcella</i>	144
Figura 34 – <i>Centropyxis</i>	145
Figura 35 – <i>Diffugia</i>	145
Figura 36 – <i>Euglypha</i>	146
Figura 37 – <i>Anisonema</i>	147
Figura 38 – <i>Bodo</i>	147
Figura 39 – <i>Entosiphon</i>	148
Figura 40 – <i>Peranema</i>	149

LISTA DE QUADROS

INTRODUÇÃO GERAL

Quadro 1 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água..... 25

Quadro 2 – Classificação do IQA – CETESB 29

CAPÍTULO 3 - Protistas Heterotróficos como Ferramenta para Avaliação da Qualidade da Água – Protocolo técnico para identificação de bioindicadores.

Quadro 1 – Índice de qualidade da Água, segundo os protistas heterotróficos como ferramenta de avaliação 151

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1-*Composição da Comunidade de Protistas da Lagoa de Pituvaçu, Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia.*

Tabela 1 – Lista dos taxa de protistas heterotróficos identificados entre 2004 e 2017 na Lagoa de Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia. 59

CAPÍTULO 2 – *Variáveis Abióticas associadas a comunidade de Protistas Heterotróficos em um reservatório urbano da Mata Atlântica.*

Tabela 1- Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem na Lagoa de Pituvaçu, Salvador, Bahia 90

Tabela 2 – Médias e desvio padrão (\pm) das variáveis abióticas da Lagoa de Pituvaçu (BA) durante amostragem no meio epilimnico (zona fótica ou superfície)..... 93

Tabela 3– Médias e desvio padrão (\pm) das variáveis abióticas da Lagoa de Pituvaçu (BA) durante amostragem no meio hipolimnico (zona afótica ou fundo) 93

Tabela 4 - Matriz de dimensão das variáveis abióticas dos cinco eixos extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) para o meio epilimnico da Lagoa de Pituvaçu (Salvador – Bahia) 96

Tabela 5 - Matriz dos autovalores das variáveis abióticas com os eixos 1 e 2 extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) dos dados analisados no meio epilimnico..... 96

Tabela 6 - Matriz de dimensão das variáveis abióticas dos cinco eixos extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) para o meio hipolimnico da Lagoa de Pituvaçu (Salvador – Bahia). 98

Tabela 7- Matriz dos autovalores das variáveis abióticas com os eixos 1 e 2 extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) dos dados analisados no meio hipolimnico. 98

Tabela 8 – Composição dos taxa de protistas heterotróficos identificados do ponto 1 ao 8, entre dezembro/2016 e março/2017 na Lagoa de Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia. 100

Tabela 9 - Distribuição dos taxa de protistas heterotróficos nos meios epilimnico e hipolimnico identificados no período amostrado na Lagoa de Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia. 105

Tabela 10 – Distribuição dos taxa de protistas heterotróficos, entre os pontos amostrados no meio epilimnico na Lagoa de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia..... 107

Tabela 11 – Distribuição dos taxa de protistas heterotróficos, entre os pontos amostrados no meio hipolimnico na Lagoa de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia. 108

CAPÍTULO 3 – Protistas Heterotróficos como Ferramenta para Avaliação da Qualidade da Água – Protocolo técnico para identificação de bioindicadores.

Tabela 1 – Tabela de cálculo para pontuação dos protistas heterotróficos a nível de gênero para índice de qualidade da água. Lagoa de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia.....150

APRESENTAÇÃO

O trabalho a ser apresentado a seguir corresponde à dissertação desenvolvida entre abril de 2015 a novembro de 2017 no Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador dentro do Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental, seguindo a linha de identificação e remediação de comprometimentos biológicos, físicos e químicos no planejamento ambiental com uso de tecnologias ambientais, sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Cesar Lima Peres.

A pesquisa visa contribuir com o conhecimento do grupo de Protistas Heterotróficos (Protozoários) em reservatórios urbanos da Mata Atlântica, identificando seus principais *taxa* através de características morfológicas e comportamentais e o seu emprego no monitoramento da qualidade das águas continentais. Esse trabalho tem como produto final um protocolo para avaliação da qualidade da água em reservatórios urbanos da Mata Atlântica, utilizando os protistas heterotróficos como referência e como método a ser aplicado por especialistas e técnicos nas análises biológicas da água.

A unidade de estudo escolhida para servir de parâmetro dos reservatórios urbanos foi a Lagoa de Pituaçu, localizada em área de mata atlântica dentro do Parque Metropolitano de Pituaçu, uma unidade de conservação situada na zona urbana da cidade de Salvador (BA) e enquadrada no SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) com o objetivo da conservação dos ecossistemas naturais englobados contra quaisquer alterações que os descaracterizem.

A pesquisa baseou-se na hipótese de que as atividades antrópicas nas últimas décadas têm alterado o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos continentais, promovendo mudanças nas diversas populações de organismos aquáticos, entre eles os protistas heterotróficos que respondem rapidamente essas alterações, pois possuem ciclo de vida curto e estrutura simples, portanto fortes candidatos como indicadores de poluição nos corpos d'água.

A metodologia e os resultados da pesquisa são apresentados seguindo os objetivos propostos na pesquisa, com ênfase na identificação e descrição dos *taxa*, frequência dos *taxa* nas amostragens, relação desses organismos com o meio abiótico e seu potencial de bioindicação.

Com a produção e execução da pesquisa, a dissertação foi estruturada seguindo o modelo de artigos científicos, separada em três (3) capítulos, como apresentada a seguir:

CAPÍTULO 1 – Composição da comunidade de protistas heterotróficos da Lagoa de Pituaçu, Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia

CAPÍTULO 2 – Variáveis abióticas associadas a comunidade de protistas heterotróficos em reservatório urbano da Mata Atlântica.

CAPÍTULO 3 – Protistas heterotróficos como ferramenta para avaliação da qualidade da Água – Protocolo técnico para identificação de bioindicadores.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos superficiais, como lagos e reservatórios, têm sofrido inúmeras alterações decorrentes do crescimento populacional e o mau uso dos recursos hídricos. Nesse sentido, Medeiros (2012), destaca que “algumas atividades antrópicas que, em alguma parte do seu processo, estão ligadas aos ecossistemas aquáticos, diminuem a qualidade e oferta da água”. Essa questão leva a uma preocupação quanto à saúde ambiental das águas superficiais e a necessidade de preservação e conservação da vida aquática, de forma que para atenuar a redução da qualidade da água é preciso o monitoramento dos recursos hídricos, permitindo avaliar as condições de poluição e alteração do corpo hídrico (SOUZA; SPERLING, 1999).

As alterações físicas e químicas do meio acarretam em mudanças qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas (ESTEVES, 1998). Essas comunidades podem ser avaliadas por meio de levantamento de dados de abundância, riqueza e diversidade do zooplâncton (protozoários, rotíferos, cladóceros, copépodos e larvas de dípteros (insetos) da família Chaoboridae) e de sua dinâmica sazonal ao longo dos períodos hidrológicos (SOUZA; SPERLING, 1999). Segundo Esteves (2011), zooplâncton é um termo genérico para um grupo de animais de diferentes categorias sistemáticas, tendo como característica comum a coluna d’água como seu hábitat principal.

A comunidade zooplanctônica tem sido reportada como organismos importantes para a dinâmica e estruturação dos ambientes aquáticos (GIOVANINI; AZEVEDO, 2010). Estes grupos constituem a principal fonte de alimentos para diferentes peixes (CARDOSO et al., 2008). Servem de elo entre produtores e consumidores de nível superior na cadeia trófica, também exercem papel fundamental na reciclagem de nutrientes (CARDOSO et al., 2008; GIOVANINI; AZEVEDO, 2010). Além disso, os organismos zooplanctônicos desempenham um importante papel na ecologia dos ambientes aquáticos enquanto componente da manutenção da qualidade da água, através da filtragem do fitoplâncton (GIOVANINI; AZEVEDO, 2010). Sua abundância e diversidade estão associadas a diferentes fatores, tais como grau de trofia dos sistemas aquáticos, grau de poluição, contaminação e disponibilidade de habitats. Esses organismos, de forma geral, são sensíveis às mudanças ambientais, apresentando respostas imediatas, sendo, portanto, ótimos

bioindicadores (CARDOSO et al., 2008; GIOVANINI; AZEVEDO, 2009). Segundo Ismail et al., 2016, os rotíferos são valiosos indicadores de ecossistemas de água doce, pois sua abundância é fortemente dependente do estado trófico dos corpos d'água, já Tundisi(2008) afirma que dados do programa Biota/FAPESP (MATSUMURA TUNDISI et al,2003) informam que o copépode calanóide *Argynodiaptomus furcatus* é indicador de ecossistemas com baixo grau de eutrofização e contaminação, e, portanto, sua presença ou ausência pode possibilitar a caracterização de determinado lago ou represa.

Segundo Payne (2013), os protozoários apresentam sete razões para serem inclusos como bioindicadores: a sensibilidade ambiental, a importância funcional, a distribuição, tamanho e números, o tempo de resposta, a facilidade de análise e o potencial de preservação; Debastiani et al.(2016), diz que os resultados de suas pesquisas com os ciliados, por exemplo, mostram que esses podem ser afetados por diferentes graus de poluição, pelo fato de terem ciclo de vida curto, permitindo a detecção de impactos em pequena escala de tempo, bem como respostas diretas às mudanças ambientais e alta sensibilidade aos contaminantes.

Quando o meio aquático sofre a introdução de poluentes, ocorrem alterações ambientais e o zooplâncton reage a estas. Assim, pode haver anomalias, como a modificação de suas funções vitais normais ou de sua composição química, o que permite avaliar as condições ambientais. Nesse sentido o zooplâncton, além de indicador da qualidade da água, também é considerado indicador de impacto ambiental (VEADO, 2008).

Dentre os organismos zooplanctônicos, os protistas heterotróficos são um dos grupos menos estudados, que após serem negligenciados durante muito tempo e descobertas suas variadas funções no ecossistema aquático passaram a receber mais atenção em estudos limnológicos (MEDEIROS, 2012), esse fato deveu-se a substituição de uma metodologia de coleta inadequada, aplicada tradicionalmente, com redes de abertura de malha que não retinha os microrganismos, além de dificultar a sua concentração em razão da sua fragilidade e plasticidade (GOMES;GODINHO 2004) por técnicas mais apropriadas e eficientes, como as com redes de abertura na faixa de 50-65µm para mesozooplâncton (COELHO, 2004) ou através da Unidade de Espuma de Poliuretano (JIANG; SHEN; 2005), que permitem concentrar mais os

organismos. Os protozoários (protistas heterotróficos) de vida livre são organismos unicelulares, eucariontes e heterotróficos, havendo, também, representantes mixotróficos (GODINHO; REGALI-SELEGHIM, 1999; SHERR; SHERR, 2002; LOBATO JUNIOR; ARAUJO, 2015). São organismos que participam da transferência de energia aos níveis tróficos superiores, pelo fato de se alimentarem de partículas que não são assimiladas pelo macrozooplâncton. Os ciliados, por exemplo, transformam a matéria orgânica de tamanho muito pequeno, possibilitando que sejam ingeridas por rotíferos, cladóceros e copépodos, além disso, são protistas amplamente distribuídos e utilizados como indicadores de qualidade de água, sendo também empregados para clarificação de água em unidades de tratamento de esgoto (ESTEVES, 1998; BRUSCA et al, 2007).

A escassez de trabalhos e pesquisas sobre protistas heterotróficos dificulta um melhor conhecimento sobre a ecologia do grupo, pois quando há publicações sobre o tema a identificação dos mesmos não é feita ou é realizada superficialmente (FOISSNER, 1994). Segundo Regali-Seleghim et al. (2011), os maiores levantamentos faunísticos de protozoários foram feitos na Europa e América do Norte. Uma das maneiras de intensificar o esforço em estudos taxonômicos de protozoários é por meio do aumento de amostragens em regiões pouco estudadas (MITCHELL; MEISTERFELD, 2005), evidenciando-se características essenciais para diferenciar espécies a serem utilizadas em pesquisas ecológicas, bastante relevantes para os estudos das relações tróficas que permitem a sustentabilidade dos ecossistemas (REGALI-SELEGHIM et al., 2011).

“Os indicadores biológicos são muito úteis por sua especificidade em relação a certos tipos de impacto, já que inúmeras espécies são comprovadamente sensíveis a um tipo de poluente, mas tolerantes a outros” (WASHINGTON, 1984). Segundo a CPRH (2011), o uso de indicadores biológicos tende a ser valorizado, mas seu uso requer que se tenham condições de descrever a biota envolvida, bem como detectar e interpretar diferenças entre o que se espera que exista ou ocorra e o que é observado. As comunidades de protozoários de vida livre surgem como ferramentas fundamentais no auxílio e determinação da qualidade de água e podem ser usados como bioindicadores

robustos em ecossistemas de água doce (JIANG et al., 2007; SHI et al., 2009; TAN et al., 2010; SHI et al., 2012).

Segundo Costa et al (2009) *apud* Medeiros (2012), é notório que o aumento do impacto antrópico sobre os ecossistemas aquáticos vem acelerando o processo de eutrofização, comprometendo os usos múltiplos de água dos lagos e reservatórios no Brasil e no mundo, portanto se faz necessário um monitoramento dos reservatórios urbanos brasileiros como os da mata atlântica que estão sujeitos às alterações climáticas e ao mau uso dos seus recursos.

Esta pesquisa teve por finalidade a realização de estudos para seleção de índices e indicadores biológicos de qualidade de água a partir de populações de protistas heterotróficos (flagelados, ameboides e ciliados), tendo como produto final um modelo de protocolo a ser seguido tecnicamente pelos avaliadores de qualidade de águas superficiais. Para se chegar a esse produto foi necessário: identificar taxonomicamente os diversos representantes da comunidade de protistas heterotróficos observados, associar a presença e a frequência desses com os indicadores físicos e químicos encontrados nos reservatórios, definir os táxons mais sensíveis ou tolerantes aos parâmetros analisados e construir um índice com esses indicadores estudados.

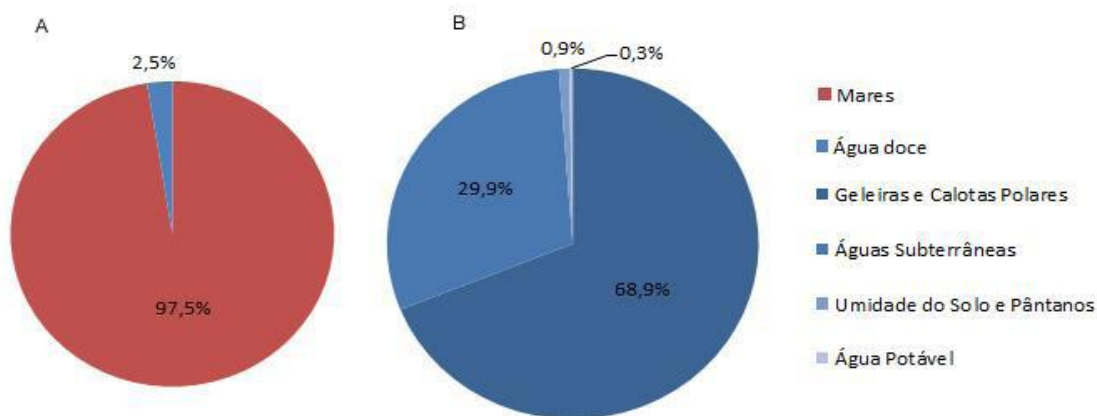
A aplicação da pesquisa no âmbito científico corrobora com o conhecimento e a identificação das diversas espécies que compõem a comunidade de protozoários de vida livre de lagos e reservatórios em zonas tropicais, assim como a associação entre essas espécies e o meio abiótico estudado. Quanto ao meio institucional os estudos podem contribuir com um melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos, a partir de um índice significativo de controle da qualidade da água, servindo tecnicamente aos avaliadores e fiscalizadores dos órgãos gestores de água. A apresentação de um protocolo de controle de qualidade biológica da água permitirá um melhor posicionamento nas políticas públicas e intervenções ambientais.

1.1 ÁGUA, UM RECURSO NATURAL

Segundo Leonardo da Vinci, “a água é o condutor da natureza” (PINTO-COELHO, 2000). Os mais antigos filósofos já afirmavam que a vida se originou na água e segundo Esteves (2011), algumas etapas do ciclo da água na biosfera constituem-se em um dos conhecimentos mais antigos da humanidade.

Conservar o meio aquático significa manter as características naturais da água e seu entorno para garantir seus diversos usos nas futuras gerações. O planeta Terra é ocupado por aproximadamente 70% de água na sua superfície, segundo Tundisi (2003), 97,5% se encontram nos mares e oceanos sob a forma salgada e, portanto, não potável, restando apenas 2,5% de água doce, sendo 68,9% são de geleiras e calotas polares; 29,9% são águas subterrâneas; 0,9% correspondem à umidade do solo e pântanos e só 0,3% é água potável armazenada em rios e lagos e é essa quantidade que em geral é utilizada para consumo humano, animal e agrícola (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição de água no planeta Terra (A). Distribuição de água doce no planeta Terra (B).



Fonte: Veriato et al, 2015.

De maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 13,7% da água doce do mundo, mas assim como nos continentes essa disponibilidade não é uniforme, no entanto a desigualdade brasileira existente, no tocante a disponibilidade dos recursos hídricos, aliada com o desmatamento, o lançamento de esgotos em rios e córregos, a expansão desordenada dos centros urbanos e a gestão inadequada dos ecossistemas aquáticos, terminam por gerar problemas que conduzem a escassez do recurso (BARROS; AMIN, 2008).

A sobrevivência da espécie humana depende desse recurso natural para a produção de alimentos, higiene, geração de energia e entretenimento, mas ao longo de gerações essa relação mudou e o uso indiscriminado sem avaliar as consequências ambientais resultou na queda da qualidade e da quantidade do recurso.

1.2 RECURSOS HÍDRICOS, BREVES REFLEXÕES

A necessidade da preservação e conservação dos recursos hídricos passa por princípios: como a da dignidade humana, do bem comum e da economia, onde a água se não for bem administrada pode ser negada a alguns, portanto prudência e a busca por um equilíbrio ético entre o uso, a mudança e a preservação dos recursos hídricos são essenciais (SELBORN, 2001). Para alcançar esse equilíbrio foi instituído pela ONU a Declaração Universal dos Direitos da Água que tem como objetivo atingir todos os indivíduos em todo mundo para que através da educação e da responsabilização se possa conseguir mudar a situação de escassez e mau uso desse recurso natural (VERIATO et al, 2015).

De acordo com os relatórios produzidos pela ONU sobre desenvolvimento dos recursos hídricos, para que haja uma gestão dos recursos hídricos em risco de escassez é necessário o combate à pobreza, permitir condições mínimas de acesso à água de qualidade e conscientizar as populações para uso consciente e racional do recurso, de maneira que possa gerar uma mudança cultural no mundo, com a finalidade de proporcionar um desenvolvimento sustentável, o que permitirá o progresso social, econômico e ambiental no planeta. Uma gestão consciente e eficiente dos recursos garantirá o desenvolvimento, de maneira que a água poderá ser um instrumento decisivo no combate à pobreza e na manutenção de um planeta mais equilibrado e harmônico.

No Brasil, segundo o CONAMA, a Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida atualmente como Lei das Águas, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como um de seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Dentre as diretrizes de ação para implementação dessa política, a lei estabelece que a gestão sistemática dos recursos hídricos não deve dissociar os aspectos de quantidade dos de qualidade (Art. 30, Cap. III. Tít. I).

Os problemas decorrentes da redução da qualidade da água para o abastecimento, irrigação e lazer tem recebido atenção de muitas instituições envolvidas no controle da qualidade ambiental, que monitora a água através de

critérios biológicos, químicos e físicos, ou seja, indicadores que podem responder as alterações no meio aquático.

1.3 MONITORAMENTO

É fundamental em um plano de monitoramento da qualidade da água, a análise de variáveis físicas, químicas e biológicas, de modo que estas respondam o estado atual de um ecossistema aquático monitorado e determine as possíveis alterações vindouras desse meio. Como reforça Santos et al. (2001, *apud* CPRH, 2011)

A poluição a que os corpos d' água estão sujeitos, causada por diferentes fontes de origem urbana, rural e industrial, conduz à necessidade de planos de prevenção e recuperação ambiental, a fim de garantir condições de usos atuais e futuros, para diversos fins. Esses planos, além de medidas de acompanhamento de suas metas, através de fiscalização, requerem para sua proposição e efetiva implementação, dados que indiquem o estado do ambiente aquático. Para esse fim, são estabelecidos os programas de monitoramento da qualidade da água. Programas de monitoramento da qualidade da água são estabelecidos para avaliar as substâncias presentes na água, avaliadas sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (SANTOS et al. (2001, *apud* CPRH,2011)

Para Araújo & Santaella (2001), a qualidade da água é um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que possam atender aos múltiplos usos a que se destina. O acompanhamento dos aspectos físicos e químicos traz algumas vantagens na avaliação de ecossistemas aquáticos, como: identificação imediata de mudanças nas propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa do aspecto modificado, e determinação das concentrações alteradas. Segundo Whitfield (2001) este “sistema apresenta algumas desvantagens, tais como a descontinuidade temporal e espacial das amostragens. A amostragem de variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica”, o que segundo Buss et al, (2008), torna-se necessário um grande número de análises, geralmente custosas, o que inviabiliza seu uso como única ferramenta para a realização de um monitoramento temporal eficiente.

Muitos especialistas (WHITFIELD, 2001; BUSS et al.,2003; GOULART & CALISTO, 2003; DEBASTIANI, C et al. 2016) argumentam que as metodologias tradicionais, que usam variáveis ou indicadores físicos e químicos, não são

suficientes para atender aos diversos usos da água, sendo inclusive deficiente na avaliação ecológica do ecossistema. Segundo Goulart & Calisto, (2003), o monitoramento físico e químico da água é pouco eficiente na detecção de alterações na diversidade de habitats e micro habitats e insuficiente na determinação das consequências da alteração da qualidade de água sobre as comunidades biológicas, enquanto Debastiani et al. (2016), diz que esses indicadores físicos e químicos, isolados da análise da comunidade biótica, não fornecem evidência suficiente para avaliar completamente a qualidade da água.

1.4 BIOMONITORAMENTO

Os dados biológicos, juntamente com os dados físicos e químicos, representam uma ferramenta importante para avaliar a qualidade da água. A tendência atual é analisar não só as mudanças nos parâmetros físicos e químicas, mas também as respostas a essas mudanças pelos organismos que vivem nesses ambientes (DEBASTIANI et al. 2016), abordagem essa conhecida como biomonitoramento ou monitoramento biológico, onde a biota aquática é capaz de responder a uma série de distúrbios, apontando a história recente das condições ambientais e a um custo significativamente menor (BUSS et al, 2008). O uso combinado de parâmetros físicos, químicos e biológicos aumenta o potencial de detecção das causas e efeitos dos estressores em ecossistemas aquáticos.

Os parâmetros biológicos utilizados na avaliação da qualidade da água, são representados por uma diversidade de organismos microscópicos e macroscópicos (Quadro 1), segundo Santos et al. (2001, *apud* CPRH, 2011), que podem responder diferentemente aos impactos naturais ou antropogênicos, como as bactérias que aumentam a taxa de decomposição da matéria orgânica e os níveis de contaminação da água, assim como os protozoários apontam a carga de poluição orgânica no meio e servem para monitoramento biológico de lagos, rios e reservatórios. As macrófitas aquáticas e os macroinvertebrados são tradicionalmente utilizados no biomonitoramento de reservatórios, lagos, rios e riachos, pois apresentam características que reforçam a avaliação de áreas degradadas e poluídas.

Quadro 1 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água.

Parâmetros Físicos	Parâmetros inorgânicos não metálicos	Parâmetros orgânicos	Parâmetros biológicos e microbiológicos	Parâmetros metálicos
Cor	Acidez	Demanda	Plâncton	Alumínio
Condutividade	Alcalinidade Boro	bioquímica de	Macroinvertebrados	Arsênico
Odor	Dióxido de	oxigênio	Macrófitas	Bário
Sólidos	carbono	(DBO)	Algas	Berílio
Salinidade	Cloreto	Demanda	Coliformes totais	Cádmio
Sabor	Cloro (residual)	química de	Coliformes termoto-	Cálcio
Temperatura	Cianeto	oxigênio	lerantes	Cromo
Turbidez	Flúor	(DQO)	Salmonela	Cobre
	Iodo	Ácidos	Protozoários	Ferro
	Nitrogênio	voláteis	Vírus	Chumbo
	Oxigênio	Carbono	Bactérias	Lítio
	Dissolvido	Halogênio	Fungos	Magnésio
	Ozônio	Metano		Manganês
	pH	Óleos e		Mercúrio
	Fósforo	graxas		Níquel
	Sílica	Pesticidas		Potássio
	Sulfato	Fenóis		Selênio
	Sulfeto	Surfactantes		Prata
	Sulfito	Tanino e		Sódio
		Lignina		Zinco

Fonte: SANTOS et al. (2001, *apud* CPRH,2011)

A grande sensibilidade dos protozoários a fatores físicos e químicos pode ser explicada pelo fato de que protozoários têm demandas específicas em relação às características do meio em que vivem, como a quantidade de matéria orgânica dissolvida, temperatura, pH, condutividade elétrica e concentração de oxigênio dissolvido (NOLAND, muitos 1925, KUDO, 1966, SLEIGH, 1988 *apud* DIAS et al, 2008), entre estas características, a quantidade de matéria orgânica e oxigênio dissolvido (O.D.) na água definem zonas de poluição que estão associadas a determinadas espécies de indicadores de protozoários (FOISSNER e BERGER, 1996). O oxigênio dissolvido é um dos

gases mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos, enquanto a condutividade elétrica é considerada uma variável importante na caracterização das massas de água e detecção de fontes de poluição. Assim como a temperatura, a condutividade também influencia diretamente processos vitais em ecossistemas lacustres como produtividade primária e decomposição de matéria orgânica, essa última quando elevada é resultante do efeito positivo da alta temperatura sobre o metabolismo dos microrganismos (ESTEVES, 2011). Segundo Tundisi, 2008, “pH e oxigênio dissolvido na água, controlam em grande parte o crescimento e as respostas fisiológicas de organismos, populações e comunidades”.

O biomonitoramento constitui-se como uma ferramenta na avaliação das respostas de organismos vivos a modificações nas condições ambientais originais. O monitoramento biológico permite, até certo ponto, antecipar impactos, avaliar o risco ecológico e as consequências dos impactos, sendo fundamental o conhecimento básico dos ecossistemas e dos índices de diversidade aplicados às comunidades planctônicas ou do nécton (TUNDISI, 2008).

1.5 INDICADORES E INDICES BIOLÓGICOS

Os parâmetros ou indicadores biológicos são a base dos índices biológicos, onde as espécies são escolhidas por sua sensibilidade ou tolerância as alterações no meio aquático, como poluição orgânica ou outros tipos de poluentes (BUSS et al. 2003). O termo indicador é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. Normalmente um indicador é utilizado como um pré-tratamento aos dados originais. De acordo com a ANA (2012), existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. No entanto, não existe indicador único que sintetize todas as variáveis de qualidade de água, ou seja, geralmente são usados índices para usos específicos como o abastecimento público, preservação da vida aquática ou recreação de contato primário (balneabilidade).

Alguns índices biológicos são conhecidos: como o BMWP, ASPT (Average Score per Taxon) e o índice de diversidade de Shannon-Wiener. O BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) é muito aplicado para estudos com

macroinvertebrados bentônicos identificados ao nível taxonômico de família, este índice consiste em atribuir valores entre 1 a 10 com base em sua sensibilidade a poluentes orgânicos. Famílias sensíveis a altos níveis de poluentes recebem valores mais altos, enquanto famílias tolerantes recebem valores mais baixos. Após o registro de ocorrência dos *taxa* em uma localidade, somam-se os valores referentes a cada família, obtendo-se um valor final para a localidade. Quanto maior esse valor, mais íntegra a localidade (BUSS et al., 2003).

Os índices de qualidade de água foram definidos pela agregação de dois ou mais indicadores. Segundo Siche et al., (2007), entende-se o termo índice como um valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema simples ou complexo (natural, econômico ou social), utilizando, em seu cálculo, bases científicas e métodos adequados. O índice pode servir como um instrumento de tomada de decisão e previsão, e é considerado um nível superior da junção de um jogo de indicadores ou variáveis.

A aplicação de índices biológicos como ferramenta de monitoramento já é usada a algum tempo. Segundo a CPRH, (2011), o uso de indicadores biológicos tende a ser valorizado, mas seu uso requer que se tenham condições de descrever a biota envolvida, bem como detectar e interpretar diferenças entre o que se espera que exista ou ocorra e o que é observado.

Devemos considerar que o monitoramento através de métodos físicos e químicos aborda o tipo e a intensidade de fatores, inferindo apenas indiretamente sobre os efeitos nos organismos, enquanto o biomonitoramento fornece informações sobre os efeitos de estressores no sistema biológico, podendo eventualmente inferir sobre a qualidade e a quantidade do distúrbio (BUSS et al., 2008). A percepção de que informações sobre organismos aquáticos podem ser usadas como indicadores da condição da água teve reflexo na legislação brasileira no que diz respeito ao estabelecimento de diretrizes para a avaliação e a conservação dos ecossistemas aquáticos, como a Lei 9.433/97 (“Lei das Águas”) e a Resolução CONAMA 357/05 (BUSS et al., 2008).

Desde 2002, a CETESB utiliza índices específicos para cada uso do recurso hídrico: IAP - Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público, o IVA - Índice de Preservação da Vida Aquática e o IB – Índice de Balneabilidade. O IAP, comparado com o IQA - Índice de Qualidade

das Águas (Quadro 2), é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, que após tratamento, será distribuída para a população, pois é um produto da ponderação dos resultados atuais do IQA e do ISTO (índice de substâncias tóxicas e organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas, incluindo metais, além de resultados do teste de Ames (Genotoxicidade) e do Potencial de Formação de Trihalometanos (THMPF). Do mesmo modo, o IVA foi considerado um indicador mais adequado da qualidade da água visando a proteção da vida aquática, por incorporar, com ponderação mais significativa, variáveis mais representativas, especialmente a toxicidade e a eutrofização. Observou-se, ainda, que ambos os índices poderão ser aprimorados com o tempo, com a supressão ou inclusão de variáveis de interesse.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. O IQA é composto por nove parâmetros com seus respectivos pesos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (CETESB, 2013). A sua ponderação apresentada no quadro 2 é produto dos nove parâmetros, seguindo uma fórmula onde o IQA é um número na faixa de 0 a 100, valores que variam entre os estados brasileiros.

A CETESB tornou-se uma das cinco instituições mundiais da Organização Mundial de Saúde – OMS para questões de abastecimento de água e saneamento, além de órgão de referência e consultoria do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e para questões ligadas a resíduos perigosos na América Latina (CETESB, 2013). Em 2002, a companhia adotou o ICZ_{Res} – Índice de Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios, o qual foi desenvolvido por seus pesquisadores com a finalidade de subsidiar a avaliação do estado trófico de alguns corpos d'água do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 2008), utilizando comunidades biológicas (rotíferos, cladóceros e copépodos) ditas bioindicadoras, cujas diferentes respostas diante das variações de qualidade de água vêm sendo testadas e consideradas bases para detectar

os problemas consequentes da eutrofização e poluição (CETESB, 2006; DANTAS-SILVA, 2013)

Quadro 2 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas – CETESB	
Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2013

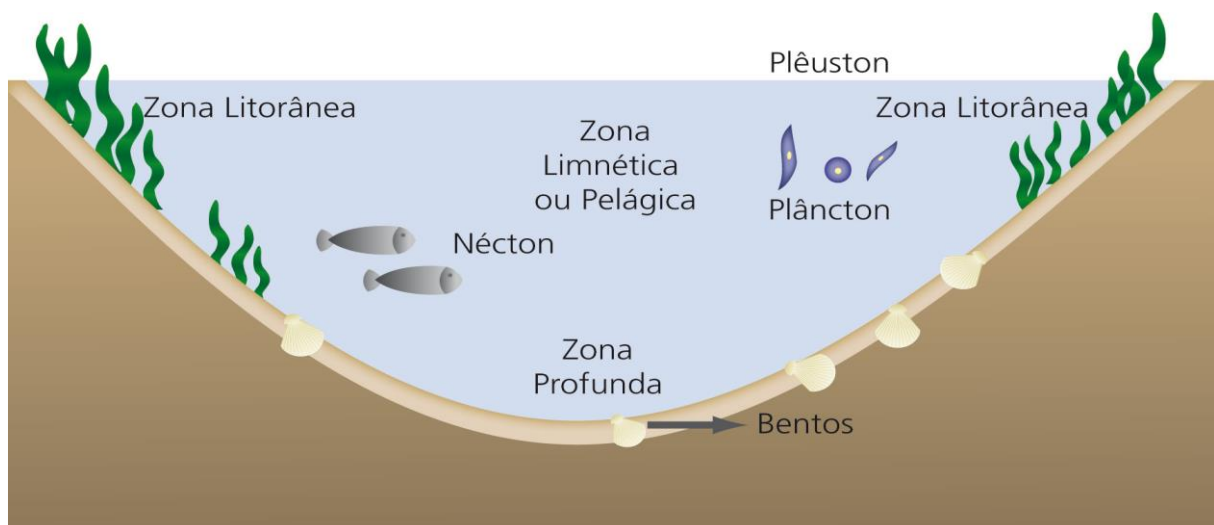
1.6 AMBIENTES LÊNTICOS E SEUS COMPARTIMENTOS

No Brasil, existe uma tradição para o desenvolvimento de estudos para avaliação da qualidade de ambientes aquáticos lênticos, que segundo a resolução do CONAMA 357/05 são ambientes que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado, como lagos e reservatórios.

Os lagos são definidos como qualquer porção de águas represadas, circundada por terras, de ocorrência natural ou resultante da execução de obras, como barragens em curso de água ou escavação do terreno. Pequenos lagos são denominados de lagoas ou ainda de lagoas, já os reservatórios correspondem a toda massa de água, natural ou artificial, destinado ao armazenamento, à regularização da vazão ou controle dos recursos hídricos. A partir da seção imediatamente a montante de um barramento, é todo volume disponível, cujas dimensões são a altura atingida pela água e a área superficial abrangida (espelho d'água) (IGAM, 2008).

Em lagoas e lagos, podemos identificar compartimentos que estão classificados em zonas (Figura 2): a zona litorânea ou ripária, situada próxima às margens, é uma região de transição (ecótono) entre o ecossistema terrestre e o lacustre, com grande número de nichos ecológicos e cadeias alimentares, rica em oxigênio e luminosidade, com macrófitas enraizadas e uma fauna diversificada de herbívoros a detritívoros. A zona limnética ou pelágica, constitui as águas abertas ou colunas d'água, onde suas comunidades são o plâncton e o nécton (PEDROZO; KAPUSTA, 2010; ESTEVES, 2011), também considerada uma região comum em lagos profundos, na qual ocorre pouca influência do fundo (TUNDISI, 2008). A zona profunda ou bentônica corresponde a região do fundo da lagoa, é caracterizada pela ausência de organismos fotossintéticos, devida a não penetração de luz e totalmente dependente da produção de matéria orgânica das duas últimas regiões descritas (ESTEVES, 2011), além disso é constituída por sedimentos com partículas muito finas, resultante do transporte das margens e da contínua sedimentação de partículas em suspensão, plâncton e restos de outros organismos mortos (TUNDISI, 2008). E por último a zona interface água-ar, situada entre a superfície da água e o ar atmosférico e representada por duas comunidades: a do nêuston (microrganismos) e a do plêuston (macrorganismos, que nadam ou flutuam na superfície da água) (PEDROZO; KAPUSTA, 2010; ESTEVES, 2011).

Figura 2 – Principais zonas de ambientes lênticos



Fonte: Connecticut Water Trails Program, adaptado por Pedrozo e Kapusta, (2010)

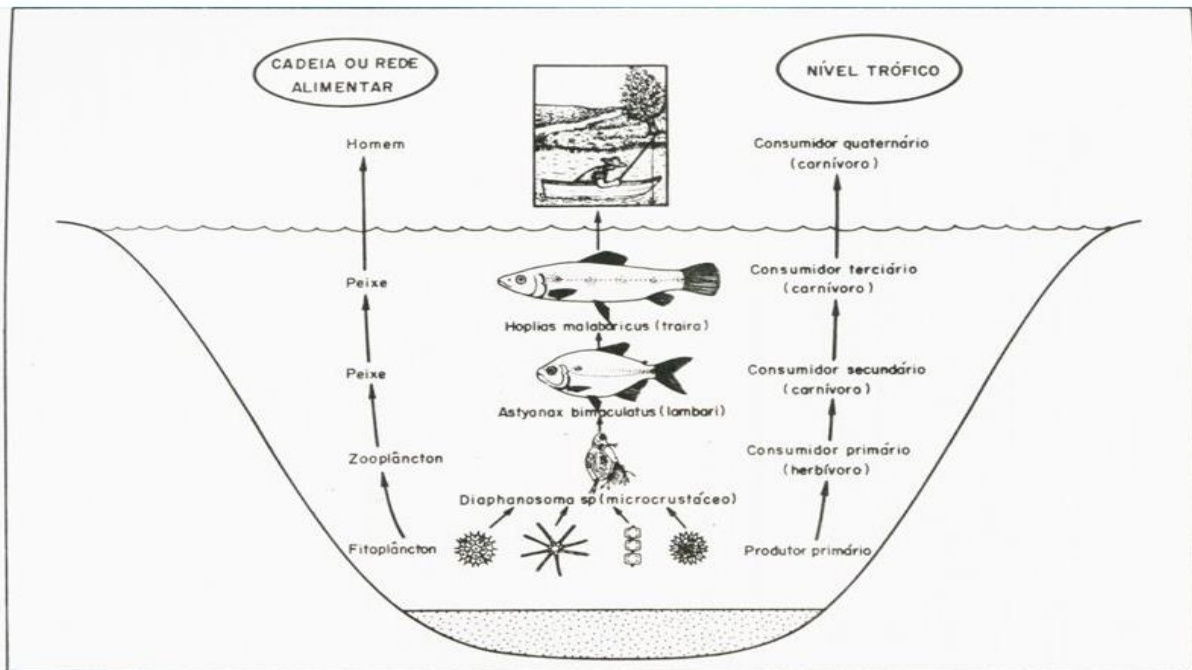
1.7 A DINÂMICA METABÓLICA EM AMBIENTES LÊNTICOS

A dinâmica dos ecossistemas aquáticos continentais, como lagos e reservatórios, envolve produção, consumo e decomposição de matéria orgânica. A etapa de produção envolve a síntese de matéria orgânica a partir de compostos inorgânicos e energia solar, sendo realizada por produtores primários (algas, perifíton, macrófitas aquáticas e algumas espécies de bactérias), que se localizam na zona eufótica do lago (ESTEVEES, 2011), sendo esses organismos autótrofos fotossintetizantes ou autótrofos quimiossintetizantes, estes últimos utilizando a energia liberada a partir de reações químicas (TUNDISI, 2008). Nos ecossistemas lênticos (de água “parada”), a produção primária é principalmente autóctone, ocorrendo basicamente na zona eufótica (iluminada) e na região litorânea, que caracteriza um metabolismo autotrófico do sistema, onde produção > respiração. A biomassa resultante constitui a fonte de energia para as cadeias alimentares do ecossistema que é obtida direta ou indiretamente pelos consumidores, sendo os primários representados pelos herbívoros (zooplâncton, peixes e insetos aquáticos) e os secundários definidos como carnívoros (microcrustáceos e peixes), além dos detritívoros (larvas de quironomídeos e oligoquetas), localizados principalmente no sedimento (ESTEVEES, 2011). Os consumidores são todos heterótrofos, onde a matéria orgânica produzida em um determinado período de tempo e por unidade de volume ou área, é dita produção secundária (TUNDISI, 2008). “A transferência de energia dos produtores primários através dos herbívoros para os carnívoros, portanto através dos níveis tróficos é considerada cadeia alimentar” (ESTEVEES, 2011), mas sua complexidade faz com que muitos autores prefiram o termo rede ou teia alimentar para descrever este tipo de inter-relações (Figura 3).

A última etapa metabólica nos ecossistemas aquáticos continentais é a decomposição, realizada por bactérias e fungos, que decompõem a matéria orgânica em compostos inorgânicos, promovendo a circulação de nutrientes e o reaproveitamento pelos organismos produtores. As três etapas acima descritas não ocorrem isoladamente, mas de maneira integrada e com alto grau de interdependência. Em lagos e reservatórios de regiões tropicais, observa-se

equilíbrio entre os processos de produção e consumo de matéria orgânica, indicando um alto grau de maturidade. (ESTEVES, 2011).

Figura 3 – Modelo simplificado de cadeia alimentar em um ecossistema aquático continental.



Fonte: Esteves, F.A.; (2011).

1.8 ZOOPLANCTON

A reciclagem de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica também são executadas pela comunidade zooplanctônica (CARDOSO et al., 2008; ORTIZ, 2009). Dentre as várias comunidades de um ecossistema lacustre, a comunidade zooplanctônica pode ser considerada como uma das mais conhecidas cientificamente (ESTEVES, 2011), sendo composta por um grande conjunto de organismos do microzooplâncton - protozoários (flagelados, amebozoas e ciliados) e rotíferos-, do mesozoplâncton – crustáceos, cladóceros, e copépodos ciclopóides e calanóides, além do macrozooplâncton, como larvas de *Chaoborus* (dípteros) e de misidáceos (TUNDISI, 2008; ESTEVES, 2011). A comunidade é elemento-chave para o entendimento das modificações ocorridas em ecossistemas aquáticos devido à eutrofização, particularmente dos efeitos da dominância de cianobactérias sobre os herbívoros

zooplânctônicos e a propagação desses efeitos ao longo das cadeias alimentares aquáticas (ESKINAZI-SANT'ANNA et al., 2007).

Muitos pesquisadores consideram que a grande parte da biomassa do zooplâncton seja formada por rotíferos e crustáceos (Cladocera e Copepoda), mas recentes pesquisas têm evidenciado a presença dominante de protozoários (ESTEVES, 2011). Juntamente com os rotíferos e os crustáceos, os protozoários são considerados bons indicadores, pois sua diversidade e densidade de espécies são utilizadas para indicar qualidade e potabilidade da água (BARBIERI; GOODINHO-ORLANDI, 1989 CAPOLETI, 2005). Os protozoários são em termos qualitativos, os mais importantes consumidores de microrganismos (principalmente microalgas e bactérias) nos ambientes aquáticos, e, por isso controlam a abundância destes (FENCHEL, 1986; BERNINGER et al., 1991; SHERR; SHERR, 1994; MEDEIROS, 2012).

1.9 PROTISTAS HETEROTRÓFICOS (PROTOZOÁRIOS)

O termo protozoário não tem valor taxonômico, mas ele é frequentemente utilizado quando se quer referir a um organismo unicelular eucarioto heterotrófico que pode ocorrer em diversos habitats onde há água (REGALI-SELEGHIM, GODINHO; TUNDISI, 2011). Esses organismos ditos protozoários estão inclusos no reino Protista (ou "Protoctista"), que compreende os microrganismos nucleados e seus descendentes, evoluídos a partir da integração de simbiontes microbianos anteriores (MARGULIS, 2001). São conhecidos também como protistas heterótrofos, já que outros protistas são autótrofos, apesar dessa fronteira entre a heterotrofia e a autotrofia no reino ser imprecisa. Os planos corpóreos dos protistas demonstram uma diversidade notável de forma, função e estratégias de sobrevivência (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Segundo Barnes et al, (2005): a mobilidade é um atributo nesses organismos, que evoluiu independentemente em muitos grupos, sendo um táxon polifilético com limite não resolvido ou uma confederação de taxa de eucariotos.

Os protozoários de vida livre de água doce são os ciliados, as amebas com e sem carapaça, os heliozoários e os flagelados. Os ciliados são amplamente distribuídos e utilizados como indicadores de qualidade de água, sendo também utilizados para clarificação de água em unidades de tratamento de esgoto (BRUSCA & BRUSCA, 2007). As amebas testáceas são bem

sensíveis a variações de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, além do sedimento (SCOTT et al., 2001) com isso as amebas são utilizadas como indicadores de grau de trofia de lagos e lagoas, enquanto os heliozoários apesar de serem frequentes no plâncton, são encontrados primariamente na região bentônica (ESTEVES, 2011). Já os flagelados heterotróficos, podem, sozinhos, consumir toda a produção de bactérias no ambiente aquático (FENCHEL, 1986; BERNINGER et al., 1991; SHERR & SHERR, 1994; MEDEIROS, 2012).

Segundo Hickman et al, (2004):

Apesar de sua ampla distribuição, muitos protozoários podem viver com sucesso somente dentro de estreitas amplitudes ambientais. A adaptação das espécies varia bastante, e sucessões de espécies ocorrem frequentemente à medida que as condições ambientais mudam. Essas mudanças podem ser causadas por fatores físicos, como o dessecamento de um lago ou mudanças sazonais na temperatura, ou por mudanças biológicas, como pressão de predação (HICKMAN et al, 2004).

O ecossistema aquático produz direta ou indiretamente bens e produtos que são obtidos pela humanidade, ditos serviços ecossistêmicos. Os protozoários contribuem com serviços de suporte, que são necessários para que outros serviços existam, sendo de forma indireta e a longo prazo, como: fazerem parte de uma rede alimentar complexa, atuando basicamente como elos entre a produção bacteriana e os produtores secundários (PORTER et al. 1985, BERNINGER et al.,1993, SELEGHIM, GODINHO; TUNDISI, 2011) e desempenhando importantes funções tais como: aumento do processo de remineralização (SHERR & SHERR, 1994, SELEGHIM, GODINHO; TUNDISI, 2011), controle da densidade bacteriana e alteração da composição morfológica e taxonômica das comunidades bacterianas pela predação (JURGENS & GUDE 1994, JURGENS et al. 1997).

Os protozoários, por possuírem tempo de geração curto e tamanho pequeno, por serem encontrados em vários tipos de ambientes e serem sensíveis ao stress (CAIRNS et al., 1993), podem ser utilizados como indicadores no monitoramento de ambientes aquáticos e sistemas de tratamento biológico de esgotos para a avaliação do grau de poluição orgânica (SELEGHIM, GODINHO; TUNDISI, 2011).

A utilização dos protistas ciliados como bioindicadores tem sido apontada como grande potencial para avaliação da qualidade de água (GROLIÉRE et al.,

1990; SPARAGANO; GROLIÉRE, 1991; MADONI, 1994; PICCINI; GUTIÉRREZ, 1995; SALVADÓ et al., 1995; FOISSNER; BERGER, 1996; PAIVA; SILVA-NETO, 2004; MADONI, 2005, apud MENDONÇA, 2012). Esses organismos respondem às mudanças no perfil químico da água e mesmo a pequenas doses de contaminantes. Podem ser utilizados no biomonitoramento de lagos, reservatórios e rios sob diferentes níveis de impacto antropogênico, em função de características favoráveis que apresentam, como: a alta taxa reprodutiva que permite a detecção de impactos ambientais de curta escala de tempo (MADONI, 1994); serem indicativos do predomínio de condições de oxidação ou de redução na decomposição da matéria orgânica ajudando na ciclagem do fósforo e nitrogênio; serem ubíquos e de fácil amostragem (APHA, 1995 apud MENDONÇA, 2012); apresentarem elevada diversidade taxonômica (LEE et al., 1996) e por serem organismos sensíveis a diferentes concentrações de poluentes no meio, fornecendo ampla faixa de respostas frente a diferentes níveis de contaminação ambiental (COULL, 1999).

Em frente a essa variedade de funções ecológicas e serviços ecossistêmicos, é evidente que esses organismos possuem um papel fundamental no equilíbrio do ecossistema aquático. Porém, para que esse sistema possa funcionar é necessário que os parâmetros físicos, químicos e biológicos estejam balanceados dinamicamente, de maneira que, qualquer mudança afeta qualitativamente ou quantitativamente as comunidades aquáticas e a cadeia alimentar, resultando às vezes na perda da qualidade da água.

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

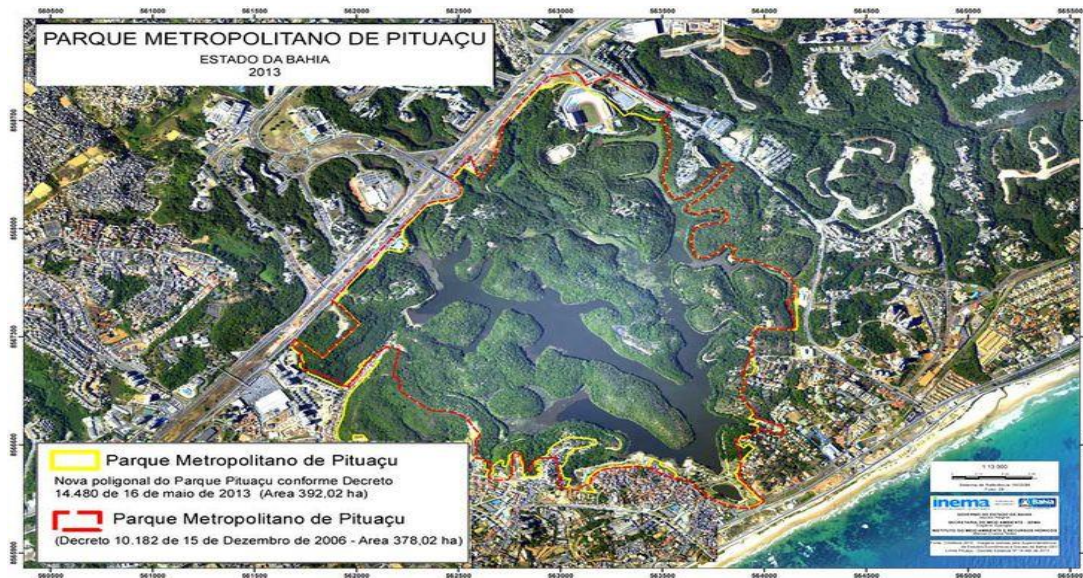
A unidade de estudo escolhida para servir de parâmetro dos reservatórios urbanos da mata atlântica foi a Lagoa de Pituaçu (Figura 4), localizada em um remanescente de mata atlântica dentro do Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP), uma unidade de conservação segundo o decreto municipal nº 5.158/77 e criada como parque pelo decreto estadual 23.666/73, com 660 ha, dentro da zona urbana do município de Salvador (BA).

O Parque Metropolitano de Pituaçu está situado entre as coordenadas geográficas 12°06'24"S / 38°24'22"W e 12°57'47"S / 38°27'07"W (TELES e BAUTISTA, 2006), estando enquadrado no SNUC (Sistema Nacional de

Unidades de Conservação) e atendendo o papel da conservação dos ecossistemas naturais englobados.

O parque possuía até o primeiro semestre de 2013, 440 hectares de área, mas com a nova poligonal, passou a ter 392 hectares de remanescentes de mata atlântica, cerca de 40% da área foi perdida para especulação imobiliária e implantação de empreendimentos, mesmo assim constitui-se em uma importante área de lazer para a população de Salvador. O parque está limitado ao oeste pela Avenida Luiz Viana Filho (Paralela), ao leste pela Avenida Otávio Mangabeira (Oceano Atlântico), ao norte pela Avenida Pinto de Aguiar e ao sul pela Avenida Jorge Amado (NEVES, 2011).

Figura 4 – Localização da área de estudo, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia



Fonte: <http://www.secom.ba.gov.br>, (2013).

A topografia é típica do recôncavo baiano, com colinas elevadas, estando os pontos mais altos entre 45-50 m e os mais baixos com 5 m de altitude, sofrendo uma grande influência marítima devido à proximidade com o oceano. Essa proximidade favorece o equilíbrio térmico, onde a amplitude térmica observada entre os meses quentes e os mais frios é da ordem de 6°C. Segundo a classificação de Köppen, o clima é Af, ou seja, do tipo tropical quente e úmido, sem estação seca aparente (SOUZA, 1994). A média anual da temperatura do ar gira em torno de 25°C, enquanto as mensais ficam acima de 20°C, dessa forma de novembro a abril são mais elevadas e de maio a outubro as mínimas são inferiores a 20°C (CONDER, 1996; NEVES, 2011). A pluviosidade média

anual chega a 1.800 mm, com um período de maior índice pluviométrico entre março e julho, e outro, menos chuvoso, de agosto a fevereiro (ARAÚJO *et al*, 2003).

A área está inserida na região do Alto Cristalino de Salvador, como também na Planície Costeira Quaternária (MOTA, 2008, ROCHA, 2013). O Alto Cristalino de Salvador é constituído por rochas metamórficas pré-cambrianas sobre as quais se desenvolveu a maior parte da zona urbana da cidade. Nesse domínio foram incluídas as manchas dispersas da cobertura sedimentar areno-argilosa da Formação Barreiras e de detritos aluviões quaternárias (ROCHA, 2013). Já a Planície Costeira Quaternária teve sua evolução controlada por grandes flutuações do nível do mar e um dos indícios desse evento no local são as dunas nas mediações do bairro do Imbuí (ROCHA, 2013).

Segundo Rocha (2013):

Quanto ao solo, predomina o tipo latossolo vermelho-amarelo. Um solo mineral, ácido, com baixa fertilidade natural, mas boa porosidade e permeabilidade, cuja textura argilosa a muito argilosa associada à boa permeabilidade o torna propício, quando “encharcados” ou mal manejados, a ocorrência de deslizamentos e possuem também, características físicas propícias ao bom desenvolvimento das raízes das plantas, constituindo-se em mais um fator que contribui para o desenvolvimento de florestas como a Mata Atlântica.

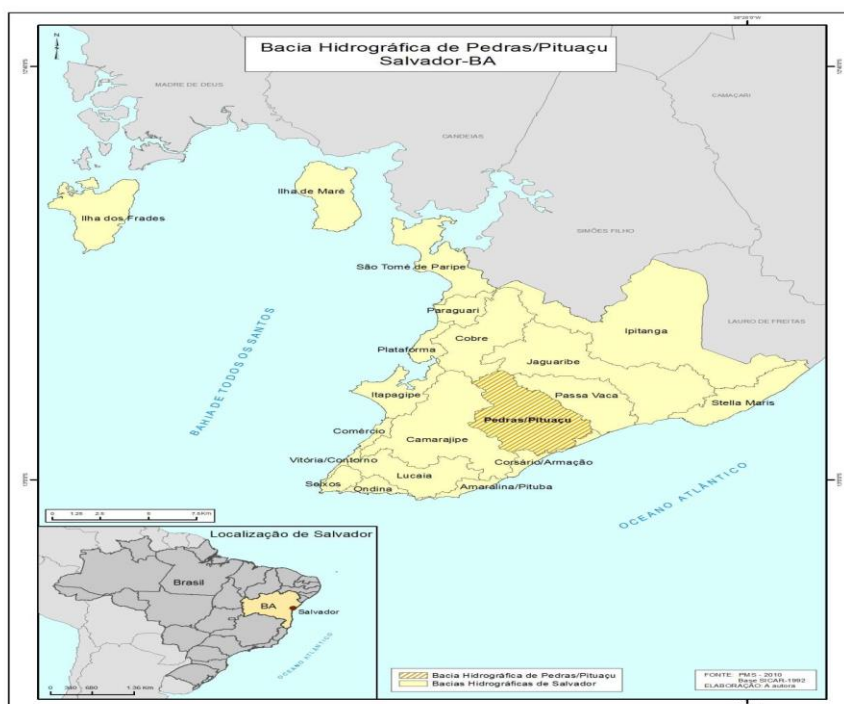
Além da Mata Atlântica, é possível encontrar em trechos esparsos da costa oceânica, formações litorâneas, dentre elas a vegetação de restinga revestindo os cordões costeiros e a vegetação de manguezal, localizada na desembocadura dos rios. Na bacia de Pituaçu, a Mata Atlântica encontra-se completamente modificada pela intervenção humana, sendo a mesma caracterizada por apresentar: fenerófitos ombrófilos não resistentes à seca, geralmente apresentando as gemas foliares desprotegidas, constituindo-se de sub-formas de vida macro e mesofanerófitas, lianas lenhosas e epífitas em abundância; folhagem sempre verde podendo apresentar no dossel superior árvores sem folhas durante alguns dias (MOTA, 2008). Encontra-se, ainda, na faixa litorânea da bacia de Pituaçu a formação de restingas, onde predomina um tipo de vegetação com influência marinha.

A bacia de Pituaçu ainda preserva parte de sua vegetação original na área que abrange o Parque Metropolitano de Pituaçu, que apesar de ser protegido por lei, vem experimentando, com o passar dos anos, diversos processos de

ocupação urbana dentro do seu perímetro, sofrendo diversas ações antrópicas, como por exemplo, atividade de pesca clandestina, lançamento de esgotos na lagoa, destruição da mata ciliar, tráfego intenso de moradores e introdução de animais silvestres.

A lagoa do Parque Metropolitano de Pituauçu faz parte da Bacia Hidrográfica do rio das Pedras/Pituauçu (Figura 5) (segundo MOTA, 2008 com 1.425 hectares), e da Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Norte, que segundo a Conder (1996), abrange uma área de drenagem de 27,05 Km² e engloba, total ou parcialmente, os bairros de Pau da Lima, Mata Escura, Sussuarana, Tancredo Neves, Arenoso, Engomadeira, Narandiba, Saboeiro, Cabula, Doron, Arraial das Barreiras, Imbuí, Boca do Rio, Pituauçu e o Centro Administrativo da Bahia (CAB) (Figura 6), o que corresponde a 8,76 % do território municipal e representa a quarta maior bacia hidrográfica do município em superfície (SANTOS et al, 2010; ROCHA, 2013).

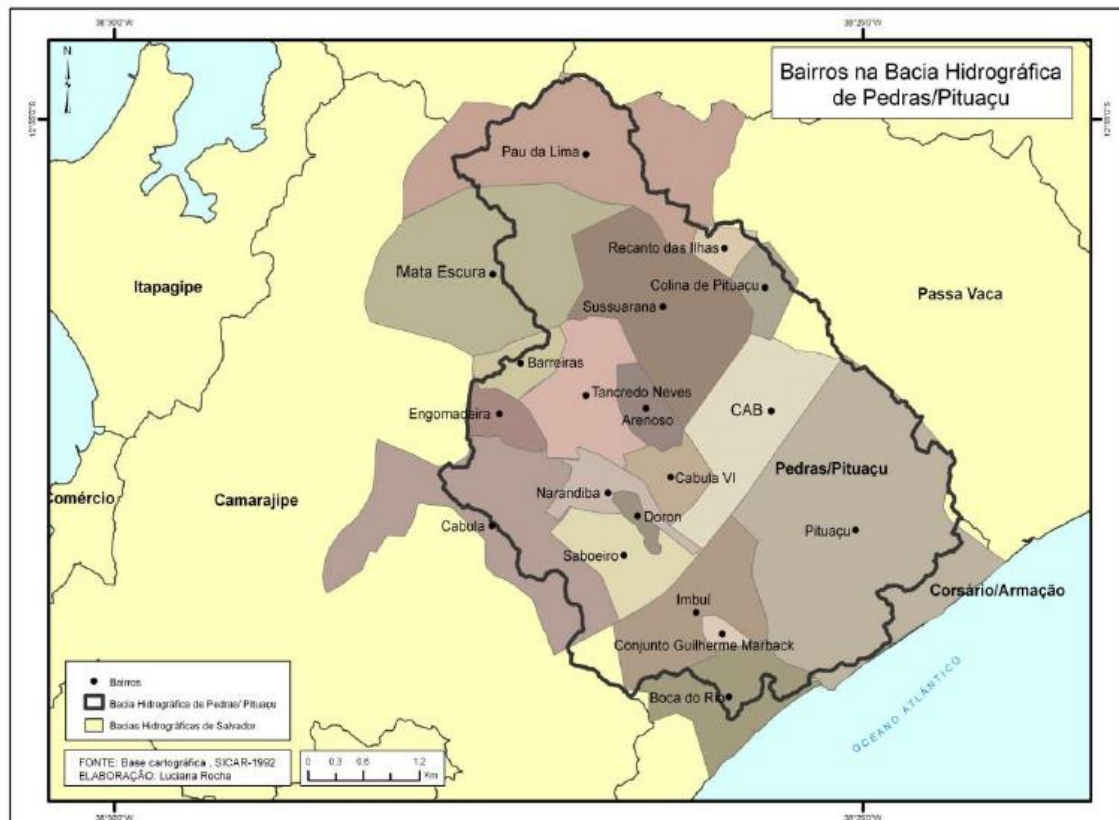
Figura 5 – Bacia Hidrográfica de Pedras/Pituauçu – Salvador-BA



Fonte: Rocha, (2013)

Essa bacia é formada por duas sub-bacias: a do rio Pituauçu e a do Cachoerinha que se juntam e formam o rio das Pedras, cuja foz chega na praia da Boca do Rio (Figura 7) (CONDER, 1996; NEVES, 2011).

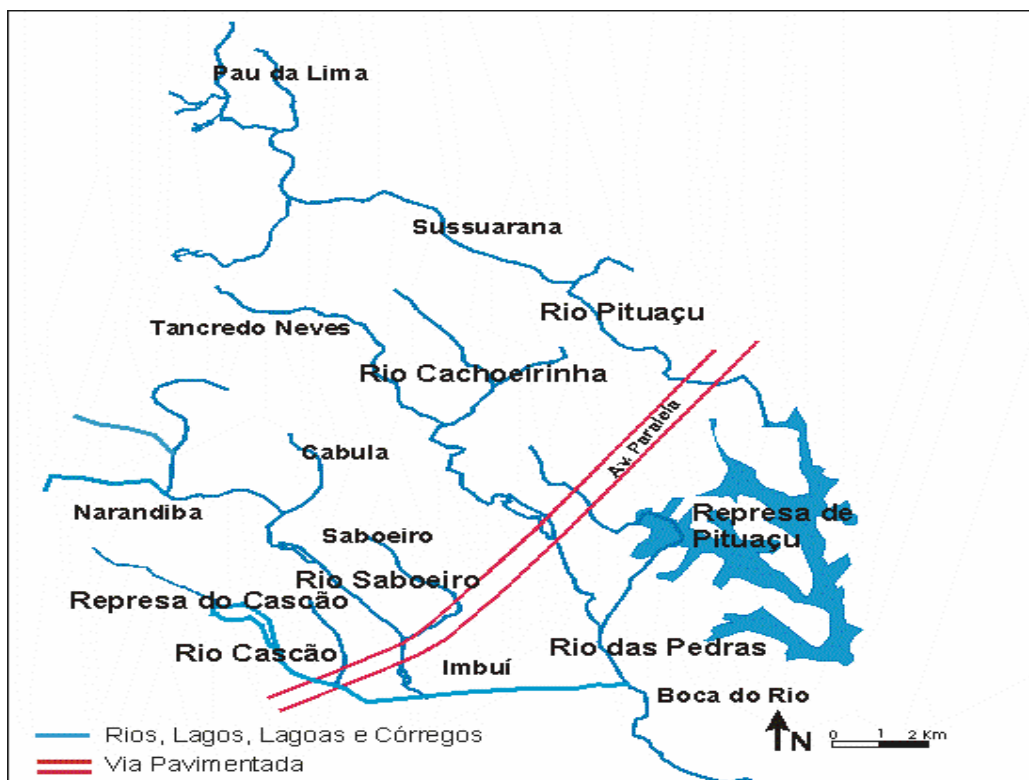
Figura 6 – Bairros na Bacia Hidrográfica de Pedras/Pituaçu



Fonte: Rocha, (2013)

O rio Pituaçu tem sua nascente entre os bairros de Pau da Lima e Sussuarana, áreas que são banhadas por esse rio ao longo do seu alto curso. Já no seu médio curso o rio Pituaçu “corta” o setor norte do Centro Administrativo da Bahia (CAB) e a Avenida Luís Viana Filho (Paralela). No seu baixo curso o Pituaçu despeja suas águas na Barragem de Pituaçu, no bairro de Pituaçu. Em seguida o mesmo contribui para a formação do Rio das Pedras nos bairros da Boca do Rio e Imbuí, passando a ser um tributário do mesmo, até desaguar na praia da Boca do Rio (MOTA, 2008, ROCHA, 2013). Já o rio Cachoeirinha no seu baixo curso, nas imediações dos bairros do Imbuí e Boca do Rio, suas águas se encontram com as águas do rio Pituaçu dando origem ao Rio das Pedras (MOTA, 2008).

Figura 7 - Sistema de Drenagem: Bacia Hidrográfica de Pituauçu.



Fonte: Mota, (2008)

A lagoa é resultado da barragem construída em 1906, durante o governo de Gomes Carneiro da Rocha pelo engenheiro Teodoro Sampaio (SANTOS 2014; COSTA & PERES, 2016). O represamento do rio Pituauçu deu origem a uma lagoa artificial de quatro quilômetros de extensão com capacidade para armazenar 2.473.000,0m³ de água e em forma de trevo. O reservatório de Pituauçu é parte integrante do Parque Metropolitano de Pituauçu, e possui um espelho de água superficial de aproximadamente 758000 m² e profundidade média de 4,50 m. Este tem um fluxo irregular, devido à dependência dos eventos de chuva, onde o ponto de entrada do rio Pituauçu está situado próximo às imediações da Avenida Luís Viana Filho (HANDALL, 2003, ALELUIA, 2016).

A água da barragem foi utilizada pela Embasa (Empresa Baiana de Água e Saneamento) no abastecimento público até 2002, quando foi desativado, após a constatação do alto índice de contaminação, por lançamento de esgotos, sem tratamento prévio (NEVES, 2011). A sua superfície apresenta em alguns pontos macrófitas aquáticas como a *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (aguapé), mesmo assim proporciona a cidade um dos mais belos refúgios naturais e a

maior dificuldade é de compatibilizar a expansão da ocupação e dos serviços urbanos com a proteção dos ecossistemas naturais.

REFERÊNCIAS

ALELUIA, F.T.F.; CRUZ, L.C.; FREITAS, J.T. de; COSTA, M.L.T.; SOUSA, J.C.M.G. de; LEONIDIO, T.de O.; SANTOS, F.S.; MAIA, L.M.; CARVALHO, J.C. de. **Monitoramento do Reservatório de Pituacu, inserido na matriz de expansão urbana da cidade de Salvador – BAHIA**. Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente – Aracaju. V.5 -N.1- Edição Especial. p.11. 26 de outubro de 2016. 2016

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA/SPR, 2012. 264 p. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf. Acesso em: 24 de abril de 2017.

ARAÚJO, C.V.M.; SANTOS, O.M.; ALVES, L.J.; MUNIZ, C.R.R. **Fungos micorrízicos arbusculares em espécies de Melastomataceae no Parque Metropolitano de Pituacu, Salvador-Bahia-Brasil**. Sitientibus série Ciências Biológicas 3: 115–119. 2003

ARAÚJO, J.C.; SANTAELLA, S.T. **Gestão da Qualidade**. In: Gestão das Águas. Nilson Campos e Ticina Studart (Edit.). Porto Alegre, RS: ABRH. 2. ed. 242 p. 2001.

BAHIA, Secretaria de Comunicação Social, 2013. Disponível em: <http://www.secom.ba.gov.br/2014/03/117932/Governador-autoriza-obras-de-revitalizacao-do-Parque-de-Pituacu.html>. Acesso em: 13 de agosto de 2015

BARNES, R.D.; FOX, R.S.; RUPPERT, E.E., **Zoologia do Invertebrados, Uma Abordagem Funcional-evolutiva**. 7ed. São Paulo. Editora Roca. 2005. 1145p.

BARBIERI, S.M. & GODINHO-ORLANDI, M.J.L. **Ecological studies on the planktonic protozoans of an eutrophic reservoh (Rio Grande Reservoh - Brazü)**. *Hydrobiologia*.Dordrecht, 1989. v. 183. p. 1-10.

BARROS, F.G.N.; AMIN, M.M., **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. Taubaté, SP. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 1, p. 75-108. São Paulo. 2008.

BERNINGER, U.G.; FINLAY, B.J.; KUUPPO-LEINIKKI, P., **Protozoa control of bacterial abundances in fresh water**. *Limnology and Oceanography*. V. 36. Pp. 139-147. American Society of Limnology and Oceanography, Inc. 1991.

BERNINGER, U.G., WICKHAM, S.A. & FINLAY, B.J. **Trophic coupling within the microbial food web: a study with fine temporal resolution in a eutrophic freshwater ecosystem**. *Freshwater Biol.*30:419- 432.1993

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.1993.tb00825.x>. Acesso em: 20 de março de 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357/05**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 de março 2005.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Água – um recurso cada vez mais ameaçado**. Brasília – DF. Manual de Educação para o Consumo Sustentável. 160p. Brasília, DF. 2005.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, Brasília, DF. 2005.

_____, 1997. **Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997**, que Institui a *Política Nacional de Recursos Hídricos*, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. 1997.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J., **Invertebrados**. 2ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 2007. 968p.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L., **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Rio de Janeiro. Caderno Saúde Pública. 19(2):465-473, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/csp/v19n2/15412.pdf> Acesso em 09 de julho de 2015.

_____; OLIVEIRA, R.B.; BAPTISTA, D.F., **Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos Continentais**. Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis* 12(3), 339-345. 2008. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2882810.pdf>> Acesso em 28 de novembro de 2015.

CAIRNS JUNIOR, J. McCORMICK, P.V. & NIEDERLEHNER, B.R. 1993. **A proposed framework for developing indicators of ecosystem health**. *Hydrobiologia* 263(1):1-44. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00006084> Acesso em 20 de março de 2017.

CARDOSO, L.S.; RAMOS, J.D.; MELLO, H.O.O. **Composição, Densidade e Abundância das Populações de Cladocera, Copepoda e Rotífera de áreas de Proteção Permanente do Rio Uberabinha**. Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 95 - 106, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/download/20517/10948>> Acesso em 15 de julho de 2015.

CAPOLETI, CARLA; **Biomonitoramento da Qualidade da Água na Estação de Tratamento de Água Rio Grande**. São Bernardo do Campo, São Paulo. 2005.160f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Carla%20Capoleti_M.pdf> Acesso em: 27 de agosto de 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de Qualidade das Águas**. São Paulo. 2013. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf>> Acesso em: 13 de julho de 2015.

CETESB. 2006. **Desenvolvimento de índices biológicos para o biomonitoramento em reservatórios do estado de São Paulo**. Relatório técnico. São Paulo, SP. 258p. Disponível em: http://escolasuperior.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/60/2016/06/desenv_indices_biologicos_para_monio_reservatorios_SP.pdf. Acesso em: 24 de abril de 2017

CNUMAD (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento), 1992. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21**. Brasília: Senado Federal.

CONCEIÇÃO, A. & PEREIRA, A. D. 1998. **Flora do Parque Metropolitano de Pituáçu, Salvador-Ba, Brasil Gênero *Stylosanthes* SW. (Fabaceae)** in: Resumos do XLIX Congresso Nacional de Botânica. Salvador: Universidade Federal da Bahia. p. 365. 1998

CONDER. **Plano Diretor do Parque Metropolitano de Pituáçu**, Salvador, 1978.

CONDER. 1996. **Informações básicas dos municípios baianos: região metropolitana de Salvador**. Salvador, 267 p., il., tab., graf. 1996

COSTA, P.T.S. & PERES, M.C.L. 2016. **Registro da Comunidade Protozooplanctônica da Lagoa do Parque Metropolitano de Pituáçu (PMP) – Salvador / BA e sua relação como bioindicadores em ecossistemas lacustres**. In: Anais do 19º SEMOC (Semana de Mobilização Científica). Salvador: Universidade Católica do Salvador. 2016

COULL, Bruce C. **Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats**. Australian Journal Of Ecology. Columbia, p. 327-343. 1999.

CPRH, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos, 2011, **Índice e Indicadores de Qualidade da Água – Revisão da Literatura**, Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf> Acesso em: 13 de julho de 2015.

DANTAS-SILVA, L.T.; DANTAS, E.W., **Zooplâncton (Rotífera, Cladocera e Copepoda) e a Eutrofização em Reservatórios do Nordeste Brasileiro**. Rio de Janeiro. *Oecologia Australis*. V.17 n.2:53-58, Rio de Janeiro. 2013.

Disponível em:

<<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/746>>

Acesso em 07 de novembro de 2016.

DEBASTIANI, C, MEIRA, B. R. LANSAC-TÔHAA, F. M., VELHO, L. F. M., LANSAC-TÔHAA, F.A., **Protozoa ciliates community structure in urban streams and their environmental use as indicators**. *Braz. J. Biol.*, 2016, vol. 76, no. 4, pp. 1043-1053.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjb/2016nahead/1519-6984-bjb-1519-698408615.pdf>

Acesso em: 25 de março de 2017.

DIAS, R.J.P.; WIELOCH, A.H.; D'AGOSTO, M. 2008. **The influence of environmental characteristics on the distribution of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an urban stream of southeast Brazil**. *Braz. J. Biol.* vol.68 no.2. 2008

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; MENEZES, R.; COSTA, I.S.; PANOSSO, R.F.; ARAÚJO, M.F.; ATTAYDE, J.L., **Composição da Comunidade Zooplanctônica em Reservatórios Eutróficos do Semi-árido do Rio Grande do Norte**. Natal/RN. 2007. *Oecologia Brasiliensis*. V.11, n.3. 410-421. Rio de Janeiro. 2007.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ed. Rio de Janeiro: Interciência, 624p. 1998

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826p. 2011

FENCHEL, T., **The ecology of heterotrophic microflagellates**. In: *Advances in Microbial Ecology*. V.9. pp. 57-97. Springer. US. New York. 1986.

FOISSNER, W. 1994. **Progress in taxonomy of planktonic freshwater ciliates**. *Mar. Microb. Food Webs* 8 (1-2):9-35.1994

FOISSNER, W. and BERGER, H. **A user-friendly guide to ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology**. *Freshw. Biol.*, vol. 35, p. 375-498. 1996.

GASTALDINI, M.C.C.; SOUZA, M.D.S., **Diagnóstico do Reservatório do Vacaraí-Mirim através de Índices de Qualidade de Água**, 1º Seminário sobre Qualidade de Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre.1994.

GIOVANINI, F.B. & AZEVEDO, F.de **Levantamento Faunístico da Comunidade Zooplanctônica do Distrito de Piracema (Bacia do Ribeirão**

Paranavaí /PR). Anais do XIX EAIC – 28 a 30 de outubro de 2010, UNICENTRO, Guarapuava –PR. 2010.

GOMES, E.A.T. & GODINHO, M.J.L. **Bactérias e Protozoários em Ambientes Aquáticos: Amostragem e Análise.** In: Amostragem em Limnologia. BICUDO, C.E.de M. & Bicudo, D.de C. São Carlos, SP. RiMa Editora. p. 121-132. 2004.

GODINHO, M.J.L. & REGALI-SELEGHIM, M.H. **Diversidade de protozoários de vida livre: protozoa. In Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX 1.** Microorganismos e Vírus (VP. Canhos & R.F. Vazoller, ed.). FAPESP, São Paulo, p.82-91. 1999

GOULART, M. & CALLISTO, M., **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** Revista da FAPAM, ano 2, nº 1. Pará de Minas/MG. 2003

Disponível em:

<www.santoangelo.uri.br/~briseidy/.../bioindicadores%2019.10.2010.pdf>

Acesso em 06 de julho em 2016.

ISMAIL, A. H. & ADNAN; A. A. M. **Zooplankton composition and abundance as indicators of eutrophication in two small manmade lakes.** Tropical Life Sciences Research 27(Supp. 1): 31–38. doi: 10.21315/ tlr2016.27.3.5. 2016

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21315/tlr2016.27.3.5>>

Acesso em 25 de março de 2017.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos.** 2008. Publicação específica para a I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Minas Gerais. 2008.

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S.; LARSON, A., **Princípios Integrados de Zoologia.** 11ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 2004.

JIANG, J.-G.; Wu, S.-G.; Shen, Y.-F. **Effects of seasonal succession and water pollution on the protozoan community structure in an eutrophic lake.** Chemosphere 66 (2007) 523–532. 2007

JÜRGENS, K., ARNDT, H. & ZIMMERMANN, H. **Impact of metazoan and protozoan grazers on bacterial biomass distribution in microcosm experiments.** Aquat. Microb. Ecol. V.12. pp.131-138. 1997.

JÜRGENS, K. & GÜDE, H. **The potential importance of grazing-resistant bacteria in planktonic systems.** Mar. Ecol. Prog. Ser. V.112. pp.169-188. 1994.

LEE, Kun et al. **Activity and Autophosphorylation of lammer Protein Kinases.** The Journal of biological chemistry, USA, 01 nov. 1996. The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Inc, p. 27299 –27303.

LEITE, F.; FONSECA, O., **Aplicação de índices de qualidade das águas na lagoa Caconde, Osório, RS.** IN: Seminário de Qualidade das Águas Continentais no Mercosul, 1. Anais. Organizador: David M. Marques- ABRH. Lo, C.P., 1986. Applied Remote Sensing. Longman Scientific and Technical, Hong Kong. 393 pp. 1994.

LOBATO JUNIOR, W.S.; ARAÚJO, M.F.F., **Protozoários de vida livre (Ciliophora, Mastigophora e Sarcodina) em dois trechos de um ambiente lótico do nordeste do Brasil e seu potencial uso como bioindicadores.** Revista Ciência e Natura, v.37n.1, p.57-63, 2015, Santa Maria/RS. DOI: 10.5902/2179460X13418. 2015
Disponível em:<<http://oaji.net/articles/2015/1602-1425488858.pdf>>
Acesso em 06 de julho de 2016.

MADONI, P. A., **Sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis.** Water Research, v. 28, n. 1, p. 67-75, 1994.

MADONI, P. **Ciliated protozoan communities and saprobic evaluation of water quality in the hilly zone of some tributaries of the Po River (northern Italy).** Hydrobiologia, V.541: pp. 55–69. 2005

MADONI, Paolo; BASSANINI, Nadia. **Longitudinal Changes in the Ciliated Protozoa Communities Along a Fluvial System Polluted by Organic Matter.** European Journal of Protistology, Italia. European Journal of Protistology, p. 391-402. 1999

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K.V. CINCO REINOS, **Um Guia Ilustrado dos Filos da Vida na Terra.** 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 524p. 2001.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G.; **Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years .**Hydrobiologia v.504: p.215–222, *Reservoir Limnology and Water Quality.*Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. 2003.

MEDEIROS, M.L.Q., **Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica.**2012.74f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ PRODEMA, Natal/ RN, 2012.

Disponível em:

https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18229/1/MariaLQM_DISSE RT.pdf

Acesso em 01 de julho de 2016.

MENDONÇA, H.S.S. **Ciliados Planctônicos e Epibentônicos do rio das velhas e tributários, MG: Ecologia e Uso Potencial para Bioindicação da Qualidade das Águas.** 2012. 319f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e

Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Ouro Preto/MG. 2012.

Disponível em:

www.repositorio.ufop.br/.../1/DISSERTAÇÃO_CiliadosPlanctônicosEpibentônicos.pdf

Acesso em 06 de julho de 2016.

MITCHELL, E. A.D., MEISTERFELD, R., **Taxonomic Confusion Blurs the Debate on Cosmopolitanism versus Local Endemism of Free-Living Protists**. *Protist*, n. 156, issue 3, 263-267, 2005

MOTA, R.B., **Crescimento urbano na bacia hidrográfica de Pituáçu e suas repercussões nas condições de balneabilidade das praias oceânicas da Boca do Rio e dos Artistas**. 2008.191f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2008.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/19800/1/Raimundo%20Brito%20Mota.pdf>>

Acesso em 21 de julho de 2017.

NALECZ-JAWECKI, Grzegorz. **Spirotox-Spirostomum ambiguum acute toxicity test-10 years of experience**. *Environmental Toxicology*, [s.l.], v. 19, n. 4, p.359-364, 2004.

NEVES, A.B., **Tutela Jurídica do Parque Pituáçu como remanescente de mata atlântica, em área urbana, no município de Salvador**.2011.200f. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica do Salvador. Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Salvador/BA, 2011.

Disponível em:

ri.ucs.br:8080/jspui/bitstream/123456730/316/3/AIDE%20BATISTA%20NEVES.pdf

Acesso em 29 de junho de 2016.

ORTIZ, E.; AZEVEDO, F., **Levantamento faunístico preliminar da comunidade zooplânctônica do Ribeirão Paranavaí-PR (região noroeste)**. Fundação Araucária, 2009.

Disponível em:

<http://www.200.233.3/fafipa/modules/mastop_publish/files/files_49f5a3084eab2pdf> Acesso em 15 de julho de 2015.

OLIVEIRA, L.L.D. de; Leite, M.A.; Rocha, O. **Caracterização da Comunidade Zooplânctônica do Reservatório de Ilha Solteira e sua Aplicação em Índices de Qualidade da Água**. In: II Simpósio de Ecologia, 2008, São Carlos, SP. Anais do II Simpósio de Ecologia, 2008.

PAYNE, R.J. **Seven Reasons Why Protists Make Useful Bioindicators**. *Acta Protozoologica*. Special issue: Protists as Bioindicators of Past and Present Environmental Conditions (2013) 52: 105–113. 2013.

Disponível em: <<http://www.eko.uj.edu.pl/ap>> Acesso em 25 de março de 2017.

PEDROZO, C.S.; KAPUSTA, S.C., **Indicadores Ambientais em Ecossistemas Aquáticos**. Porto Alegre. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 72 p. 2010. Disponível em: <redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb.../031212_indic_amb.pdf> Acesso em: 28 de novembro de 2015.

PINTO-COELHO, R.M., **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre. Artmed Editora. 2000.

_____ **Métodos de Coleta, Preservação, Contagem e Determinação de Biomassa em Zooplâncton de Águas Epicontinentais**. In: Amostragem em Limnologia. BICUDO, C.E.de M. & Bicudo, D.de C. São Carlos, SP. RiMa Editora.p. 149-166. 2004.

PORTER, K.G., SHERR, E.B., SHERR, B.F., PACE, M. & SANDERS, R.W. **Protozoa in planktonic food webs**. J. Protozoology. V.32. pp.409-415. 1985.

REGALI-SELEGHIN, M.H.; LEAL GODINHO, M.J.; MATSUMURA-TUNDISI, T, **Checklist dos “protozoários” de água doce do Estado de São Paulo**. Brasil. Biota Neotropica, v.11(Supl.1). São Paulo - SP. 2011.

ROCHA, L.S. **Mapeamento de áreas de vulnerabilidade hídrica através do processamento de informações espaciais e registros de ocorrências da defesa civil**. 2013.144f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2013.
Disponível em:<www.repositorio.ufba.br:8080/ri/handle/ri/13183>
Acesso em 21 de julho de 2017

SANTOS, Elisabete; PINHO, José A. G. de; MORAES, Luiz R. S.; FISCHER, Tânia. **O Caminho das Águas em Salvador: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes**. Salvador: CIAGS/UFBA; SEMA, 2010.

SANTOS, J. J. **Avaliação da Qualidade Ambiental da Represa de Pituaçu, Salvador – Bahia**, Inn: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal, Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014.

SELBORN, L., **A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento**. Brasília. UNESCO, 2001.80p.
Disponível em:<unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127140por.pdf>
Acesso em 25 de outubro de 2016.

SCOTT, D.B.; MEDIOLLI, F.S. & SCHAFER, C.T. **Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators**. Cambridge: Cambridge University Press.2001.

SHERR, E.B.; SHERR, B.F. **Bacterivory and Herbivory: Key Roles of Phagotrophic Protists in Pelagic Food Webs.** In: *Microbial Ecology* V.28. pp. 223-235. Springer-Verlag New York Inc. 1994.

SHERR, E.B.; SHERR, B.F. **Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs.** *Antonie van Leeuwenhoek* **81**: 293–308, 2002. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. 2002.

SHI, X; TAN, X; LIU, G; YANG, X; Zhang, Z; Liu, X; NIE, P (2009) **Seasonal changes of phytoplankton community and biological evaluation about water quality of an artificial lake in Northeast China.** *J Hangzhou Norm Univ* 8:132–142, in Chinese, with English abstract. 2009.

SHI, X., Liu X.; LIU, G.; SUN, Z; Xu, H. (2012) **An approach to analyzing spatial patterns of protozoan communities for assessing water quality in the Hangzhou section of Jing-Hang Grand Canal in China.** *Environ Sci Pollut Res* (2012) 19:739–747. 2012.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F., ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. **Índices versus Indicadores: Precisões Conceituais na Discussão da Sustentabilidade de Países.** *Ambiente & Sociedade. Campinas* v. X, n. 2; p. 137-148; jul.-dez. 2007.

SOUZA, E. C. L. **Pedalando no Parque de Pituáçu: ciclovia e educação ambiental. Monografia de Especialização.** Universidade Católica de Salvador, Salvador. 1994.

SOUZA, M. B; SPERLING, E. V. - **Uso de zooplâncton como indicador de qualidade da água – estudo de caso da bacia do rio Araguari – MG.** *Anais: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte – MG, 1999.*

TELES, A. M. & BAUTISTA, H. P. **Flora do Parque Metropolitano de Pituáçu e seus arredores, Salvador, Bahia: Compositae** In: *Resumos do 52º Congresso Nacional de Botânica. João Pessoa: Espaço Cultural José Lins do Rego.* p. 235. 2001

_____. 2006 **Asteraceae no Parque Metropolitano de Pituáçu, Salvador, Bahia, Brasil.** *Lundiana* 7: 87–96. Belo Horizonte – MG, 2006.

TAN, X; SHI, X; LIU, G; Xu, H; Nie, P **An approach to analyzing taxonomic patterns of protozoan communities for monitoring water quality in Songhua River, northeast China.** *Hydrobiologia* (2010) 638:193–201. 2010

TWAGILIMANA, L., BOHATIER, J., GROLIÈRE, C.A., BONNEMOY, F. & SARGOS, D. 1998. **A new low-cost microbiotest with the protozoan *Spirostomum teres*: culture conditions and assessment of sensitivity of the ciliate to 14 pure chemicals.** *Ecotoxicol. Environ. Safety* 41:231-244. 1998

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI, enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 247 p. 2003.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo. Oficina de Textos. 635 p. 2008.

VEADO, L. **Variação Espaço-Temporal do Zooplâncton do Baixo Estuário do Rio Itajaí-Açu, SC**. Dissertação de mestrado – curso de Pós-graduação em *Stricto Senso* em Ciências e Tecnologia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Universidade do Vale do Itajaí – Itajaí, SC. 71p. 2008.

Disponível em: siaibib01.univali.br/pdf/ludmilla%20veado.pdf.

Acesso em 15 de julho de 2015

VERIATO, M.K.L.; BARROS, H.M.M.; SOUZA, L.P.; CHICÓ, L.R.; BAROSI, K.X.L., **Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050**. Pombal/PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.10, n.5, p.17.2015.

Disponível em: <www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3869>

Acesso em 21 de outubro de 2016.

WASHINGTON, H. G., **Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems**. *Water Research*, 18:653-694.1984.

WHITFIELD, J. 2001. **Vital signs**. *Nature*, 411 (28): 989-990. 2001

CAPÍTULO 1

Composição da comunidade de protistas heterotróficos da Lagoa de Pituvaçu,
Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia

*Composition of the Heterotrophic Protists community of Pituvaçu Lagoon,
Metropolitan Park of Pituvaçu (PMP), Salvador, Bahia*

Paulo Tadeu Silva Costa¹, Marcelo Cesar Lima Peres²

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar os *taxa* que compõe a comunidade de protistas heterótrofos na Lagoa do Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), na cidade de Salvador, Estado da Bahia (BA) entre os anos de 2004 e 2017, contribuindo para o conhecimento taxonômico e morfológico do grupo e a sua frequência em reservatórios urbanos da mata atlântica. As amostras foram coletadas em pontos aleatórios distando aproximadamente 300m um do outro, ao longo da zona litorânea da lagoa, sendo realizadas de forma manual imergindo frascos de 250 ml até uma profundidade de 30 cm e depois emergindo para superfície, em seguida armazenadas em caixa de isopor com gelo para transporte e depositado no laboratório de zoologia da Universidade Católica do Salvador (UCSAL), onde foram analisadas através de microscopia óptica de forma “*in natura*”, ou seja, sem o uso de fixadores. A composição da comunidade de Protistas Heterotróficos da Lagoa de Pituvaçu, situada no Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), Salvador (BA), apresentou 37 *taxa* identificados, entre os anos de 2004 e 2017. O Filo Ciliophora foi o que teve maior número de representantes (28) e frequência (75%), seguido pelos Filos Amebozoa, Cercozoa e Heliozoa (16%), os dois últimos do reino Chromista e o Filo Euglenozoa (9%). O estudo da comunidade permitiu conhecer melhor a ocorrência dos principais *taxa* presentes em reservatórios urbanos da mata atlântica no Estado da Bahia, onde os registros são escassos, contribuindo dessa forma em preencher lacunas encontradas na ecologia microbiana de reservatórios urbanos da mata atlântica.

Palavras-chave: Reservatório. Protozoários. Táxons. Vida Aquática. Bahia.

ABSTRACT

The objective of this work is to identify the *taxa* that makes up the community of heterotrophic protists in the Lagoon of the Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), in the city of Salvador, State of Bahia, between the years 2004 and 2017, contributing to the taxonomic and morphology knowledge of the group and their frequency in urban reservoirs of the Mata Atlântica. The samples were collected at random points distant approximately 300m from one to another along the coastal zone of the lagoon and were performed manually by immersing 250 ml flasks to a depth of 30 cm and then emerging to surface, then stored in a box. Styrofoam with ice for transportation and deposited in the zoology laboratory of the Catholic University of Salvador (UCSAL), where they were analyzed by optical microscopy in an "in natura" way, in other words, without use of fixatives. The composition of the community of Heterotrophic Protists of the Lagoon de Pituvaçu, located in the Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), Salvador (BA), presented 37 *taxa* identified, between the years 2004 and 2017. The Filo Ciliophora had the highest number of representatives (28%) and the frequency (75%), followed by the phylum Amebozoa, Cercozoa and Heliozoa (16%), the last two from the Chromista kingdom and the Phylum Euglenozoa (9%). The community study allowed to know better the occurrence of the main *taxa* present in urban reservoirs of the Mata Atlântica in the State of Bahia, where the records are scarce, contributing to this way fill gaps found in the microbial ecology of urban reservoirs in the Mata Atlântica.

Key words: Reservoir. Protozoa. Taxi. Water Life. Bahia.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Regali-Seleglim et al. (2011), os maiores levantamentos faunísticos de protozoários foram feitos na Europa e América do Norte. No Brasil, começaram por volta de 1910 e desde a década de 1980 aumentaram (GODINHO; REGALI-SELEGHIN, 1999). A maioria dos estudos foram realizados na região sul e sudeste, como nos estados do Rio Grande do Sul (TOREES, 2000; LEÃO, 2009), Paraná (LEIPNITZ, 2006; VELHO, 2013; GARCIA et al., 2016); São Paulo (REGALI-SELEGHIN et al., 2011), Rio de Janeiro (PAIVA, SILVA-NETO, 2004; GOMES, 2007) e Minas Gerais (DIAS, WIELOCH, D'AGOSTO, 2008), enquanto em outras regiões como o nordeste brasileiro se destacam alguns estudos como de Silva (2008) na Bahia (115 taxa de amebas testáceas), Medeiros (2012) (65 taxa de protozoários de vida livre) e Lobato Junior (2015) (76 taxa de protozoários de vida livre) no Rio Grande do Norte.

Embora exista um aumento nos últimos anos no número de publicações de trabalhos sobre os protistas heterotróficos (protozoários), os estudos podem ser considerados recentes com lacunas a serem ainda preenchidas. Também se sabe pouco sobre sua diversidade em várias regiões do planeta e o papel funcional que determinadas espécies ou grupos de protozoários podem exercer nos ecossistemas aquáticos.

Uma das maneiras de intensificar o esforço em estudos taxonômicos de protozoários é por meio do aumento de amostragens em regiões pouco estudadas (MITCHELL; MEISTERFELD, 2005), evidenciando-se características essenciais para diferenciar espécies a serem utilizadas em pesquisas ecológicas, bastante relevantes para os estudos das relações tróficas que permitem a sustentabilidade dos ecossistemas (REGALI-SELEGHIM et al., 2011). Conhecer sua ecologia e entender seu papel como uma alça do “loop microbiano” é essencial para uma melhor interpretação da dinâmica dos sistemas aquáticos.

Os protozoa constituem um grupo particularmente importante no funcionamento dos ecossistemas aquáticos (ROCHA, 2000), sua distribuição mundial é mais limitada pelo habitat do que geograficamente e apresentam um notável espectro de adaptações para diferentes condições ambientais, ocupando uma grande variedade de nichos ecológicos. As espécies de vida livre desempenham um papel fundamental nos processos de autodepuração em

estações de tratamento de água e dejetos de esgotos, assim como indicadores biológicos de água.

Os protistas heterótrofos são na sua maioria fagotróficos e dotados de mobilidade o que acarreta colocá-los em um nível trófico como consumidor, seja primário ou secundário, e com capacidade de migração para diversos pontos do ambiente aquático, seja na zona litorânea ou na zona limnética. Os protistas heterótrofos de vida livre que vive em água doce são os ciliados, as amebas com e sem carapaça, os heliozoários e os flagelados (BARNES, 2005; BRUSCA; BRUSCA, 2007; REGALI-SELEGHIN et al., 2011).

O reservatório (Lagoa de Pituaçu) em estudo encontra-se dentro de uma unidade de conservação (PMP), um fragmento de Mata Atlântica, o que torna o estudo mais relevante ainda para o conhecimento da composição dos taxa de protistas heterótrofos (protozoários) da lagoa.

Apesar de práticas contraditórias na descrição e denominação de espécies terem conduzido a confusões taxonômicas (MARGULIS & SCHWARTZ, 2001) em alguns trabalhos, estima-se em 20% o conhecimento das espécies de protistas heterótrofos (protozoários) no planeta (BRUSCA & BRUSCA, 2003; COX & MOORE, 2005; LOURENÇO, 2013). Essa estimativa baixa principalmente em regiões tropicais decorre das poucas amostragens, das limitações impostas pelo reduzido tamanho e pelas técnicas simples de investigação microscópica (MARGULIS & SCHWARTZ, 2001; LOURENÇO, 2013). Mesmo assim, não constituíram obstáculos para as descrições morfológicas dos táxons identificados, que aconteceram de acordo com sua superfície corporal e estruturas celulares visíveis, seguindo a literatura especializada.

A identificação desses protistas é limitada devido a pouca quantidade de profissionais treinados em taxonomia desses grupos e às incompatibilidades entre metodologias de estudos de caráter taxonômico e ecológico (REGALI-SELEGHIN et al., 2011). Os poucos estudos (SILVA, 2008; MEDEIROS, 2012; LOBATO JUNIOR, 2015; COSTA, 2016; BRITO, 2016) dessa comunidade em ambientes aquáticos no nordeste brasileiro e especialmente no estado da Bahia (SILVA, 2008; CRUZ, 2012; COSTA, 2016), exige um levantamento qualitativo da comunidade de protistas heterótrofos (protozoários) de vida livre, o que

permitirá o conhecimento da sua composição, viabilizando a conservação dos *taxa* identificados nesse ambiente.

Diante desses fatos esse trabalho teve o objetivo de identificar os *taxa* que compõe a comunidade de protistas heterótrofos na Lagoa do Parque Metropolitano de Pituáçu (PMP), na cidade de Salvador, Estado da Bahia (BA) entre os anos de 2004 e 2017, contribuindo para o conhecimento taxonômico e morfológico do grupo e a sua frequência nas águas doces epicontinentais no nordeste brasileiro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa de Pituáçu, situada entre as coordenadas geográficas 12° 56´ S e 38° 24´ W, está localizada no Parque Metropolitano de Pituáçu (Figura 1), uma unidade de conservação segundo o decreto municipal nº 5.158/77 e criada como parque pelo decreto estadual 23.666/73, com 660 ha em uma área urbana do município de Salvador. O parque possuía até o primeiro semestre de 2013, 440 hectares de área, mas com a nova poligonal, passou a ter 392 hectares de remanescentes de mata atlântica, cerca de 40% da área foi perdida para especulação imobiliária e implantação de empreendimentos, mesmo assim constitui-se em uma importante área de lazer para a população de Salvador. Com a publicação do Plano Diretor pela Conder, em 1978, ficou definido seu uso para lazer, urbanização dos recursos naturais, ocupação do solo e preservação da lagoa. As suas águas deixaram de ser usadas para o abastecimento público em 2002, devido a sua poluição (GOMES, 2008).

A topografia do parque é típica do recôncavo baiano, com colinas elevadas, estando os pontos mais altos entre 45-50 m e os mais baixos com 5 m de altitude, sofrendo uma grande influência marítima devido à proximidade com o oceano. Essa proximidade favorece o equilíbrio térmico, onde a amplitude térmica observada entre os meses quentes e os mais frios é da ordem de 6°C. Segundo a classificação de Köeppen, o clima é Af, ou seja, do tipo tropical quente e úmido, sem estação seca aparente (SOUZA, 1994). A média anual da temperatura do ar gira em torno de 25°C, enquanto as mensais ficam acima de 20°C, dessa forma de novembro a abril são mais elevadas e de maio a outubro as mínimas são inferiores a 20°C (CONDER, 1996; NEVES, 2011).

Figura 1 – Localização da área de estudo, Reservatório de Pituauçu, Salvador-Bahia



Fonte: <http://www.secom.ba.gov.br>

A pluviosidade média anual chega a 1.800 mm, com um período de maior índice pluviométrico entre março e julho, e outro, menos chuvoso, de agosto a fevereiro (ARAÚJO et al, 2003).

Segundo Rocha (2013), quanto ao solo, predomina o tipo latossolo vermelho-amarelo. Um solo mineral, ácido, com baixa fertilidade natural, mas boa porosidade e permeabilidade.

Na bacia de Pituauçu, a Mata Atlântica encontra-se completamente modificada pela intervenção humana, sendo a mesma caracterizada por apresentar: fenerófitos ombrófilos não resistentes à seca, geralmente apresentando as gemas foliares desprotegidas, constituindo-se de sub-formas de vida macro e mesofanerófitas, lianas lenhosas e epífitas em abundância; folhagem sempre verde podendo apresentar no dossel superior árvores sem folhas durante alguns dias (MOTA, 2008). Encontra-se, ainda, na faixa litorânea da bacia de Pituauçu a formação de restingas, onde predomina um tipo de vegetação com influência marinha.

A lagoa de Pituauçu atualmente tem aproximadamente 66 ha de espelho d'água, faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras (e Pituauçu) e da Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Norte. A lagoa foi originada de um barramento do rio Pituauçu feito em 1906 (SANTOS, 2014),

adquirindo uma forma de trevo, onde suas águas abasteciam 1% da oferta total da cidade de Salvador (BA), no século passado. O reservatório surgiu no governo de Gomes Carneiro da Rocha, com a construção da barragem do rio Pituaçu pelo engenheiro Teodoro Sampaio. O represamento do rio deu origem a uma lagoa artificial de quatro quilômetros de extensão com capacidade para armazenar aproximadamente 3.000.000 m³ de água e proporcionou a cidade um dos mais belos refúgios naturais. Além da beleza cênica, o parque abriga uma surpreendente biodiversidade, privilégio que poucas áreas urbanas possuem no Brasil.

Apesar de ser um fragmento remanescente secundário de Mata Atlântica (TELES & BAUTISTA 2001), sofre diversas ações antrópicas, como por exemplo, atividade de pesca clandestina, lançamento de esgotos na lagoa, destruição da mata ciliar, tráfego intenso de moradores e introdução de animais silvestres (OLIVEIRA-ALVES et al, 2005). Atualmente a maior dificuldade, nos centros urbanos brasileiros, é de compatibilizar a expansão da ocupação e dos serviços urbanos com a proteção dos ecossistemas naturais.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As amostragens foram realizadas entre os anos de 2004 e 2017, sendo que nos anos de 2012, 2014 e 2015 não houve amostragens, devido à falta de recursos técnicos. As campanhas foram anuais dentro do período menos chuvoso (agosto a novembro) ou no período mais chuvoso (março a junho), totalizando 11 campanhas. As amostras foram coletadas em pontos aleatórios distando aproximadamente 300m um do outro, ao longo da zona litorânea da lagoa, seguindo a proposta de amostragem aleatória irrestrita, onde há um número infinito de pontos para localizar de modo aleatório (PILLAR, 2004), evitando a pseudo-repetição. Foram utilizados 4 (quatro) recipientes plásticos de 250ml, por campanha, preenchidos com 3/4 da sua capacidade volumétrica, o que totalizou 44 (quarenta e quatro) amostras coletadas. As coletas foram realizadas de forma manual imergindo frascos até uma profundidade de 30 cm e depois emergindo para superfície, em seguida as amostras foram mantidas em caixa de isopor com gelo para armazenamento e transporte. Posteriormente o material foi depositado no laboratório de zoologia da Universidade Católica do Salvador (UCSAL), onde foram analisadas através de microscopia óptica de

forma “*in natura*”, ou seja, sem o uso de fixadores, para que as características morfológicas pudessem ser preservadas ao máximo e as identificações fossem mais precisas. Com auxílio de uma pipeta de Pasteur descartável, uma alíquota foi transferida para uma lâmina de vidro e sobreposta com a lamínula, em seguida o material foi analisado em microscopia óptica com objetivas de 10x e 40x, utilizando um equipamento da marca Nikon modelo Alphaphot-2 YS-2, sendo examinadas 10 lâminas por amostras.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

A identificação taxonômica seguiu a literatura especializada (KUDO, 1966; NEEDHAM; NEEDHAM, 1982; CURDS et al, 1983; CAREY, 1992; FOISNER e BERGER, 1996; PATTERSON, 1996) e referências eletrônicas, como o “Protist Information Server”. Os ciliados foram classificados segundo Lynn (2008), enquanto os Amebozoa, Cercozoa, Heliozoa e Euglenozoa foram classificados segundo o Systema Naturae 2.000 (Brands 1989-2005).

Os dados obtidos para frequência de ocorrência foram analisados relacionando número de vezes que cada táxon foi encontrado por ano registrado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

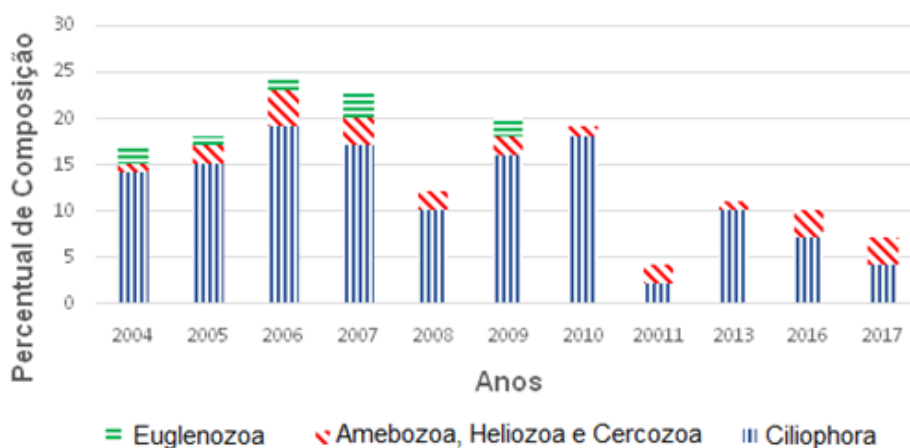
O estudo catalogou entre os anos de 2004 e 2017 uma comunidade de 37 *taxa* de protistas heterótrofos. Apesar de a literatura sugerir um grande número de *taxa* a ser identificado em amostragens prolongadas, o estudo preocupou-se em fazer uma análise taxonômica dos protistas heterótrofos (protozoários) ocorrentes na Lagoa de Pituaçu.

Dentre os 37 *taxa* identificados, 28 pertenciam ao Filo Ciliophora, 3 ao Filo Amebozoa, 3 ao Filo Euglenozoa, 2 ao Filo Heliozoa e 1 ao Filo Cercozoa (Tabela 1).

Foram identificados cinco filos entre os 37 *taxa* estudados: Filo Ciliophora, Filo Amebozoa, Filo Heliozoa, Filo Cercozoa e Filo Euglenozoa, onde o Filo Ciliophora com 28 *taxa* distribuídos em 9 classes: Karyorelictea, Phyllopharyngea, Prostomatea, Colpodea, Heterotrichea, Litostomatea, Spirotrichea, Oligohymenophorea e Armophorea. Já no Filo Amebozoa com 3 *taxa* identificados foi registrada 1 classe: Tubulinea, no Filo Heliozoa 1 classe: Centrohelea, no Filo Cercozoa também 1 classe: Imbricatea, enquanto no Filo Euglenozoa entre os 3 *taxa* estudados determinou-se 2 classes: Euglenozoa (*Entosiphon* e *Peranema*) e Kinetoplastea (*Bodo*).

Na composição resultante o Filo Ciliophora compreendeu 75% dos *taxa* identificados, enquanto os Amebozoa, Heliozoa e Cercozoa representaram 16% e o Euglenozoa com aproximadamente 9% (Figura 2).

Figura 2 – Percentual de Composição dos Protistas Heterotróficos da Lagoa de Pituáçu entre 2004 e 2017



Os resultados apresentados tiveram o Filo Ciliophora predominando durante todo o período estudado, a ocorrência desse grupo parece estar ligada à disponibilidade de alimento do que ao estado trófico do ambiente (SODRÉ-NETO, 2009; MEDEIROS, 2012; LOBATO-JUNIOR, 2015). Nos estudos realizados por Santos (2014), a lagoa de Pituáçu é classificada segundo o índice do estado trófico (IET) como um corpo d'água na maior parte "mesotrófico", onde há moderado aumento de nutrientes e moderado crescimento planctônico. A disponibilidade de alimentos é um importante fator biótico que controla a

distribuição das populações de protozoários nos diversos ecossistemas (DIAS et al, 2008). Outros fatores podem ter contribuído para o registro dessas espécies, como distúrbios físicos e despejos de matéria orgânica, o que provoca a elevação da temperatura e o aumento do consumo de bactérias.

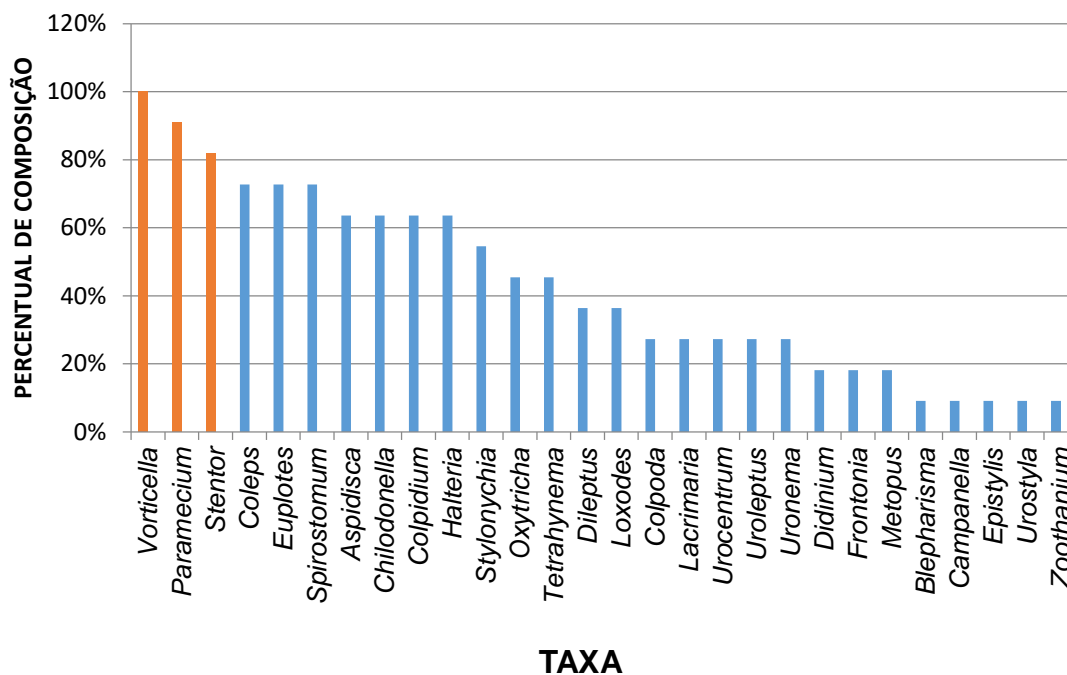
Dos 28 taxa de Ciliados identificados, os mais frequentes no ambiente pesquisado pertencem a classe Oligohymenophorea, destacando-se os gêneros *Vorticella* Linnaeus, 1767 e *Paramecium* Muller, 1773, identificados em aproximadamente 100% do período amostrado (Figura 3). É importante salientar que os gêneros anteriormente destacados são predominantes em sedimentos moles (FINLAY, 1998), como observado na zona litorânea da lagoa. A *Vorticella* sp. tem grande representatividade em vários trabalhos desenvolvidos em rios e riachos (MADONI; BRAGHIROLI, 2007; ANDRUSHCHYSHYN et al., 2007), além de que, variáveis como turbidez, pH, temperatura e o fluxo influenciam a distribuição de algumas espécies, porque, dependendo da quantidade e origem do material suspenso, podem ser favoráveis à ocorrência de ciliados bacterívoros, algívoros e omnívoros, como a *Vorticella* sp., que é fortemente relacionada à poluição orgânica, pois tem vida sésil recebendo assim toda carga de poluentes do ambiente onde vive.

Quanto ao *Paramecium*, é encontrado em ambientes com altas concentrações de recursos, como a clorofila e coliformes totais, onde provavelmente também estão relacionados aos seus hábitos alimentares, já que esse consome principalmente algas e bactérias (ZINGEL, 2005). Nos seus trabalhos, Dias (2008) reforça o seu caráter bioindicador de ambientes muito poluídos. Já Fokin (2010) diz que no Hemisfério Sul simplesmente não há informações claras sobre o *Paramecium*, pois, muitos territórios não foram verificados por especialistas e afirma que *P. bursaria*, *P. caudatum*, *P. multimicronucleatum* e complexo de *P. aurelia* (como uma morfoespécie) podem ser encontrados em todos os lugares (cosmopolitas). Geralmente o *Paramecium* é abundante em lagos e riachos com pouca correnteza, onde contém plantas aquáticas e bastante matéria orgânica em decomposição.

No Brasil, os ciliados também são muito utilizados em diversos estudos na listagem de espécies para conhecimento da biota (PAULETO et al., 2009; REGALI-SELEGHIM; GODINHO; MATSUMURA-TUNDISI, 2011; DEBASTIANI et al. 2016) e em outros estudos sobre ambientes de água doce (ARAÚJO;

COSTA, 2007; BOSSOLAN; GODINHO, 2000; GOMES; GODINHO, 2003; VELHO, 2013, GARCIA, 2016). Boa parte dos ciliados identificados nesse estudo são litorâneos e bentônicos, assim como referenciado por Berger e Foissner, 2003.

Figura 3 - Percentual de Composição dos Taxa do Filo Ciliophora Identificado na Lagoa de Pituauçu, Salvador – BAHIA

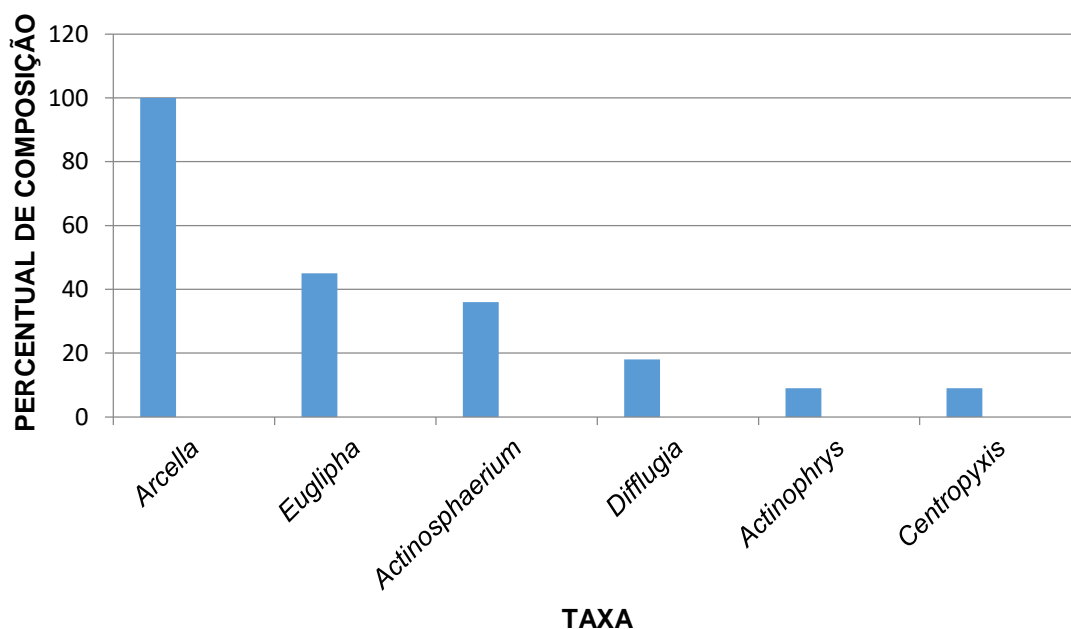


Segundo Finlay 1998, os protozoários não ciliados geralmente são muito menores e mais difíceis de trabalhar, e a resolução taxonômica destes raramente foi tentada em investigações ecológicas. O número de protistas amebozoas, heliozoas, cercozoas e flagelados registrados na composição da Lagoa de Pituauçu foi considerado reduzido, pelas dificuldades metodológicas encontradas para identificação.

A composição das amebas (Filo Amebozoa) foi inferior em comparação com a dos ciliados, como observado também por Gomes (2003), no estudo do Lago Monte Alegre (SP). A presença da *Arcella* Ehrenberg, 1832 em 100% do período estudado (Figura 4), pode estar relacionada a grande quantidade de macrófitas aquáticas, pois segundo Silva (2009), ambientes com densos estandes de macrófitas, de modo geral, possuem elevadas riquezas de protistas (ciliados e amebas testáceas). Estudos ecológicos de amebas testáceas são,

muitas vezes, prejudicados pelas dificuldades existentes na identificação taxonômica, os trabalhos de Cunha (1916), Neumann-Leitão & Nogueira-Paranhos (1987), Silva (2009) e Cruz (2012) com amebas testáceas para o Estado da Bahia contribuíram para um melhor conhecimento da sua ecologia, taxonomia e dinâmica nos ambientes aquáticos. Nesse estudo não houve monitoramento da sazonalidade, mas vale salientar que a ocorrência dos taxa de amebas testáceas pode estar relacionada também com a disponibilidade de alimentos, fator que pode estar associado ao maior ou menor grau de eutrofização, como observado por Silva (2009) em seu trabalho no Rio Cachoeira (BA), apontando ao mesmo tempo a metodologia de triagem com pipetas capilarizada como um procedimento que registra uma menor riqueza de espécies, como utilizado no nosso estudo. Os heliozoários encontrados como *Actinophrys* e *Actinosphaerium*, são ditos comuns em água potável (FINLAY, 1998), são organismos flutuantes de água doce e especialmente frequentes em lagoas e rios, sendo encontrados entre a vegetação aquática e em ambientes eutróficos e mesotróficos (COSTA; PERES, 2016).

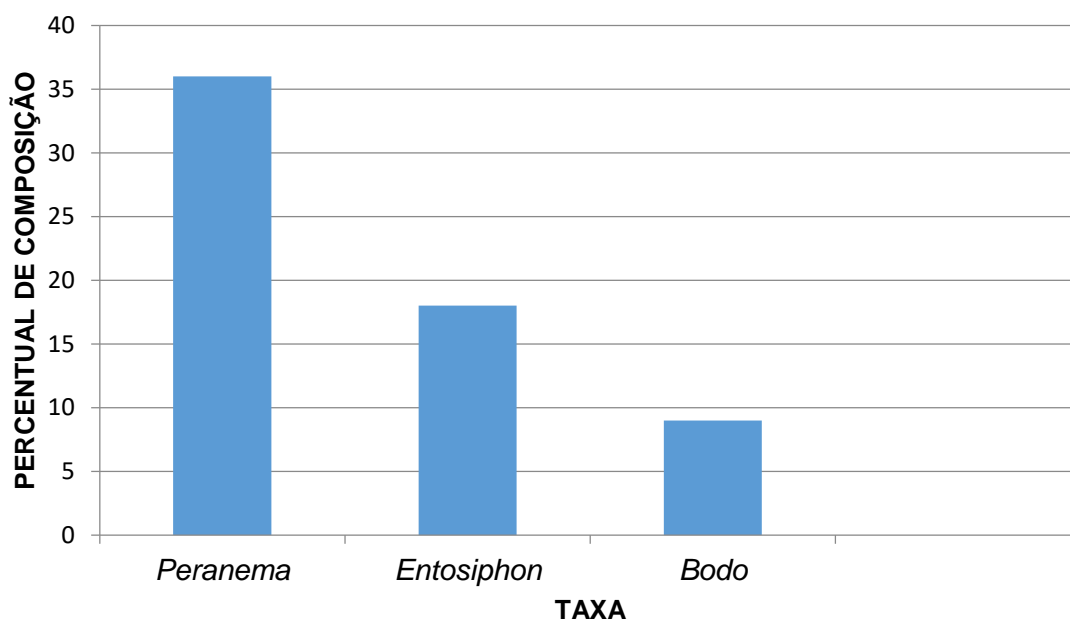
Figura 4 - Percentual de Composição dos Taxa dos Filos Amebozoa, Heliozoa e Cercozoa Identificados na Lagoa de Pituaçu, Salvador – BAHIA



Os flagelados heterotróficos registrados na Lagoa de Pituaçu, como *Peranema* Dujardin, 1841; *Entosiphon* Stein, 1878 e *Bodo* Ehrenberg,

1830(Figura 5), são fagotróficos e vivem principalmente em sedimentos onde eles geralmente deslizam sobre superfícies e pastoreiam sobre bactérias em anexo ou suspensas. Medeiros (2012) em estudo com reservatórios no Rio Grande do Norte constatou a ocorrência de *Bodo* e *Entosiphon* em todos os pontos selecionados e em todos os períodos climáticos. Segundo Patterson e Lee (2000) o *Bodo* é cosmopolita.

Figura 5 - Percentual de Composição do Filo Euglenozoa Identificados na Lagoa de Pituáçu, Salvador - BAHIA



Vários estudos mostram que o aumento da disponibilidade de nutrientes causa o aumento da densidade e da biomassa da comunidade flagelada (GASOL et al., 1995; HWANG; HEALTH, 1997; WEISSE, 1991, CAMARGO;VELHO, 2011), o que promove a expansão de seus recursos alimentares (bactérias e nanofitoplâncton) (CAMARGO;VELHO, 2011), mas variáveis abióticas como temperatura, pH e oxigênio dissolvido podem comprometer a composição dessa comunidade, onde a baixa concentração de oxigênio (O.D.) e a elevada temperatura podem limitar a comunidade flagelada (ARNDT et al., 2000), como sugere a Lagoa de Pituáçu com médias baixas de O.D. - 3,29 a 4,92 - (ALELUIA et al., 2016) e alta temperatura ao longo do ano, com médias em torno de 25°C (CONDER, 1996; NEVES, 2011).

3.1 Descrições dos taxa identificados

Filo Ciliophora

A célula apresenta-se coberta por cílios, os núcleos diferenciam-se em macro e micronúcleos, os cílios também se diferenciam por estruturas únicas (cirros, membranelas, etc.), muitas espécies.

Aspidisca Ehrenberg, 1830

Pequeno, ovoide; lado dorsal convexo; lado ventral achatado; superfície dorsal rígida; zona adoral reduzida ou rudimentar; macronúcleo em forma de U ou ferradura ou em duas partes arredondadas. Nenhum cirro marginal ou caudal; gênero comum. Célula achatada com um pequeno número de cirros proeminentes na superfície ventral; estruturas de alimentação não são óbvias. Os cirros transversais são relativamente fáceis de ver. O vacúolo contrátil posterior ao cirro transversal.

Blepharisma Perty, 1849

Alongado, ovoide; o ápice anterior geralmente se curva sobre o perístoma; não contrátil. Na frente do citóstoma, uma membrana ondulada de duas camadas na borda direita; vacúolo contrátil e citopígio terminal; coloração rosa.

Campanella Glodfuss, 1820

Os cílios orais fazem 3 ou mais voltas ao redor do disco peristomial; célula contrátil; não possui haste.

Chilodonella Strand, 1928

Célula ovoide, largo e achatado dorsoventralmente; projeções de lóbulo largo à esquerda da célula; zona central sem cílios; superfície ventral plana, superfície dorsal arqueada, exceto para uma região anterior achatada; macronúcleo ovoide, 2 vacúolos contráteis.

Coleps Nitzsch, 1827

Célula em forma de barril; com placas ectoplasmáticas dispostas regularmente; citóstoma na extremidade anterior, cercado por cílios ligeiramente mais longos; geralmente com projeção espinhosa na extremidade posterior; um ou mais cílios longos caudais. Macronúcleo ovoide, vacúolo contrátil posterior.

Colpidium Stein, 1860

Reniforme, alongado; tipicamente com uma fila ciliar oral e ciliatura corporal uniforme; citóstoma pequeno, triangular, 1/4 da extremidade anterior em direção

ao lado direito. Às vezes, um cacho de cílios caudais curtos presentes. Vacúolo contráctil na metade do corpo posterior. Macronúcleo ovoide, localizado centralmente com um micronúcleo adjacente.

Colpoda Muller, 1773

Célula reniforme; dorsoventralmente achatado; borda direita do corpo convexa, esquerda côncava; o sulco somático se origina na superfície dorsal, viaja ao redor do lado esquerdo para a entrada do vestígio na superfície ventral. Ciliatura uniforme em sulcos orientados longitudinal ou oblíquos. Vários entalhes que indicam sulcos ciliares, muitas vezes visíveis na parte pré-oral da borda do corpo esquerdo. Existe um arco em forma de ferradura de cílios bem ajustados à direita da entrada vestibular. Único macronúcleo arredondado com 1, 2 ou 3 micronúcleos. Vacúolo contráctil terminal único.

Didinium Stein, 1859

Célula equipada com uma saliência curta em forma de cone; o citóstoma se forma apenas quando se alimenta. A ciliatura somática é reduzida a duas bandas estreitas que circundam a célula, uma equatorialmente e a outra anterior; macronúcleo longo, em forma de salsicha ou de ferradura. Vacúolo contráctil posterior.

Dileptus Dujardin, 1841

Alongado; prolongamento da parte posterior (probóscide) conspícuo; dois ou mais vacúolos contrácteis. Os vacúolos contrácteis geralmente ficam seguidos ao longo da superfície dorsal.

Epystilis Ehrenberg, 1830

Colonial; sem lorica; menos de 3 voltas de cílios orais. Célula em forma de sino invertido montado sobre haste ramificado não-contráctil.

Euplotes Ehrenberg, 1830

Célula ovoide, inflexível; Superfície ventral achatada, superfície dorsal convexa; perístoma amplamente triangular. Três grupos de cirros (frontoventral, transversal e caudal); macronúcleo em forma de C e um micronúcleo adjacente. Citóstoma se abre em um canal ou via de passagem, a citofaringe.

Frontonia Ehrenberg, 1838

Cinetias pós-oral geralmente à esquerda. A borda esquerda é mais curva do que a borda direita; citofaringe com numerosas fibrilas fortes; ectoplasma com

numerosos tricocistos fusiformes; macronúcleo oval; um a vários micronúcleos. Forma da célula alongada ao oval, mais ou menos achatada dorsoventralmente, arredondada em ambos os polos e geralmente mais larga na frente. Existe uma membrana ondulada à direita da abertura e 3 membranelas na esquerda, correndo juntas ao longo da margem da abertura.

Halteria Dujardin, 1841

Esférico ou amplamente fusiforme; a borda anterior possui uma zona adoral conspícua. Cílios (cirros) longos e rígidos situados equatorialmente; coroa de cílios na porção anterior do corpo; locomoção saltatória bastante comum.

Lacrymaria Bory de St Vicent, 1826

Célula longa em forma de balão; ápice em forma de bulbo, com vários cílios oblíquos; contrátil. Forma de fuso ou de frasco; com uma probóscide contrátil longa; citóstoma redondo; linhas ciliares meridionais ou espirais à direita. A célula é completamente coberta por cílios uniformes (mais curtos do que aqueles na porção anterior) que surgem de cinetias longitudinais ou espirais. Macronúcleo em 1, 2 ou raramente em várias partes. Vacúolo contrátil na região do corpo posterior.

Loxodes Ehrenberg, 1830

Célula longa, plana, com prolongamento anterior semelhante a um bico; área oral em sulco ventral longo por trás das vesículas do prolongamento em endoplasma; área oral redonda, atrás do prolongamento, leva à cavidade tubular. Fortemente dobrado ventralmente para formar uma concavidade em que se situa uma abertura oral tipo fenda. Célula comprimida lateralmente na região anterior, mas menos na parte posterior. Ciliatura principalmente restrita à superfície direita (superior), reduzida na superfície esquerda (inferior). Muitos tricocistos presentes que dão uma tonalidade acastanhada a célula. Vacúolo contrátil único na região posterior. Macronúcleo em 1, 2 ou mais partes vesiculares.

Metopus Claparède and Lachmann, 1858

Célula oblonga ou fusiforme; perístoma conspícuo, começando na extremidade anterior e atingindo o meio da célula; vacúolo terminal contrátil; macronúcleo ovoide alongado.

Oxytricha Bory de St Vicent, 1825

Elipsoide; flexível; superfície ventral achatada; superfície dorsal convexa; 8 cirros frontais, 5 cirros ventrais, 5 cirros transversais, cirro caudal curto. Cavidade oral não ampla; macronúcleos ovais; cirro confluyente marginal na parte traseira; corpo lateralmente flexível.

Paramecium Muller, 1773

Em forma de charuto ou em forma de chinelo; um único macronúcleo e 1 a vários micronúcleos vesiculares ou compactos. Anteriormente arredondado ou obliquamente truncado, posteriormente arredondado ou cônico; célula assimétrica devido a uma depressão da superfície ventral (sulco oral) que corre do ápice da célula para o meio do corpo; abertura oral (citóstoma) na sua extremidade posterior; ciliatura somática uniforme; batimento ciliar é oblíquo ao eixo longitudinal da célula; um ou mais vacúolos contráteis presentes; macronúcleo ovoide ou reniforme.

Spirostomum Ehrenberg, 1833

Célula fechada na porção posterior; cinetias espirais quando a célula contrai. Membrana ondulante ausente; canal lacunar de vacúolo contrátil. Célula altamente alongada, muitas vezes sem fim, grande, cilíndrico ou achatado. O polo apical arredondado ou com uma pequena projeção semelhante ao bico para a esquerda e o polo terminal geralmente truncado. Normalmente não pigmentado, mas alguns aparecem de amarelo a marrom. Vacúolo contrátil com um canal único que conduz à frente. O macronúcleo pode ser esférico, alongado ou moniliforme. Com alto grau de contratilidade e torção celular.

Stentor Oken, 1815

Quando estendido, em forma de trombeta ou cilíndrica; altamente contrátil; campo frontal peristomial visível; vacúolo contrátil anterior-esquerda. O fim mais estreito da célula pode ser anexado ao substrato por um tempo de espera temporário e o hábito sedentário é o seu modo de vida habitual.

Stylonychia Ehrenberg, 1830

Cirros marginais não confluentes na porção posterior; cavidade oral ampla, expansiva. Célula ovoide ou alongada, inflexível. Cirro frontoventral fortemente desenvolvido e cirro transversal presente; três longos cílios caudais rígidos; superfície dorsal ornamentada por curtas filas de cirros; dois macronúcleos.

Tetrahymena Furgason, 1940

Pequeno, ovoide ou piriforme, com extremidade anterior; citóstoma anterior 1/3 da célula onde uma membrana ondulada à direita e três pequenas membranelas à esquerda. Ciliatura somática completa; um vacúolo contrátil terminal, um macronúcleo esférico central.

Urocentrum Nitzsch, 1827

Célula curta, cilíndrica; Cílios da célula com duas faixas distintas e um tufo distinto na porção posterior. Ciliado em forma de barril de tamanho médio com extremidades largamente arredondadas e cintura ligeiramente equatorial, estreitando ligeiramente para trás. Vacúolo contrátil posterior, alimentado por 4 canais longos. Macronúcleo em forma de ferradura.

Uroleptus Ehrenberg, 1831

Célula alargada esticada em uma porção semelhante a uma cauda; 3 cirros frontais; 2-4 linhas de cirros ventrais; marginais; sem cirros transversais. Cirros frontoventrais em filas de zig-zag; metade da porção posterior estreitada semelhante a uma cauda. Cirros transversais ausente.

Uronema Dujardin, 1841

Ovoide, piriforme ou alongado; citóstoma pequeno logo acima do equador; cílio caudal; ciliatura somática bipolar. Vacúolo contrátil simples na metade da porção posterior. Macronúcleo na parte anterior do corpo, mas não apical.

Urostyla Ehrenberg, 1830

Com 2 ou mais fileiras de cirros marginais à direita. Elipsoide; flexível; arredondado posteriormente. Ovoide a alongado, com grande número de linhas ventrais de cirros (fileiras); cirro transversal presente; cirros frontais indiferenciados dos ventrais.

Vorticella Linnaeus, 1767

Solitário, mas muitas vezes gregário. Célula em forma de sino invertido carregado sobre uma haste contrátil, que contém uma corda ou mionema parecido com músculo contrátil sinusoidal, o que faz com que a contração ocorra de forma espiral e sem ziguezague. Possui cavidade bucal distinta. Vida sésil.

Zoothanium Bory, 1826

Colonial. Zooides em forma de sino invertido, carregados sobre uma haste ramificada contrátil que se dobra de forma ziguezague (não em espiral) por meio

de um mionema contínuo. Isso fica mais centralmente dentro da haste e não é sinusoidal quando relaxado.

Filo Heliozoa

Forma celular com movimento ameboide. Heliozoa contém axópodo radialmente dispostos.

Actinosphaerium Stein, 1857

Os pseudopodos (axópodo) se afilam da base em direção às pontas distal. Os axópodos passam por uma camada periférica de grandes vacúolos para terminar ou perto de um núcleo. Os núcleos estão em uma camada logo abaixo dos vacúolos periféricos.

Actinophrys Ehrenberg, 1830

Esferoidal; citoplasma altamente vacuolizado, especialmente ectoplasma. Núcleo central; um a muitos vacúolos contrácteis; axópodos retos, numerosos, os filamentos axiais terminam na superfície do núcleo.

Filo Amebozoa

Forma celular com movimento ameboide. Amebozoas contém pseudopodos obtusos ou filiformes. São amebas com ou sem testas.

Arcella Ehrenberg, 1832

Teca incolor, amarelo ou marrom; circular ou ovoide; em vista lateral variando do plano convexo ao hemisférico; superfície lisa ou pontilhada, mas pode ser moldada para ter facetas angulares, às vezes se desenvolve em espinhas ou proeminências; parede composta por numerosos alvéolos feitos de um material proteínico, dispostos em uma ou mais camadas; abertura central, circular, com colar pequeno, geralmente invaginado e ocasionalmente cercado por poros. A ameba tem pseudópodes lobópodos. A organela mais proeminente dentro do citoplasma é o núcleo.

Centropyxis Stein, 1857

Testa circular, ovoide ou discoide; com ou sem espinhos; incolor, amarelo ou marrom; com vista lateral arredondada para trás e afunilada em direção à borda anterior, que muitas vezes possui uma margem recurvada, espinhas cônicas às vezes presentes nas margens laterais; superfície pontilhada ou áspera; abertura subterminal ou ocasionalmente central, circular ou oval e invaginado.

Diffflugia LeClerc, 1815

Teca incolor, amarelo ou marrom; circular, ovoide, piriforme ou acuminado; composto de partículas minerais aglutinadas e fístulas de diatomáceas; abertura terminal, circular ou lobada, às vezes com uma borda orgânica.

Filo Cercozoa

Células nuas, com revestimentos de escamas ou placas silicosas ou ainda orgânicas. Inclui organismos diversos, como ameboides e flagelados, que se alimentam através de filópodes.

Euglypha Dujardin, 1841

A abertura é terminal. Os pseudópodes das células vivas são filópodes e emergem da abertura apical única. A testa é composta de sobreposições, escalas planas e silicosa. Nesta espécie, algumas das escalas são espinhosas. Testa incolor; ovoide, oval ou circular em seção transversal.

Filo Euglenozoa

Corpo celular com um ou vários flagelos, sem cloroplastos, com nutrição heterotrófica.

Bodo Ehrenberg, 1832

Pequeno, ovoide; citóstoma na extremidade anterior, ventral ou paralelo ao bolso flagelar; núcleo central ou anterior, flagelo conectado com dois blefaroplastos em algumas espécies. Com dois flagelos; um dirigido anteriormente e o outro posterior (flagelo recorrente); flagelo originado na extremidade anterior; um a vários vacúolos contrácteis.

Entosiphon (Dujardin) Stein, 1878

Oval, achatado; mais ou menos rígido; células possuem um flagelo anterior e um segundo flagelo largo, surgem de um citóstoma, um que se arrasta; flagelo anterior quase o mesmo que o corpo da célula em comprimento, flagelo em movimento cerca de duas vezes do corpo da célula em comprimento. Compreende um tubo com uma abertura em forma de abas na sua extremidade anterior. O vacúolo contrátil e o núcleo também são evidentes dentro da célula.

Peranema Dujardin, 1841

Alongada, com uma extremidade posterior ampla ou truncada durante a locomoção. Células com um flagelo anterior proeminente, o flagelo frontal é

muito desenvolvido, com a maior parte do movimento ocorrendo perto da ponta, apresenta-se livre, longo e visível, afunilando em direção à extremidade; um segundo flagelo adere à película, para detectá-lo é necessária uma observação extrovertida para detectar o segundo flagelo, que se encontra em um ligeiro sulco na superfície ventral do corpo. Flagelado incolor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição se mostrou bastante diversificada em se tratando dos grupos de protistas heterotróficos e com uma destacada riqueza de *taxa*. O estudo dessa comunidade permitiu conhecer melhor a ocorrência dos principais grupos desses *taxa* em uma parte representativa da Mata Atlântica no Estado da Bahia, onde os registros são escassos.

Apesar de o estudo ter como finalidade a identificação dos *taxa* da lagoa, por intermédio das características morfológicas, de forma a caracterizar a composição da comunidade, foi sugerido a existência de fatores abióticos que podem limitar a ocorrência desses organismos, como visto em diversas publicações abordadas por ecologistas e pesquisadores da área. A disponibilidade alimentar e a limitação a algumas variáveis abióticas podem ser determinantes na composição e distribuição dos protistas heterotróficos.

Conhecer a composição da comunidade de protistas heterótrofos da lagoa foi o passo inicial para entender a dinâmica desse ecossistema, trabalhos futuros associados com variáveis abióticas podem contribuir com o diagnóstico dessa comunidade.

REFERENCIAS

ALELUIA, F.T.F.; CRUZ, L.C.; FREITAS, J.T.; COSTA, M.L.T.; SOUZA, J.C.M.G de; LEONÍDIO, T.O.; SANTOS, F.S.; MAIA, L.M.; CARVALHO, J.C. **Monitoramento do Reservatório de Pituáçu, inserido na matriz de expansão urbana da cidade de Salvador – Bahia**. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente • Aracaju • V.5 • N.1• Edição Especial • p. 11 - 2016.

Disponível em: www.resag.org.br/downloads/5-3724-10740-1-143.pdf.

Acesso em 21 de julho de 2017.

ANDRUSHCHYSHYN, O.P.; WILSON, K.P.; WILLIAMS, D.D. 2007 **Ciliate communities in shallow groundwater: seasonal and spatial characteristics**. *Freshwater Biology*, vol. 52, nº 9, pp.1745–1761.

Disponível em: [http:// dx.doi.org/10. 1111/j.1365-2427.2007.01806. x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01806.x).

Acesso em 01 de agosto de 2017.

ARAÚJO, C.V.M.; SANTOS, O.M.; ALVES, L.J.; MUNIZ, C.R.R. **Fungos micorrízicos arbusculares em espécies de Melastomataceae no Parque Metropolitano de Pituáçu, Salvador-Bahia-Brasil**. *Sitentibus série Ciências Biológicas* 3: 115–119. 2003

ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, I. A. S. **Comunidades microbianas (bacterioplâncton e protozooplâncton) em reservatórios do semi-árido brasileiro**. *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 3, p. 422-432, 2007.

ARNDT, H.; DIETRICH D.; AUER, B. **Functional diversity of heterotrophic flagellates in aquatic ecosystems**. In: LEADBEATER, B. S. C.; GREEN, J. C. (Ed.). *The Flagellates*. London: Taylor and Francis, 2000. p. 240-268.

BAHIA, Secretaria de Comunicação Social, 2013.

Disponível em: <http://www.secom.ba.gov.br/2014/03/117932/Governador-autoriza-obras-de-revitalizacao-do-Parque-de-Pituacu.html>.

Acesso em: 13 de agosto de 2015

BARNES, R.D.; FOX, R.S.; RUPPERT, E.E., **Zoologia do Invertebrados, Uma Abordagem Funcional-evolutiva**. 7ed. São Paulo. Editora Roca. 2005. 1145p.

BARROS, F.G.N.; AMIN, M.M., **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. Taubaté, SP. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 4, n. 1, p. 75-108. São Paulo. 2008.

BERGER, H. **Monograph of the Oxytrichidae** (Ciliophora, Hypotrichia). Springer Science & Business Media, p. 86-87, 2012.

BERGER, H.; FOISSNER, W. **Illustrated guide and ecological notes to ciliate indicator species (Protozoa, Ciliophora) in running water, lakes and sewage plants**. In: STEINBER, G. C.; CALMANO, W.; KLAPPER, H.; WILKEN, R. D. (Ed.). *Handbuch AngewandteLimnologie*. Landsberg: Verlagsgesellschaft, 2003. p. 1-160.

BERNARDO, E. L.; BARP, E.; STOLBERG, J. **Caracterização de ciliados planctônicos do Rio Queimados, Concórdia – SC**. *Ágora: revista de divulgação científica*, v.16, n.2, p. 504-511, 2009.

BICUDO, C.E.de M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B., orgs. **B583a Águas do Brasil: análises estratégicas**– São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357/05**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 de março 2005.

BOSSOLAN, N. R. S.; GODINHO, M. L. **Abundância numérica e composição do protozooplanton na Lagoa do Infernã-SP**. In: SANTOS, J. E.; PIRES, J. S. R. (Org.). *Estudos integrados em ecossistemas*: São Paulo: Estação Ecológica de Jataí, 2000. v. 2, p. 523-536.

BRANDS, S.J. **Systema Naturae 2000**. Amsterdam, The Netherlands. <http://sn2000.taxonomy.nl/.1989-2005>.

BRITO, C.D.C.A.; FRANCO, L.D.; LOPES, M.I.T.; PESSOA, L.L.; PORFÍRIO, A.F. **Levantamento preliminar da comunidade protozooplantônica de um trecho da sub-bacia do Rio Maranguapinho, Maracanaú-CE**. In: *Anais do VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Campina Grande – PB. 2016

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J., **Invertebrados**. 2ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 968p. 2007

CAMARGO, J.C.; VELHO, L.F.M. **Longitudinal variation of attributes from flagellate protozoan community in tropical streams** *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, v. 33, n. 2, p. 161-169, 2011

CAREY, PG **Marine interstitial ciliates**. An illustrated key. Natural History Museum Publications, Chapman & Hall, London1992

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.326 p.: il.

CONDER. **Plano Diretor do Parque Metropolitano de Pituacu**, Salvador, 1978.

CONDER. **Informações básicas dos municípios baianos: região metropolitana de Salvador**. Salvador, 267 p., il., tab., graf. 1996

COSTA, P.T.S. & PERES, M.C.L. **Registro da Comunidade Protozooplânctônica da Lagoa do Parque Metropolitano de Pituáçu (PMP) – Salvador / BA e sua relação como bioindicadores em ecossistemas lacustres.** In: Anais do 19º SEMOC (Semana de Mobilização Científica). Salvador: Universidade Católica do Salvador. 2016

COX, C.B.; MOORE, P.D. **Biogeography. An Ecological and Evolutionary Approach.** 7ª ed. Blackwell Publishing, Oxford, 428p. 2005

CRUZ, C. F. da **Amebas testáceas: ocorrência e distribuição Baía delguape/BTS – Bahia, Brasil.** Biotemas, 25 (3): 1-10. 2012.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2012v25n3p1>>

Acesso em 19 de julho de 2017.

CUNHA, A.M. **Contribuição para o conhecimento da fauna de protozoários do Brasil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 8, p. 66-73, 1916.

CURDS, C.R.; GATES, M.A.; ROBERTS, D.M. **British e outros protozoários ciliados de água doce. Parte II Ciliophora: Oligohymenophora e Polyhymenophora** Cambridge University Press, 1983

Dabés, M. B. G. S. **Composição e descrição do zooplâncton de 5 (cinco) lagoas marginais do Rio São Francisco, Pirapora/Três Marias/Minas Gerais/Brasil.** Rev. Brasil. Biol. 55(4):831-845. 1995

DEBASTIANI, C, MEIRA, B. R. LANSAC-TÔHAA, F. M., VELHO, L. F. M., LANSAC-TÔHAA, F.A., **Protozoa ciliates community structure in urban streams and their environmental use as indicators.** Braz. J. Biol., 2016, vol. 76, no. 4, pp. 1043-1053.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjb/2016nahead/1519-6984-bjb-1519-698408615.pdf>

Acesso em: 25 de março de 2017.

DIAS, R.J.P.; SILVA, I.D.; COSTA, J.M. **Sítio de localização de protistas ciliados peritríquios (Ciliophora: Peritrichia) Epibiontes sobre Ninfas de Kempnyia Klapalek, 1914 (Insecta: Plecoptera: Perlidae).** Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil: São Lourenço, 2009.

DIAS, R.J.P.; WIELOCH, A.H.; D'AGOSTO, M. **The influence of environmental characteristics on the distribution of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an urban stream of southeast Brazil.** Braz. J. Biol. vol.68 no. 2. 2008.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826p. 2011.

FINLAY, B.J. & FENCHEL, T. **Divergent perspectives on protist species richness.** Protist 150:229-233.1999

FINLAY, B. J. & ESTEBAN, G. F. **Freshwater protozoa: biodiversity and ecological function.** - In press. *Biodiversity and Conservation*.7,1163-11861998

FINLAY BJ, ESTEBAN GF, OLMO JL, TYLER PA **Global distribution of free-living microbial species.** *Ecography* 22: 138—144 .1999

FOISSNER, W. **Protist diversity: estimates of the near-imponderable.** *Protist* 150:363-368. 1999.

Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S1434-4610\(99\)70037-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1434-4610(99)70037-4)

Acesso em 19 de julho de 2017.

FOISSNER, W. and BERGER, H. **A user-friendly guide to ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology.** *Freshw. Biol.*, vol. 35, p. 375-498. 1996.

FOKIN, S.I. **Paramecium genus: biodiversity, some morphological features and the key to the main morphospecies discrimination.** *Protistology* 6 (4), 227–235. Rússia. 2010

GARCIA, A.M.B.; MENDES, P.M.S.; VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA F.A **Ciliados (Protista: Ciliophora) na avaliação de impactos em riachos neotropicais.** *Arquivos do MUDI*, v20, n 1, p.1-14. 2016.

GASOL, J. M.; SIMONS, A. M.; KALFF, J. **Patterns in the top-down versus bottom-up regulation of heterotrophic flagellates in temperate lakes.** *Journal of Plankton Research*, v. 17, n. 10, p. 1879-1903, 1995.

GERHARDT, A. - **Bioindicator Species and Their use in Biomonitoring.** *Environmental Monitoring – Vol. I - Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*.2002.

GODINHO, M.J.L. & REGALI-SELEGHIM, M.H. **Diversidade de protozoários de vida livre: protozoa. In Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX 1.** *Microrganismos e Vírus (VP. Canhos & R.F. Vazoller, ed.)*. FAPESP, São Paulo, p.82-91. 1999

GOMES, E. A. T.; GODINHO, M. J. L. **Structure of the protozooplankton community in a tropical shallow and eutrophic lake in Brazil.** *Acta Oecologica*, v. 24, n. 1, p. 153-161, 2003.

GOMES, E.A.T.; SANTOS, V.S.; TENENBAUM, D.R.; VILLAC, M.C. **Protozooplankton characterization of two contrasting sites in a tropical coastal ecosystem (Guanabara Bay, RJ).** *BRAZILIAN JOURNAL OF OCEANOGRAPHY*, 55(1): 29-38, 2007.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592007000100004

Acesso em 27 de agosto de 2016.

GOMES, F.B., **Encantos e Desencantos do Parque Metropolitano de Pituauçu: da preservação aos problemas ambientais**. 2008.144f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. 2008.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos**. 2008. Publicação específica para a I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Minas Gerais. 2008.

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S.; LARSON, A., **Princípios Integrados de Zoologia**. 11ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 2004.

HEGER T. J., MITCHELL E. A. D., LEDEGANCK P., VINCKE S., VAN de VIJVER B., BEYENS L. **The curse of taxonomic uncertainty in biogeographical studies of free-living terrestrial protists: a case study of testate amoebae from Amsterdam Island**. *J. Biogeograph*. **36**: 1551–1560. 2009

HWANG, S. J.; HEALTH, R. T. **The distribution of protozoa across trophic gradient, factors controlling their abundance and importance in the plankton food web**. *Journal of Plankton Research*, v. 19, n. 4, p. 491-518, 1997.

KUDO, R.R. **Protozoology**. Illinois, Charles C. Thomas, 786p. 1966

LEÃO, C.J.; LEIPNITZ, I.I.; FERREIRA, F. **Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Bioikos*, Campinas, 23(1): 39-49, 2009.

LEIPNITZ, I.I.; SILVA, J.L.L.; LEÃO, C.J.; FERREIRA, F; HANSEN, M.A.F. **Amebas Testáceas (Protozoa, Rhizopoda) de ambientes limnícicos do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil**. *Gaea – Journal of Geoscience*, 2(2): 47-58, 2006.

LOBATO JUNIOR, W.S.; ARAÚJO, M.F.F. **Protozoários de vida livre (Ciliophora, Mastigophora e Sarcodina) em dois trechos de um ambiente lótico do nordeste do Brasil e seu potencial uso como bioindicadores**. *Revista Ciência e Natura*, v.37n. 1, p.57-63, 2015, Santa Maria/RS. DOI: 10.5902/2179460X13418.

Disponível em:<<http://oaji.net/articles/2015/1602-1425488858.pdf>>

Acesso em 06 de julho de 2016.

LOURENÇO, Sergio. **Glossário de Protistologia: Verbetes utilizados no estudo de protozoários, algas e protistas fungoides**. 1ª edição, Technical Books.2013

LYNN, D.H. **The ciliated Protozoa - characterization, classification, and guide to the literature**.3rd ed. Springer, 605p. PMID: 16325540.2008.

MADONI, P. A., ***Sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis.*** Water Research, v. 28, n. 1, p. 67-75, 1994.

MADONI, P.; BRAGHIROLI, S. **Changes in the ciliate assemblage along a fluvial system related to physical, chemical and geomorphological characteristics.** European Journal of Protistology, v. 43, p. 67-75, 2007.

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K.V. CINCO REINOS, **Um Guia Ilustrado dos Filos da Vida na Terra.** 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 524p. 2001.

MEDEIROS, M.L.Q., **Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica.** 2012.74f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ PRODEMA, Natal/ RN, 2012.

Disponível em:

https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18229/1/MariaLQM_DISSE RT.pdf .Acesso em 01 de julho de 2016.

MITCHELL, E. A.D., MEISTERFELD, R., **Taxonomic Confusion Blurs the Debate on Cosmopolitanism versus Local Endemism of Free-Living Protists.** Protist, n. 156, issue 3, 263-267, 2005

MOTA, R.B., **Crescimento urbano na bacia hidrográfica de Pituáçu e suas repercussões nas condições de balneabilidade das praias oceânicas da Boca do Rio e dos Artistas.** 2008.191f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2008.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/19800/1/Raimundo%20Brito%20Mota.pdf>>

Acesso em 21 de julho de 2017.

NEEDHAM, J.G.; NEEDHAM, P.R. **Guia para el estudio de LOS SERES VIVOS DE LAS AGUAS DULCES.** Editorial reverté s.a. 1982

NEUMANN-LEITÃO, S.; NOGUEIRA-PARANHOS, J. D. **Zooplâncton do rio São Francisco, região Nordeste do Brasil.** Trabalhos Oceanográficos, UFPE, Recife, v. 20, p. 173-196, 1987.

NEVES, A.B., **Tutela Jurídica do Parque Pituáçu como remanescente de mata atlântica, em área urbana, no município de Salvador.** 2011.200f. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica do Salvador. Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Salvador/BA, 2011.

Disponível em:

<ri.ucsal.br:8080/jspui/bitstream/123456730/316/3/AIDE%20BATISTA%20NEVES.pdf>

Acesso em 29 de junho de 2016.

Oliveira-Alves A.; Peres M.C.L.; Dias M.A.; Cazais-Ferreira G. da S.; Souto L.R.A. **Estudo das Comunidades de Aranhas (Arachnida: Araneae) em ambiente de mata atlântica no Parque Metropolitano de Pituáçu – PMP, Salvador, Bahia.** *Biota Neotropica*, vol. 5, nº1, p. 1-8, 2005.

Disponível em:

<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1a/pt/abstract?inventory+BN006051a2005>

Acesso em 06 de julho de 2016.

PAIVA, T.S.; SILVA-NETO, I.D. **Ciliate Protists from Cabiunas Lagoon (Restinga de Jurubatiba, Macaé, Rio de Janeiro) with emphasis on water quality indicator species and description of *Oxytricha marcili* sp. n..** *Braz.J. Biol.*,64(3A): 465-478, 2004.

Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15622844>. Acesso em 29 de abril de 2017.

PAULETO, G.M., VELHO, L.F.M., BUOSI, P.R.B., BRÃO, A.F.S., LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C. **Spatial and temporal patterns of ciliate species composition (Protozoa: Ciliophora) in the plankton of the Upper Paraná River floodplain.** *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, vol. 69, no. 2, (Suppl.), pp. 517-527. 2009.

Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842009000300007>. PMID: 19738959.

PATTERSON, D. J. **Free-living freshwater protozoa: a colour guide.** New York: J. Wiley & Sons, 223 p., 1996.

PATTERSON, D.J. & LEE, W.J. **Heterotrophic Flagellates (Protista) from marine sediments of Botany Bay, Australia.** *Journal of Natural History*, 2000, 34, pp.483-562.2000.

Disponível em:

[http://protist.ru/samples/download/LarsenPatterson1990%20Heterotrophic%20%20flagellates%20\(Protista\)%20from%20marine%20sediments.pdf](http://protist.ru/samples/download/LarsenPatterson1990%20Heterotrophic%20%20flagellates%20(Protista)%20from%20marine%20sediments.pdf)

Acesso em 03 de setembro de 2017.

PAYNE, R.J. **Seven Reasons Why Protists Make Useful Bioindicators.** *Acta Protozoologica. Special issue: Protists as Bioindicators of Past and Present Environmental Conditions (2013)* 52: 105–113. 2013.

Disponível em: <<http://www.eko.uj.edu.pl/ap>>

Acesso em 25 de março de 2017.

PILLAR, V. de P. **Suficiência Amostral.** In: *Amostragem em Limnologia.* BICUDO, C.E.de M. & Bicudo, D.de C.São Carlos, SP. RiMa Editora.p. 25-43. 2004.

PING, S.; WEIBO, S.; JOHN, C.; KHALED, A. S. **Taxonomic Characterization of *Vorticella fusca* and *Vorticella parapulchella* n. sp., Two Marine Peritrichs (Ciliophora, Oligohymenophorea) from China.** *Journal of Eukaryotic Microbiology*, v.53, p. 348-357, 2006.

PROTIST INFORMATION SERVER. **Digital specimen archives**. In: Japan Science and Technology Corporation (JST). Disponível em: <http://protist.i.hosei.ac.jp/protist_menuE.html>.

REGALI-SELEGHIN, M.H.; LEAL GODINHO, M.J.; MATSUMURA-TUNDISI, T, **Checklist dos “protozoários” de água doce do Estado de São Paulo**. Brasil. Biota Neotropica, v.11(Supl.1). São Paulo - SP. 2011.

ROCHA, L.S. **Mapeamento de áreas de vulnerabilidade hídrica através do processamento de informações espaciais e registros de ocorrências da defesa civil**. 2013.144f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2013.

Disponível em:<www.repositorio.ufba.br:8080/ri/handle/ri/13183>

Acesso em 21 de julho de 2017

ROCHA, O. **Perfil do Conhecimento de Biodiversidade em Águas Doces no Brasil. Relatório Final. Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica do Brasil**. Brasília, COBIO/MMA, GTB/CNPq, NEPAM/UNICAMP. 69p. 2000.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/doc/aguadoce.doc>. >

Acesso em 29 de junho de /2016.

SANTOS, J. J. **Avaliação da Qualidade Ambiental da Represa de Pituáçu, Salvador – Bahia**, Inn: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal, Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014.

SILVA, M.B., **Assembleias de amebas testáceas (Amoebozoa: Rhizopoda) associadas a rizosfera de *Eichhorniacrassipes* (Martius) Solomons (Pontederiaceae) no Rio Cachoeira, Bahia**.2008.115f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais. Ilhéus – BA. 2008.

_____; RIBEIRO, S.M.M.S.; VELHO, L.F.M. **Composição de Amebas Testaceas (AMOEOZOA: RHIZOPODA) associadas à rizosfera de *Eichhornia crassipes* (MARTIUS) SOLOMONS (PONTEDERIACEAE) no Rio Cachoeira, BAHIA, BRASIL: Novos registros para o nordeste**. Sientibus Série Ciências Biológicas. V. 9(4): 192-203. 2009.

SODRÉ-NETO, L. & ARAUJO, M.F.F. **Spatial and temporal fluctuations in bacterioplankton and correlated abiotic variables in eutrophic environments of the Brazilian semi-arid region**. Acta Limnologica Bras. Vol. 20, nº 4, p. 325 – 331.2009.

Disponível em: http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/06_200404.pdf

Acesso em 29/06/2016.

SOUZA, E. C. L. **Pedalando no Parque de Pituáçu: ciclovía e educação ambiental. Monografia de Especialização**. Universidade Católica de Salvador, Salvador. 1994.

TELES A. M. & BAUTISTA, H. P. **Flora do Parque Metropolitano de Pituáçu e seus arredores, Salvador, Bahia: Compositae** In: Resumos do 52º Congresso Nacional de Botânica. João Pessoa: Espaço Cultural José Lins do Rego. p. 235. 2001

TORRES, V.S. **Microbiota Aquática do Parque Nacional dos Aparados da Serra: Protistas Heterotróficos**. Biotemas, 13 (2):65-84. 2000.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI, enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 247 p. 2003.

_____ **Novas Perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos**. REVISTA USP, São Paulo, n.70, p. 24-35, 2006.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo. Oficina de Textos. 635 p. 2008.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.M.; BUOSI, P.R.B.; MEIRA, B.R. de; CABRAL, A.F.; LANSAC-TÔHA F.A. **Structure of planktonic ciliates community (Protist, Ciliophora) from na urban lake of southern Brazil**. Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá v.35, n.4, p. 531-539, Oct-Dec., 2013. Disponível em:
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/18579>
Doi: 10.4025/actascibiolsci.v35i4.18579.
Acesso em 04 de novembro de 2016.

ZINGEL, P. **Vertical and seasonal dynamics of planktonic ciliates in a strongly stratified hypertrophic lake**. *Hydrobiologia*, vol. 547, no. 1, pp. 163-174. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-005-4157-7>.
Acesso: 04 de agosto de 2017

WEISSE, T. **The microbial food web and its sensitivity to eutrophication and contaminant enrichment: a crosssystem overview**. International Review of Hydrobiology, v. 76, n. 3, p. 327-337, 1991.

WICHTERMAN, R. **The Biology of Paramecium**. Springer Science & Business Media, 2012.

CAPÍTULO 2

Variáveis abióticas associadas a comunidade de protistas heterotróficos em um reservatório urbano da mata atlântica.

Abiotic variables associated with the community of Heterotrophic Protists in an urban reservoir of the Atlantic Forest.

Paulo Tadeu Silva Costa¹, Marcelo Cesar Lima Peres²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estabelecer uma associação entre as variáveis abióticas e a composição e distribuição de protistas heterotróficos em um reservatório urbano da mata atlântica. O reservatório escolhido para a pesquisa foi a Lagoa de Pituaçu, localizada no Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP), uma unidade de conservação de Mata Atlântica. A amostragem foi realizada entre dezembro de 2016 e março de 2017. Para a amostragem das variáveis abióticas foi utilizado uma sonda multiparâmetros com análise *in situ*. Para coleta do material biológico, seguindo as normas de amostragem, foram utilizados 26 (vinte e seis) recipientes plásticos de 250 ml, por campanha, o que totalizou 104 (cento e quatro) amostras coletadas em 8 pontos amostrados. Foram identificados 26 taxa de protistas heterotróficos (protozoários), durante as campanhas. Desse total, 18 foram registrados como pertencentes ao Filo Ciliophora, 4 como do Filo Euglenozoa e outros 4 como Filo Amoebozoa. Os taxa *Aspidisca* e a *Tetrahymena* foram os ciliados de maior frequência de ocorrência nos pontos amostrados, aparecendo em 7 dos 8 pontos amostrados, assim como o *Bodo* e a *Peranema* nos euglenozoa e a *Arcella* dentre os amoebozoas. Associar algumas variáveis abióticas com a composição e distribuição desses organismos serviu para compreender diversas respostas pelos taxa identificados. O presente trabalho é uma importante contribuição para o conhecimento da ecologia de comunidades dos protistas heterotróficos em um reservatório urbano da mata atlântica, compreendendo melhor a dinâmica dos impactos ambientais em reservatórios e a importância do monitoramento da qualidade das águas superficiais na região.

Palavras-chave: Parâmetros físicos e químicos, composição, distribuição, protozoários, Bahia.

ABSTRACT

The objective of this work was to establish an association between the abiotic variables and the composition and distribution of heterotrophic protists in an urban reservoir of the Mata Atlântica. The reservoir chosen for the research was the Pituvaçu Lagoon, located in the Parque Metropolitano de Pituvaçu (PMP), a unit of conservation of Mata Atlântica. The sampling was carried out between December 2016 and March 2017. For the sampling of abiotic variables was used a multiparameter probe with in situ analysis. For the collection of the biological material, following the sampling rules, 26 (twenty-six) plastic containers of 250 ml were used per campaign, by amount to 104 (one hundred and four) samples collected in 8 sampled points. 26 taxa of heterotrophic protists (protozoa) were identified during the campaigns. Of this total, 18 were registered as belonging to the Filo Ciliophora, 4 as of the Filo Euglenozoa and 4 others as Filo Amoebozoa. The *Aspidisca* and *Tetrahymena* taxa were the most frequent ciliates occurring in the sampled sites, appearing in 7 of the 8 sampled points, as well as *Bodo* and *Peranema* in the euglenozoas and *Arcella* in the amoebozoas. Associating some abiotic variables with the composition and distribution of these organisms served to understand several responses by the taxa identified. The present work is an important contribution to the knowledge of the ecology of communities of heterotrophic protists in an urban reservoir of the Mata Atlântica, understanding better the dynamics of environmental impacts in reservoirs and the importance of monitoring the quality of surface water in the region.

Keywords: Physical and chemical parameters. Composition. Distribution. Protozoa. Bahia.

1 INTRODUÇÃO

As comunidades biológicas refletem de forma direta e indireta na integridade do ecossistema, quando se trata do meio aquático sabemos que diferentes organismos evoluem e se adaptam a determinado ambiente de acordo com as suas condições e ali só sobrevivem quanto ao seu limite de tolerância para diferentes alterações dos mesmos, por isso o monitoramento dessas comunidades biológicas ajudam na avaliação de certo ambiente quanto a sua qualidade de água.

Por representar um fragmento significativo de Mata Atlântica em área urbana, o papel do reservatório (Lagoa de Pituaçu) na conservação da biodiversidade, tanto terrestre quanto aquática, é fundamental. Salienta-se que a Mata Atlântica é considerada um dos maiores repositórios de biodiversidade do Planeta e que, apesar de restarem apenas 7% de sua área original, ainda detém uma enorme riqueza biológica (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL, 2011; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011). A biodiversidade em uma área de proteção integral relaciona-se principalmente aos serviços de suporte, uma vez que a ciclagem de nutrientes e a produção primária são dependentes das espécies presentes (RARES & BRANDIMARTE, 2014). Devido à importância da Lagoa de Pituaçu como reservatório hídrico urbano, é necessário o monitoramento dos seus corpos de água. Assim, garantir-se-ia a continuidade dos serviços ambientais relacionados à disponibilidade de água, em qualidade e quantidade adequadas, em casos de uma crise hídrica na cidade de Salvador.

As alterações físicas e químicas do meio acarretam em mudanças qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas (ESTEVES, 1998). O monitoramento de variáveis físicas e químicas traz algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, tais como: identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa da variável modificada, e determinação destas concentrações alteradas. Entretanto este sistema apresenta algumas desvantagens, tais como a descontinuidade temporal e espacial das amostragens. A amostragem de variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica (WHITFIELD, 2001; BUSS et al, 2003). É fundamental em um plano de

monitoramento da qualidade da água, a análise de variáveis físicas, químicas e biológicas, de modo que estas respondam o estado atual de um ecossistema aquático monitorado e determine as possíveis alterações vindouras desse meio.

Apesar de sua ampla distribuição, muitos protozoários podem viver com sucesso somente dentro de estreitas amplitudes ambientais. A adaptação das espécies varia bastante, e sucessões de espécies ocorrem frequentemente à medida que as condições ambientais mudam (HICKMAN et al, 2004).

A grande sensibilidade dos protozoários a fatores físicos e químicos pode ser explicada pelo fato de que muitos protozoários têm demandas específicas em relação às características do meio em que vivem, como a quantidade de matéria orgânica dissolvida, temperatura, pH, condutividade elétrica e concentração de oxigênio dissolvido (NOLAND, 1925; KUDO; 1966; SLEIGH, 1988; DIAS et al, 2008), entre estas características, a quantidade de matéria orgânica, oxigênio dissolvido e altas temperaturas na água definem zonas de poluição que estão associadas a determinadas espécies de indicadores de protozoários (FOISSNER & BERGER, 1996; MADONI & BASSANINI, 1999; GOMES & GODINHO, 2003; PEREIRA et al, 2014). O oxigênio dissolvido é um dos gases mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos, enquanto a condutividade elétrica é considerada uma variável importante na caracterização das massas de água e detecção de fontes de poluição. Assim como a temperatura, a condutividade também influencia diretamente processos vitais em ecossistemas lacustres como produtividade primária e decomposição de matéria orgânica, essa última quando elevada é resultante do efeito positivo da alta temperatura sobre o metabolismo dos microrganismos (ESTEVES, 2011). Segundo Tundisi (2008), “pH e O₂ dissolvido na água, controlam em grande parte o crescimento e as respostas fisiológicas de organismos, populações e comunidades”. A temperatura da água, o conteúdo de oxigênio dissolvido e a disponibilidade alimentar têm sido os principais fatores apontados como responsáveis pela variação do protozooplâncton, especialmente em ambientes eutróficos (GOMES & GODINHO, 2003; ESTEVES, 2011).

Esses organismos respondem às mudanças no perfil químico da água e mesmo a pequenas doses de contaminantes. Podem ser utilizados no biomonitoramento de lagos, reservatórios e rios sob diferentes níveis de impacto

antropogênico, em função de características favoráveis que apresentam, como: a alta taxa reprodutiva que permite a detecção de impactos ambientais de curta escala de tempo (MADONI, 1994). Além de que, por serem organismos sensíveis a diferentes concentrações de poluentes no meio, podem fornecer ampla faixa de respostas frente a diferentes níveis de contaminação ambiental (COULL, 1999).

Diante do exposto, o presente estudo tem por finalidade estabelecer uma associação entre as variáveis abióticas e a composição e distribuição de protistas heterotróficos em um reservatório urbano da mata atlântica, associando a presença e a frequência desses organismos com os indicadores físicos e químicos mensurados no reservatório estudado (Lagoa de Pituaçu), contribuindo assim com o conhecimento da ecologia dos protozoários de vida livre, compreendendo melhor a sua dinâmica nos impactos ambientais dos reservatórios urbanos da mata atlântica e a sua importância no monitoramento da qualidade de águas superficiais tropicais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa de Pituaçu (Figura 1), situada entre as coordenadas geográficas 12° 56´ S e 38° 24´ W, está localizada no Parque Metropolitano de Pituaçu, uma unidade de conservação segundo o decreto municipal nº 5.158/77 e criada como parque pelo decreto estadual 23.666/73, com 660 ha em uma área urbana do município de Salvador, estado da Bahia. O parque possuía até o primeiro semestre de 2013, 440 hectares de área, mas com a nova poligonal, passou a ter 392 hectares de remanescentes de mata atlântica, cerca de 40% da área foi perdida para especulação imobiliária e implantação de empreendimentos (GAMBA, 2016).

Figura 1 - Vista Panorâmica do Reservatório de Pituaçu, Salvador-Bahia, Brasil.



Fonte: Arquivo Pessoal (2017)

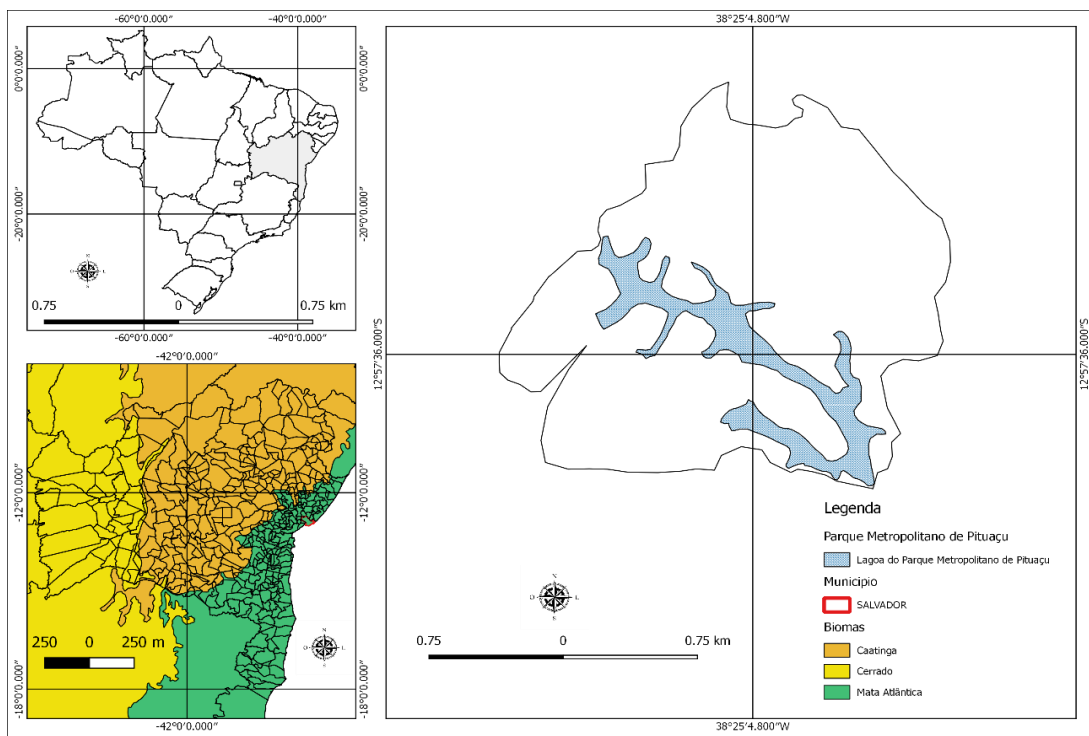
A topografia do parque é típica do recôncavo baiano, com colinas elevadas, estando os pontos mais altos entre 45-50 m e os mais baixos com 5m de altitude, sofrendo uma grande influência marítima devido à proximidade como oceano. Essa proximidade favorece o equilíbrio térmico, onde a amplitude térmica observada entre os meses quentes e os mais frios é da ordem de 6°C.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é Af, ou seja, do tipo tropical quente e úmido, sem estação seca aparente (SOUZA, 1994). A média anual da temperatura do ar gira em torno de 25°C, enquanto as mensais ficam acima de 20°C, dessa forma de novembro a abril são mais elevadas e de maio a outubro as mínimas são inferiores a 20°C (CONDER, 1996; NEVES, 2011). A pluviosidade média anual chega a 1.800 mm, com um período de maior índice pluviométrico entre março e julho, e outro, menos chuvoso, de agosto a fevereiro (ARAÚJO et al, 2003).

A lagoa de Pituaçu atualmente tem aproximadamente 66 ha de espelho d'água, faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras (e Pituaçu) e da Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Norte (Figura 2). O reservatório surgiu no governo de Gomes Carneiro da Rocha, com a construção da barragem do rio Pituaçu pelo engenheiro Teodoro Sampaio. O represamento do rio deu origem a uma lagoa artificial de quatro quilômetros de extensão com

capacidade para armazenar aproximadamente 3.000.000 m³ de água e proporcionou a cidade um dos mais belos refúgios naturais.

Figura 2 - Localização da área de estudo, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia, Brasil.



Fonte: Mapa elaborado por Costa, P.T.S. & Lopes, M.V.A. (2017)

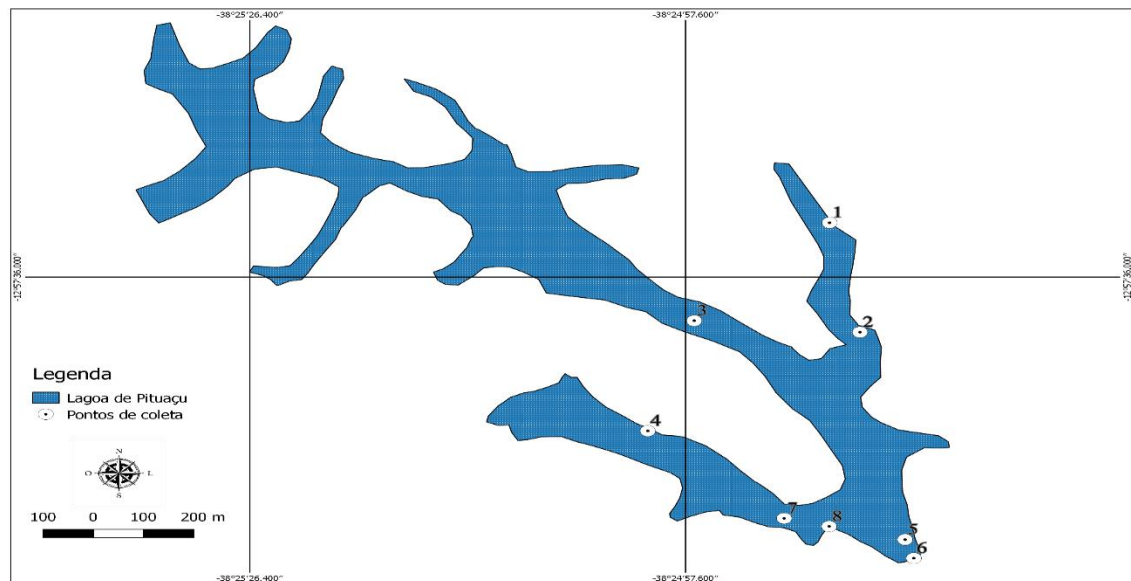
Apesar de ser um fragmento secundário de Mata Atlântica (TELES & BAUTISTA 2001), sofre diversas ações antrópicas, como por exemplo, atividade de pesca clandestina, lançamento de esgotos na lagoa, destruição da mata ciliar, tráfego intenso de moradores e introdução de animais silvestres (OLIVEIRA ALVES et al, 2005). Atualmente a maior dificuldade, nos centros urbanos brasileiros, é de compatibilizar a expansão da ocupação e dos serviços urbanos com a proteção dos ecossistemas naturais.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A amostragem foi realizada entre dezembro de 2016 e março de 2017. As campanhas foram mensais dentro do período menos chuvoso (dezembro a fevereiro) e no período mais chuvoso (março), totalizando 04 (quatro) campanhas. As amostras foram coletadas em 8 pontos escolhidos aleatoriamente dentro da principal poligonal (Figura 3), seguindo a proposta de amostragem aleatória irrestrita, onde há um número infinito de pontos para localizar de modo aleatório por meio de coordenadas geográficas (PILLAR,

2004) distando aproximadamente 300m de um ponto ao outro da lagoa, tanto a amostragem das variáveis abióticas como a do material biológico foram realizadas nos pontos selecionados e as duas no mesmo instante em cada ponto. Os pontos se restringiram ao lado sul da lagoa pelo acesso seguro na faixa litorânea e uso de embarcações no leito da lagoa.

Figura 3 - Localização da área de estudo e os pontos de amostragem, Reservatório de Pituauçu, Salvador-Bahia, Brasil. (Dezembro/2016 a Março/2017).



Fonte: Mapa elaborado por Costa, P.T.S. & Lopes, M.V.A. (2017)

As características fisionômicas evidenciadas nos pontos selecionados apresentavam uma grande concentração de macrófitas aquáticas nos pontos 1 e 2, superfície extensa sem vegetação flutuante nos pontos 3 e 4, atividades antrópicas com equipamentos de pedalinho para entretenimento nos pontos 5 e 6 e finalmente os pontos 7 e 8 próximos à margem com vegetação perifítica e solo arenoso.

As coordenadas geográficas foram estabelecidas com o uso do GPS da marca Garmin, modelo Etrex 12 channels e registradas como apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem na Lagoa de Pituaçu, Salvador, Bahia

PONTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
1	12°57'31.3"S e 38°24'48.7"W
2	12°57'41.5"S e 38°24'46.6"W
3	12°57'40.0"S e 38°24'57.2"W
4	12°57'50.8"S e 38°24'00.9"W
5	12°58'00.2"S e 38°24'43.8"W
6	12°58'02.0"S e 38°24'42.8"W
7	12°57'58.8"S e 38°24'51.7"W
8	12°57'59.2"S e 38°24'48.5"W

2.2.1 AMOSTRAGEM DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Para a amostragem das variáveis abióticas foi utilizado equipamentos analíticos portáteis (sonda multiparâmetros), que permitem a mensuração de indicadores físicos e químicos no próprio local (análise *in situ*). As sondas multiparâmetros utilizadas foram da marca/modelo WATERPROOF pH/CON 10 METER, o da marca/modelo HORIBA WATER QUALITY MONITOR U-32 e o da marca/modelo YSI PROFESSIONAL PLUS / YSI QUATRO. As três sondas foram utilizadas ao mesmo tempo devido a incorreções em alguns parâmetros analisados, sendo então necessário repetir as mensurações em equipamentos diferentes.

Esse tipo de sonda possui vários eletrodos, que são sensores capazes de medir e de fornecer dados imediatamente ao entrar em contato com a água (POZZA & PENTEADO, 2015). As sondas utilizadas registraram resultados das seguintes variáveis abióticas escolhidas: Temperatura (°C), pH (potencial hidrogeniônico), Oxigênio Dissolvido (O.D.) (mg/l), Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) e Sólidos Totais Dissolvidos (TDS). As variáveis selecionadas abrangem alguns dos principais parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 e medidos rotineiramente na maioria dos corpos de água para indicadores físicos e químicos.

2.2.2 AMOSTRAGEM DO MATERIAL BIOLÓGICO

Para coleta do material biológico foram utilizados 26 (vinte e seis) recipientes plásticos de 250ml, por campanha, preenchidos com 3/4 da sua capacidade volumétrica, o que totalizou 104 (cento e quatro) amostras coletadas. As coletas foram realizadas através de três procedimentos normalmente utilizados para amostragem de organismos planctônicos: a garrafa de van Dorn, a rede de plâncton e a técnica manual (CETESB, 2011; GOMES & GODINHO, 2004).

A garrafa de van Dorn do tipo horizontal com volume de 6 litros foi empregada para amostragens em diferentes profundidades, essas foram distintas ao mergulhar o Disco de Sechi na água em zonas epilimnico (próxima da superfície e disco visível) e hipolimnico (fundo e disco sem visibilidade). O material coletado foi transferido para dois recipientes plásticos de 250 ml, de acordo com a profundidade coletada e armazenado em caixas de isopor. O uso da garrafa de van Dorn restringiu-se às estações de 1 a 5, por essas apresentarem-se distante da margem e com maior profundidade na coluna d'água. Da mesma forma as estações de 1 a 5 foram definidas para as coletas com rede de plâncton com arrasto superficial, sendo empregadas as redes de 20 µm e 68 µm na amostragem com a finalidade de filtrar um maior número possível de protistas, transferindo o material para os respectivos recipientes etiquetados e posteriormente armazenados em caixa de isopor.

As estações 6,7 e 8 foram escolhidas para coletas manuais, por estarem mais próximas da margem da lagoa e menor profundidade. O material foi coletado com imersão dos recipientes na água, sendo homogeneizados inicialmente duas vezes, para em seguida retirá-lo do fundo para superfície com cerca de 30 cm, posteriormente os recipientes foram armazenados em caixa de isopor.

Todo o material coletado e armazenado foi transportado para o laboratório de zoologia da Universidade Católica do Salvador (UCSAL), onde foi depositado e analisado através de microscopia óptica de forma "*in natura*", ou seja, sem o uso de fixadores, para que as características morfológicas pudessem ser preservadas ao máximo e as identificações taxonômicas fossem mais precisas. Com auxílio de uma pipeta de Pasteur descartável, uma alíquota foi transferida para uma lâmina de vidro e sobreposta com a lamínula, em seguida

o material foi analisado em microscopia óptica com objetivas de 10x e 40x, utilizando um equipamento da marca Nikon modelo Alphaphot-2 YS-2.

A identificação dos protistas heterótrofos seguiu a literatura especializada (KUDO, 1966; NEEDHAM & NEEDHAM, 1982; CURDS et al, 1983; CAREY, 1992; FOISNER & BERGER, 1996; PATTERSON, 1996) e referências eletrônicas, como o “Protist Information Server”. Os ciliados foram classificados segundo Lynn (2008), os Amebozoa, Cercozoa, Heliozoa e Euglenozoa foram classificados segundo o Systema Naturae 2.000 (Brands 1989-2005).

2.2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Análises Estatísticas:

A fim de revelar um padrão de ordenação entre os pontos do reservatório de Pituaçu, as variáveis abióticas (parâmetros físico-químicos) foram submetidas à Análise dos Componentes Principais – PCA (PC-ORD®). Esta análise ordena variáveis que são correlacionadas, fazendo com que estas possam ser explicadas por um número menor de eixos, que são os componentes principais (Benati, 2005). Cada componente explica a variação contida no espaço multidimensional e mantém relação com um ou mais parâmetros originais (McCUNE & GRACE, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS

As médias gerais e o desvio padrão (DP) das variáveis abióticas (físicas e químicas) escolhidas para análise (temperatura, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD) e potencial hidrogeniônico (pH)), foram obtidas nas amostragens em diferentes profundidades. A tabela 1, apresenta as médias obtidas nas campanhas das variáveis abióticas no meio epilimnico ou fótica (superfície) registradas nos 8 pontos selecionados, enquanto a tabela 2 apresenta as médias do meio hipolimnico ou afótica (fundo) registrados nos 5 pontos selecionados com profundidade.

Tabela 2 – Média e desvio padrão (\pm) das variáveis abióticas da Lagoa de Pituauçu (BA) durante amostragem no meio epilimnico (zona fótica ou superfície). (Dezembro/2016 a Março/ 2017).

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Média Geral
Temperatura (°C)	30,600	30,775	30,685	30,870	30,725	30,763	30,763	30,967	30,813
	+/- 0,455	+/- 0,479	+/- 0,342	+/- 0,628	+/- 1,069	+/- 1,069	+/- 0,797	+/- 1,762	+/- 0,166
OD (mg/l)	18,513	14,378	17,718	21,333	12,073	14,267	11,117	12,460	15,232
	+/- 2,345	+/- 8,232	+/- 9,951	+/- 17,974	+/- 7,553	+/- 10,508	+/- 8,124	+/- 8,009	+/- 3,594
Condutividade (US)	372,750	368,500	364,500	376,000	359,500	374,000	378,667	376,333	371,281
	+/- 6,850	+/- 16,462	+/- 18,592	+/- 15,210	+/- 19,279	+/- 4,583	+/- 4,041	+/- 10,408	+/- 6,594
STD (g/l)	0,251	0,249	0,248	0,245	0,350	0,245	0,249	0,249	0,333
	+/- 0,013	+/- 0,015	+/- 0,016	+/- 0,019	+/- 0,221	+/- 0,225	+/- 0,022	+/- 0,027	+/- 0,0378
pH Superfície	7,080	7,238	7,583	7,208	7,600	7,500	6,970	7,213	7,299
	+/- 0,400	+/- 0,275	+/- 0,175	+/- 0,400	+/- 0,289	+/- 0,500	+/- 0,638	+/- 0,360	+/- 0,235

Tabela 3 - Média e desvio padrão (\pm) das variáveis abióticas da Lagoa de Pituauçu (BA) durante amostragem no meio hipolimnico (zona afótica ou fundo). (Dezembro/2016 a Março/ 2017).

Parâmetros abióticos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Média Geral
Temperatura (°C)	28,970	29,335	30,103	30,280	29,373	29,612
	+/- 0,733	+/- 0,832	+/- 0,179	+/- 0,498	+/- 0,374	+/- 0,7209
OD (mg/l)	9,403	13,160	31,810	19,080	12,565	17,204
	+/- 18,472	+/- 15,448	+/- 21,071	+/- 17,972	+/- 6,012	+/- 18,553
Condutividade (US)	386,250	407,750	371,750	374000	365,250	381
	+/- 31,256	+/- 71,775	+/- 11,236	+/- 8,981	+/- 15,500	+/- 35,711
Sólidos Totais (g/l)	0,255	0,268	0,247	0,259	0,239	0,25355
	+/- 0,031	+/- 0,043	+/- 0,013	+/- 0,223	+/- 0,015	+/- 0,0264
pH Superfície	6,443	6,778	6,765	6,915	7,158	6,8115
	+/- 0,569	+/- 0,173	+/- 0,592	+/- 0,642	+/- 0,454	+/- 0,5154

A temperatura da água variou pouco entre os pontos estudados, tanto no meio epilimnico ou hipolimnico, mantendo-se em valores esperados para reservatórios tropicais no nordeste brasileiro em ambos os meios, atingindo uma

média geral de $30,8 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ nos pontos do meio epilimnico e uma média geral de $29,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ nos pontos do meio hipolimnico. A média geral mais baixa foi registrada no ponto 1 no meio hipolimnico com $28,9 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a mais alta no ponto 7 do meio epilimnico com $31,1 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$. Segundo Esteves (2011), a pequena diferença de temperatura entre o epilimnico e o hipolimnico facilita a desestratificação térmica em lagos tropicais. Essa desestratificação pode ser permanente, especialmente em ecossistemas em que o espelho d'água possui grande área em relação à profundidade do corpo d'água, como o reservatório estudado (Lagoa de Pituaçu).

Os maiores valores de temperatura registrados no reservatório são consequência da maior exposição de sua superfície a radiação solar. Pois no primeiro metro de coluna d'água cerca de 50 a 60 % da radiação que chega à superfície é transformada em calor (WETZEL, 2001; NUNES et al, 2013). O período em que foram feitas as amostragens das variáveis correspondeu ao período menos chuvoso (dezembro a março) e com maior intensidade de radiação solar. A temperatura da água foi a variável que mais se apresentou constante na amostragem dos parâmetros abióticos, assim como visto em Medeiros (2012) e Lobato Jr. (2013), em reservatórios do Rio Grande do Norte.

O pH apresentou valores que variaram com mínima de $6,44 \pm 0,56$ no ponto 1 em meio hipolimnico e máxima de $7,60 \pm 0,28$ no ponto 5 em meio epilimnico. A média geral encontrada no meio epilimnico (superfície da lagoa) foi de 7,29 com desvio padrão (DP) $\pm 0,23$, enquanto no meio hipolimnico (fundo da lagoa) foi de 6,81 com desvio padrão (DP) $\pm 0,51$. Os valores encontrados não apresentaram desvios acentuados da normalidade nos pontos amostrados, assim como registrado por Silva (2008) e Medeiros (2012) em águas superficiais no nordeste brasileiro. Segundo os padrões de qualidade da água, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), os valores de pH para as águas de classes 1,2 e 3 devem estar na faixa de 6 a 9 (BARROS, 2013). Segundo Esteves 2011, o pH pode ser considerado como uma das variáveis abióticas mais importantes nos ecossistemas aquáticos, e ao mesmo tempo uma das mais difíceis de ser interpretada, isso se deve em função dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, como a temperatura e a concentração de íons H_3O^+ originada da dissociação do ácido carbônico (H_2CO_3).

A condutividade apresentou valores dentro da faixa encontrada em águas continentais do nordeste brasileiro, que atingem ou superam os $400 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ (AgSOLVE, 2017) durante a amostragem, variando de $359,50 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ no ponto 5 a $378,66 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ no ponto 7 em meio epilimnico e $365,25 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ no ponto 5 a $407,75 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ no ponto 2 em meio hipolimnico. A média geral obtida no meio epilimnico foi de $371,281 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ com desvio padrão (DP) de $\pm 6,594$ e no meio hipolimnico de $381,0 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ e desvio padrão (DP) de $\pm 35,711$. Os valores apresentados permitem constatar que o ponto 5 apresentou os menores valores de condutividade elétrica registrados, tanto no meio epilimnico como no meio hipolimnico, mas no geral os valores apresentaram-se altos, o que pode ser justificado, pela alta decomposição da matéria orgânica no ecossistema estudado (ESTEVES, 2011) ou decorrente de impactos antropogênicos (HENRY, 2004). A condutividade elétrica da água representa sua capacidade de transmitir a corrente elétrica, em decorrência da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions na água (GUIMARÃES-SILVA et al, 2007; BARROS, 2013). Segundo Esteves 2011, a condutividade constitui uma das variáveis mais importantes, que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como pode ajudar a detectar fontes poluidoras no mesmo.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) correspondem ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume, resultantes principalmente da dissolução das rochas e solos, mas também contêm matéria orgânica dissolvida. Os sólidos dissolvidos, sobretudo os ionizados (eletrólitos), são os responsáveis pelo aumento da condutividade elétrica da água. A média geral encontrada nos pontos do meio epilimnico foi de $0,333 \text{ g/l} \pm 0,0378$, enquanto no meio hipolimnico foi de $0,253 \text{ g/l} \pm 0,0264$. A menor média registrada foi em meio hipolimnico, no ponto 5 com $0,239 \text{ g/l} \pm 0,015$, e a maior média também foi no ponto 5 em meio epilimnico com $0,350 \text{ g/l} \pm 0,221$.

Através da Análise dos Componentes Principais (PCA), buscou-se revelar um padrão de ordenação entre os pontos amostrados no meio epilimnico do reservatório, a partir da matriz original das variáveis abióticas, onde foram extraídos 5 eixos, pois juntos explicaram 81.3% da variação dos dados (Tabela 4).

Tabela 4 - Matriz de dimensão das variáveis abióticas dos cinco eixos extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) para o meio epilimnico da Lagoa de Pituaçu (Salvador – Bahia)

EIXOS	AUTOVALORES	% DA VARIAÇÃO EXPLICADA	% DA VARIAÇÃO CUMULATIVA
1	2.840	56.798	56.798
2	1.226	24.523	81.322
3	0.699	13.990	95.311
4	0.163	3.267	98.578
5	0.071	1.422	100.000

O primeiro componente principal (PCA 1) que explica 56,8% das variações e representa o gradiente dominante, revelou autovalor positivo para o pH e autovalor negativo para condutividade. O segundo componente principal (PCA 2) explica 24,5% da variação dos dados, estando representado por autovalor negativo para O.D e positivo para temperatura (Tabela 5).

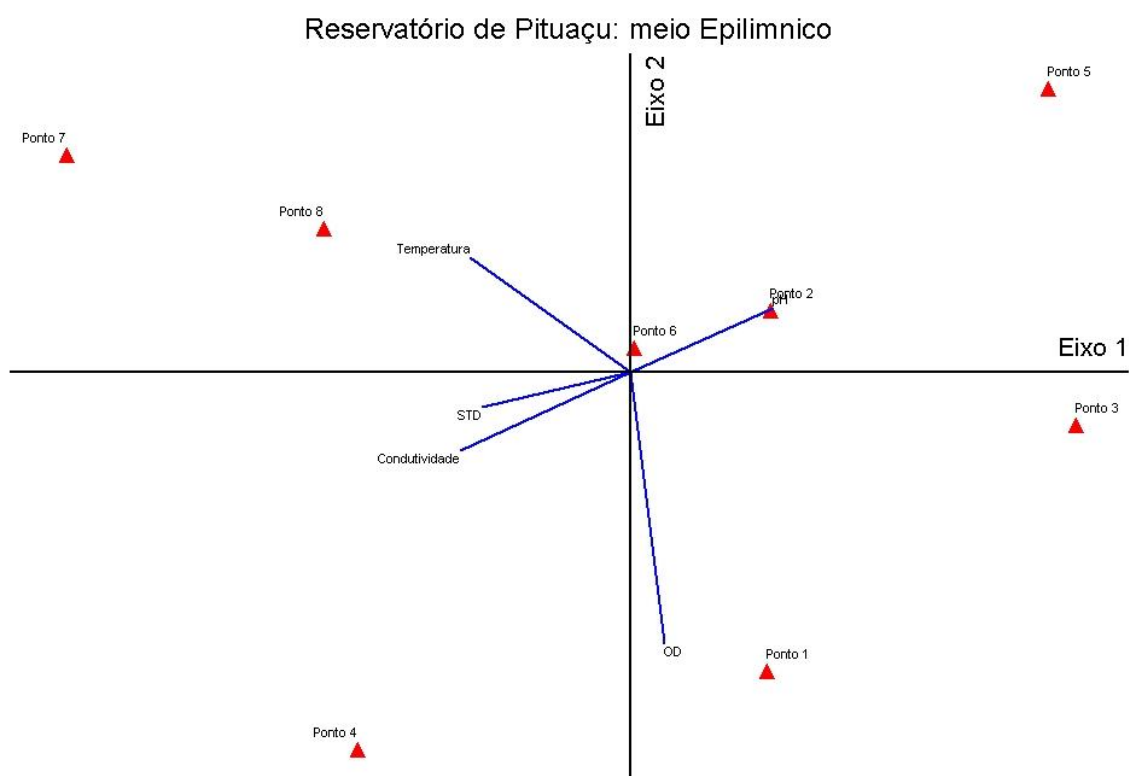
Tabela 5: Matriz dos autovalores das variáveis abióticas com os eixos 1 e 2 extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) que juntos explicaram 81.3% da variação dos dados analisados no meio epilimnico. Em negrito os autovalores positivos e negativos mais altos.

VARIÁVEIS	PCA1	PCA2
TEMPERATURA	-0.5128	0.3659
O. D.	0.1061	-0.8666
CONDUTIVIDADE	-0.5430	-0.2483
STD	-0.4736	-0.1110
pH	0.4546	0.2029

A partir destes resultados foi gerado um diagrama de ordenação onde foi possível verificar através do primeiro eixo (PCA1), que os pontos 4,7 e 8 estão associados aos autovalores negativos e os pontos 1,2,3,5 e 6 aos autovalores positivos (Figura 4). Desta forma, pode-se dizer que no PCA1 foi evidenciado um gradiente ambiental, onde a variável analisada do pH se mostrou associada aos pontos 1, 2, 3, 5 e 6 e a condutividade, temperatura e STD associadas aos pontos 4,7 e 8.

O segundo eixo (PCA2) revelou que os pontos 2,5,6,7 e 8 estão associados aos autovalores positivos, consequentemente as variáveis abióticas de temperatura e pH. Os pontos 1,3 e 4 estão associados aos autovalores negativos e as variáveis de condutividade e STD.

Figura 4 - Diagrama de análise dos componentes principais (PCA) aplicado às variáveis abióticas no meio epilimnico. Proporção explicada por eixo: 56,8% (PCA1) e 24,5% (PCA2). Lagoa de Pituaçu (PMP). Salvador (BA).



Com a Análise dos Componentes Principais (PCA) do meio hipolimnico do reservatório, a partir da matriz original das variáveis abióticas, foram também extraídos 5 eixos, sendo que os dois primeiros foram retidos para interpretação, pois juntos explicaram 80.9% da variação dos dados (Tabela 6).

Tabela 6 - Matriz de dimensão das variáveis abióticas dos cinco eixos extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) para o meio hipolimnico da Lagoa de Pituvaçu (Salvador – Bahia).

EIXOS	AUTOVALORES	% DA VARIAÇÃO EXPLICADA	% DA VARIAÇÃO CUMULATIVA
1	2.677	53.549	53.549
2	1.371	27.422	80.971
3	0.738	14.754	95.725
4	0.214	4.275	100.000
5	0.000	0.000	100.000

O primeiro componente principal (PCA 1) que explica 53,5% das variações e representa o gradiente dominante, revelou autovalor positivo para a temperatura e autovalor negativo para condutividade. O segundo componente principal (PCA 2) explica 27,4% da variação dos dados, estando representado por autovalor negativo para pH e positivo para temperatura (Tabela 7).

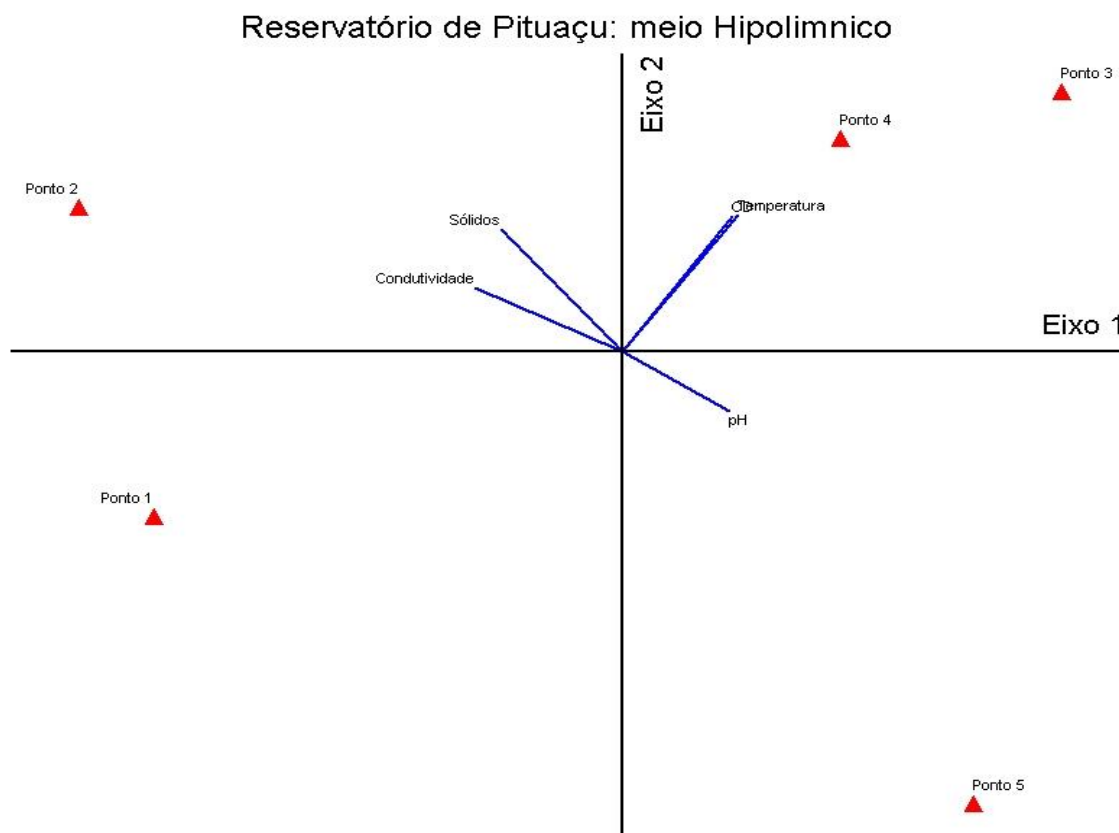
Tabela 7: Matriz dos autovalores das variáveis abióticas com os eixos 1 e 2 extraídos pela Análise dos Componentes Principais (PCA) que juntos explicaram 80.9% da variação dos dados analisados no meio hipolimnico. Em negrito os autovalores positivos e negativos mais altos.

VARIÁVEIS	PCA1	PCA2
TEMPERATURA	0.4300	0.5628
O. D.	0.4108	0.5448
CONDUTIVIDADE	-0.5460	0.2742
STD	-0.4438	0.5057
pH	0.3889	-0.2357

Os pontos 1 e 2 estão associadas aos autovalores negativos e os pontos 3,4 e 5 aos autovalores positivos (Figura 5). Desta forma, pode-se dizer que no PCA1 foi evidenciado um gradiente ambiental, onde as variáveis analisadas, o pH e o OD estão associados aos pontos 1 e 2 e a condutividade, temperatura e STD associados aos pontos 3,4 e 5 do meio hipolimnico.

O segundo eixo (PCA2) revelou que os pontos 2,3 e 4 estão associados aos autovalores positivos, conseqüentemente representadas pelas variáveis abióticas de temperatura, OD, STD e condutividade. No entanto os pontos 1 e 5 estão associados a um autovalor negativo da variável do pH.

Figura 5 - Diagrama de análise dos componentes principais (PCA) aplicado às variáveis abióticas no meio hipolimnico. Proporção explicada por eixo: 53,5% (PCA1) e 27,4% (PCA2). Lagoa de Pituauçu (PMP). Salvador (BA).



Os autovalores negativos da condutividade, da temperatura e do STD, aliados ao autovalor positivo do pH no meio epilimnico, demonstram que os pontos analisados possivelmente apresentaram níveis elevados de matéria orgânica na superfície da Lagoa, além de maior exposição à radiação solar incidente, o que gerou uma elevação de temperatura, com maior decomposição de compostos orgânicos e de sais dissolvidos (auto valor de STD) e de condutividade elétrica na água, alterando levemente o pH do meio, em especial nos pontos 7 e 8 os mais próximos da zona litorânea e de atividades antropogênicas (zonas de poluição).

Os autovalores positivos de temperatura e autovalores negativos da condutividade elétrica e do STD registrados no eixo 1 do diagrama (PCA) para o meio hipolimnico, demonstraram a estrutura abiótica da lagoa para esse meio e apontaram os pontos 1 e 2 como aqueles também envolvidos com a presença de nutrientes e concentração de matéria orgânica, revelados pela proximidade com os bancos de macrófitas aquáticas.

3.2 ANÁLISE DA COMUNIDADE DE PROTISTAS HETEROTRÓFICOS

Foram identificados 26 taxa de protistas heterotróficos (protozoários), durante as campanhas. Desse total, 18 foram registrados como pertencentes ao Filo Ciliophora, 4 como Filo Euglenozoa, 3 como Filo Amoebozoa e apenas 1 como do Filo Cercozoa (Tabela 8). O maior número de taxa de ciliados (69%) registrados na composição da comunidade de protistas heterotróficos em detrimento ao número de taxa de euglenozoas (15%), amoebozoários (12%) e cercozoas (4%) aproxima proporcionalmente ao encontrado por Medeiros (2012), com 44% de ciliados, de um total de 65 protozoários e Lobato Jr (2013), com 43,4% também de ciliados, de um total de 76, os dois em reservatórios no Rio Grande do Norte. Bagatini et al (2013), também destaca o domínio dos ciliados em número de taxa na maioria dos ambientes estudados na Bacia Mogi-Guaçu em São Paulo, assim como Regali-Seleghim (2011) em estudo para todo o estado de São Paulo. Já Gomes e Godinho (2003) relacionaram 28 taxa de ciliados e amoebozoas no lago Monte Alegre, Ribeirão Preto-SP, durante o período de um ano, número próximo ao encontrado nesse estudo em um período de quatro meses.

Tabela 8 – Composição dos táxons de protistas heterotróficos identificados do ponto 1 ao 8, entre dezembro/2016 e março/2017 na Lagoa de Pituáçu (PMP), Salvador, Bahia.

TÁXONS	PONTOS								FREQUÊNCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
CILIOPHORA									
<i>Aspidisca</i> Ehrenberg, 1830	X	x	x	x	x		x	x	87,5%
<i>Campanella</i> Goldfuss, 1820	X			x					25%
<i>Carchesium</i> Ehrenberg, 1831	X								12,5%
<i>Chilodonella</i> Strand, 1928	X	x	x	x			x		62,5%
<i>Coleps</i> Nitzsch, 1827	X	x	x	x			x	x	75%
<i>Colpidium</i> Stokes, 1886	X	x			x		x		50%
<i>Epistylis</i> Ehrenberg, 1830	X		x	x					37,5%
<i>Euplotes</i> Ehrenberg, 1831	X	x							25%
<i>Halteria</i> Dujardin, 1841	X								12,5%
<i>Oxytricha</i> Bory, 1824		x			x		x		37,5%
<i>Paramecium</i> Muller, 1773	X	x	x		x		x	x	75%
<i>Stylonychia</i> Ehrenberg, 1830		x							12,5%
<i>Spirostomum</i> Ehrenberg, 1833							x		12,5%

<i>Stentor</i> Oken, 1815	X	x		x					37,5%
<i>Tetrahynema</i> Furgason, 1940	X	x	x	x	x		x	x	87,5%
<i>Uronema</i> Dujardin, 1841					x				12,5%
<i>Vorticella</i> Linnaeus, 1767	X	x	x	x	x	x			75%
<i>Zoothamnium</i> Bory St Vincent, 1824	X								12,5%
Número de Taxa	14	11	7	8	7	1	8	4	
EUGLENOZOA									
<i>Anisonema</i> Dujardin, 1841		x							12,5%
<i>Bodo</i> Ehrenberg, 1830	X	x	x	x	x		x	x	87,5%
<i>Entosiphon</i> Stein, 1878	X	x				x	x		50%
<i>Peranema</i> Dujardin, 1841	X	x	x	x	x	x	x		87,5%
Número de Taxa	1	4	2	2	2	2	3	1	
AMOEOBOZOA									
<i>Arcella</i> Ehrenberg, 1832	X	x	x	x	x	x		x	87,5%
<i>Centropyxis</i> Stein, 1857		x							12,5%
<i>Diffflugia</i> Leclerc, 1815	X		x		x	x			50%
Número de Taxa	2	2	2	1	2	2	0	1	
CERCOZOA									
<i>Euglypha</i> Dujardin, 1841		x							12,5%
Número de Taxa	0	1	0	0	0	0	0	0	

Os táxons *Aspidisca* e a *Tetrahymena* foram os ciliados de maior frequência de ocorrência nos pontos amostrados, aparecendo em 7 dos 8 pontos amostrados, assim como o *Bodo* e a *Peranema* nos euglenozoos e a *Arcella* dentre os amoebozoos.

O gênero *Aspidisca* é um táxon que segundo Madoni (2005) é um bacterívoro, que se sustenta pelo crescimento bacteriano no corpo d'água e vivem em ambientes de alta concentração de matéria orgânica (FOISSNER & BERGER, 1996), sendo potenciais bioindicadores de poluição orgânica (MENDONÇA, 2012). Medeiros (2012) destaca a *Aspidisca* em todas as suas amostras independente do ambiente e período de coleta, enquanto Lobato Jr e Araújo (2015) apontaram a mesma em mais de 70% das amostras e como possível bioindicador, encontrada em águas paradas.

A *Tetrahymena*, segundo Américo-Pinheiro (2017) é frequentemente utilizado como organismo modelo de experimento para avaliar os efeitos de produtos químicos em protistas, ainda o mesmo autor destaca que a exposição prolongada a agentes químicos inibe o crescimento desses ciliados e a abundância de algumas espécies pode indicar ambientes aquáticos saudáveis. Como são consumidores primários de algas e bactérias também podem ser encontrados em ambientes com altas concentrações de recursos (ZINGEL, 2005).

Patterson & Lee (2000) diz que as espécies do gênero *Bodo* têm caráter cosmopolita, estudos mostram que esse protista euglenozoa pode se alimentar de vírus e cianobactérias, além de consumirem carbono dissolvido (GASOL et al, 1995; PERNTHALER et al, 1996; MEDEIROS, 2012). São flagelados encontrados em águas paradas, assim como a *Peranema*, flagelado comum em águas ricas em nutrientes orgânicos, especialmente em água em que a decomposição é elevada. Além disso, a *Peranema* pode ingerir quantidades de detritos, bactérias, algas e até mesmo grandes organismos pela expansão do seu citóstoma.

A maior frequência da *Arcella* nos pontos amostrados corrobora com trabalhos realizados que relatam esse táxon como um dos mais frequentes no ecossistema aquático (LANSAC-TÔHA et al, 2000; VELHO et al, 2000; SILVA, 2008; MEDEIROS, 2012; COSTA et al, 2016). A ocorrência da *Arcella* em ambientes impactados ou pouco impactados os caracteriza como generalista para as condições ambientais, ocorrendo, assim, em vários tipos de ambientes (SILVA, 2008). Em estudos realizados em ambientes tropicais (GOMES & GODINHO, 2003; ARAÚJO, 2008, SILVA, 2008; MEDEIROS, 2012) foram registradas presença de amebas testáceas, como a *Arcella*, associadas a macrófitas aquáticas. Nos pontos 1 e 2 amostrados na Lagoa de Pituaçu foi observado um grande número de macrófitas flutuantes, o que reforça as condições para a ocorrência das amebas tecadas associadas e aquelas do plâncton como observado em alguns ambientes brasileiros (BINI et al, 2003; VELHO, 2003; LANSAC-TÔHA et al, 2007; SILVA, 2008; ALVES et al, 2010; COSTA et al, 2011, MEDEIROS, 2012; BAGATINI et al, 2013)

Foram identificados 9 taxa de protistas heterotróficos, que ocorreram exclusivamente em um determinado ponto, os ciliados *Carchesium* (ponto 1),

Halteria (ponto 1), *Stylonychia* (ponto 2), *Spirostomum* (ponto 7), *Uronema* (ponto 5) e *Zoothanium* (ponto 1), os flagelados *Anisonema* (ponto 2) e os ameboides *Centropyxis* e *Euglypha* (ponto 2).

Na distribuição dos taxa encontrados no reservatório entre os 8 (oito) pontos amostrados, alguns ocorreram com maior frequência e outros foram exclusivos em determinados pontos, isso demonstra uma clara diferença espacial causada provavelmente por impactos antropogênicos e zonas de poluição, que pode ter causado uma redução na biodiversidade taxonômica (LOBATO Jr., 2013)

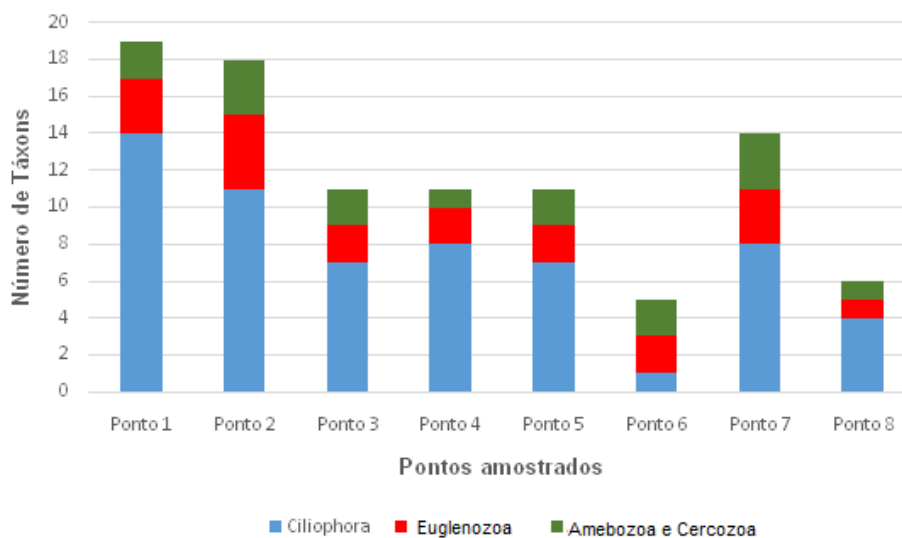
Dos protistas ciliados identificados, 18 no total, a classe Oligohymenophorea se fez presente com 9 taxa entre os 8 pontos analisados, sendo a *Tetrahymena* o mais frequente. A classe Spirotrichea teve 5 taxa identificados, com a *Aspidisca* predominando entre os pontos estudados. Com menor ocorrência de taxa apareceram as classes: Heterotrichea, com 2 taxa e, Phyllopharyngea e Prostomatea com apenas 1 representante.

Entre os ameboides, a subclasse Testacelobosea estava presente com 3 taxa (*Arcella*, *Centropyxis*, *Diffugia*) em 7 dos pontos estudados. Nos flagelados, destacaram-se as classes Euglenoidea (*Anisonema*, *Entosiphon*, *Peranema*) e Kinetoplastea (*Bodo*) nos 8 pontos analisados.

Com exceção do ponto 7, em que não foi registrado a presença de representantes de protistas ameboides, em todos os outros pontos foram identificados representantes dos três filos estudados, dentro do período investigado (Tabela 10).

Em número de taxa, o Filo Ciliophora foi o de maior ocorrência nos pontos, com exceção do ponto 6, onde o número de flagelados e ameboides superaram em um indivíduo a mais. A maior riqueza de taxa se deu no ponto 1 com 19 organismos identificados e a menor no ponto 6 com apenas 5 taxa (Figura 6)

Figura 6 – Distribuição do número de taxa de protistas heterotróficos por pontos, durante período de amostragem (Dezembro/2016 a Março/2017) na Lagoa de Pituáçu (PMP), Salvador, Bahia.



A elevada riqueza de táxons nos pontos 1 e 2 durante o período amostrado, parece estar relacionada à heterogeneidade espacial e à grande disponibilidade de recursos alimentares conferidos pela presença das macrófitas aquáticas, que sustentam diversas comunidades de protistas, exercendo um papel importante na estruturação de ecossistemas aquáticos e conferindo maior heterogeneidade ambiental, possibilitando uma elevada diversidade de organismos (BIYU, 2000; SILVA, 2008), é importante ressaltar que esta pesquisa encontrou nas variáveis abióticas mensuradas nesses pontos da lagoa, um valor elevado para temperatura e condutividade, o que sugere uma maior dinâmica metabólica no ecossistema, inclusive com maior nível de decomposição da matéria orgânica por parte da microbiota. No entanto, o número menor de táxons nos pontos 6 e 8 seja devido à proximidade a zona litorânea, onde há uma maior intensidade de atividades antropogênicas (pedalinho, bicicletários e um hangar para caiaques) e zonas de poluição, como observado também por Lobato Jr (2013), na Bacia Hidrográfica Pirangi (RN), ponto 2, em áreas de bares e balneários.

A identificação dos protistas heterotróficos na coluna d'água permitiu apontar 20 taxa no meio epilimnico e 16 no meio hipolimnico (Tabela 9), sendo o flagelado *Bodo* o táxon mais frequente no meio epilimnico entre os pontos amostrados, enquanto no meio hipolimnico se destacaram o próprio *Bodo* e a *Peranema* como flagelados e *Aspidisca* e *Paramecium* como ciliados.

Alguns *taxa* foram observados apenas no meio epilimnico entre os pontos analisados, como os ciliados *Stylonychia*, *Chilodonella* e *Spirostomum*, o flagelado *Anisonema* e o amoebozoa *Diffflugia*, já no meio hipolimnico os ciliados *Euplotes*, *Halteria*, *Campanella* e *Uronema*, juntamente com o amoebozoa *Centropyxis* e o Cercozoa *Euglypha* apareceram uma única vez entre os pontos.

A organização das comunidades está refletida no número das espécies presentes, na interação entre elas, nas flutuações e ciclos e na distribuição (TUNDISI & TUNDISI, 2008). A distribuição dos táxons de protistas heterotróficos em ecossistemas aquáticos continentais, como a Lagoa de Pituaçu, pode ser avaliada a partir da sua superfície (epilimnico), que segundo Tundisi e Tundisi (2008), é a camada de água superior, mais aquecida e menos densa, também bastante homogênea pela ação do vento e pelo aquecimento térmico diurno e resfriamento térmico noturno, que formam termoclinas temporárias (durante o período noturno). Chegando no fundo (hipolimnico), camada de água inferior, mais densa e com temperaturas mais baixas.

Tabela 9 – Distribuição dos táxons de protistas heterotróficos nos meios epilimnico e hipolimnico identificados no período amostrado na Lagoa de Pituaçu (PMP), Salvador, Bahia. (Dezembro/2016 a Março/2017).

TÁXONS	EPILIMNICO	HIPOLIMNICO
CILIOPHORA		
<i>Aspidisca</i> Ehrenberg, 1830	X	X
<i>Campanella</i> Goldfuss, 1820		X
<i>Carchesium</i> Ehrenberg, 1831	X	
<i>Chilodonella</i> Strand, 1928	X	
<i>Coleps</i> Nitzsch, 1827	X	X
<i>Colpidium</i> Stokes, 1886	X	X
<i>Epistylis</i> Ehrenberg, 1830	X	
<i>Euplotes</i> Ehrenberg, 1831		X
<i>Halteria</i> Dujardin, 1841		X
<i>Oxytricha</i> Bory, 1824	X	X
<i>Paramecium</i> Muller, 1773	X	X
<i>Stylonychia</i> Ehrenberg, 1830	X	
<i>Spirostomum</i> Ehrenberg, 1833	X	
<i>Stentor</i> Oken, 1815	X	
<i>Tetrahynema</i> Furgason, 1940	X	X
<i>Uronema</i> Dujardin, 1841		X
<i>Vorticella</i> Linnaeus, 1767	X	x
<i>Zoothanium</i> Bory St Vincent, 1824	X	

EUGLENOZOA		
<i>Anisonema</i> Dujardin, 1841	X	
<i>Bodo</i> Ehrenberg, 1830	X	X
<i>Entosiphon</i> Stein, 1878	X	X
<i>Peranema</i> Dujardin, 1841	X	X
AMEBOZOA		
<i>Arcella</i> Ehrenberg, 1832	X	X
<i>Centropyxis</i> Stein, 1857		X
<i>Diffflugia</i> Leclerc, 1815	X	
CERCOZOA		
<i>Euglypha</i> Dujardin, 1841		X

Dos 20 taxa identificados no meio epilimnico, 14 pertenceram aos ciliados, 4 aos euglenozoa e apenas 2 aos amebozoas. Nesse caso podemos notar a predominância dos ciliados nesse meio, o que permite avaliar uma possível competição por alimentos, pois esses se caracterizam por serem consumidores ativos. No meio hipolimnico foram identificados 16 táxons de protistas heterotróficos, sendo 10 ciliados, 3 flagelados, 2 amebozoas e 1 cercozoa. Mais uma vez os ciliados predominaram e o consumo de alimentos pode justificar o número maior de representantes, devido aos sedimentos do fundo e suas partículas suspensas na água, que elevam as condições de produção secundária (consumo).

Alguns taxa foram identificados em ambos os meios, como os ciliados: *Aspidisca*, *Coleps*, *Colpidium*, *Oxytrichia*, *Paramecium*, *Tetrahymena* e *Vorticella*, os flagelados *Bodo*, *Entosiphon* e *Peranema* e apenas o gênero *Arcella* entre os amebozoas.

No meio epilimnico foi destacado uma maior ocorrência para o ciliado *Aspidisca* em 7 pontos dos 8 analisados e o gênero *Bodo* entre os flagelados, aparecendo entre 6 dos 8 pontos (Tabela 10). A ocorrência de ambos já havia sido destacada na composição geral entre os oito pontos para a lagoa nos dois meios analisados. A maior frequência no meio epilimnico reforça suas características como consumidor de matéria orgânica em suspensão proveniente do próprio meio, pois foram observados em pontos menos antropizados.

Tabela 10 – Distribuição dos taxa de protistas heterotróficos, entre os pontos amostrados no meio epilimnico na Lagoa de Pituauçu (PMP), Salvador, Bahia. (Dezembro/2016 a Março/2017).

TAXA	PONTOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CILIOPHORA								
<i>Aspidisca</i> Ehrenberg, 1830	x	x	x	x	x		x	x
<i>Campanella</i> Goldfuss, 1820	x						x	
<i>Carchesium</i> Ehrenberg, 1831	x							
<i>Chilodonella</i> Strand, 1928	x	x	x	x			x	
<i>Coleps</i> Nitzsch, 1827	x	x	x	x			x	x
<i>Colpidium</i> Stokes, 1886		x					x	
<i>Epistylis</i> Ehrenberg, 1830	x		x	x				
<i>Euplotes</i> Ehrenberg, 1831	x							
<i>Oxytricha</i> Bory, 1824							x	
<i>Paramecium</i> Muller, 1773	x	x	x		x		x	x
<i>Stylonychia</i> Ehrenberg, 1830		x						
<i>Spirostomum</i> Ehrenberg, 1833							x	
<i>Stentor</i> Oken, 1815	x	x		x				
<i>Tetrahymena</i> Furgason, 1940	x	x	x		x		x	x
<i>Vorticella</i> Linnaeus, 1767	x	x	x	x	x			
<i>Zoothanium</i> Bory St Vincent, 1824	x							
EUGLENOZOA								
<i>Anisonema</i> Dujardin, 1841		x						
<i>Bodo</i> Ehrenberg, 1830	x	x	x	x			x	x
<i>Entosiphon</i> Stein, 1878		x					x	
<i>Peranema</i> Dujardin, 1841	x		x	x			x	
AMEBOZOA								
<i>Arcella</i> Ehrenberg, 1832	x	x	x	x				x
<i>Diffugia</i> Leclerc, 1815	x		x					

No meio hipolimnico, novamente *Aspidisca* e *Bodo* destacaram-se nas amostragens em 3 pontos dos 8 analisados (Tabela 11), acompanhados do flagelado *Peranema* também em 3 pontos. O meio hipolimnico ou zona afótica caracteriza-se pelo fato de não apresentar luminosidade, o que interfere na produtividade primária e proporciona uma queda nos níveis metabólicos. Com maior depósito de matéria orgânica no sedimento e posterior decomposição, o meio torna-se adequado a protistas como *Aspidisca* e *Bodo*.

Tabela 11 – Distribuição dos taxa de protistas heterotróficos, entre os pontos amostrados no meio hipolimnico na Lagoa de Pituáçu (PMP), Salvador, Bahia. (Dezembro/2016 a Março/2017).

TAXA	PONTOS				
	1	2	3	4	5
CILIOPHORA					
<i>Aspidisca</i> Ehrenberg, 1830	x	x		x	
<i>Campanella</i> Goldfuss, 1820	x				
<i>Coleps</i> Nitzsch, 1827	x	x			
<i>Colpidium</i> Stokes, 1886	x	x			
<i>Euplotes</i> Ehrenberg, 1831	x	x			
<i>Halteria</i> Dujardin, 1841	x				
<i>Oxytricha</i> Bory, 1824		x			
<i>Paramecium</i> Muller, 1773	x	x			
<i>Tetrahymena</i> Furgason, 1940	x				
<i>Uronema</i> Dujardin, 1841		x			x
<i>Vorticella</i> Linnaeus, 1767					x
EUGLENOZOA					
<i>Bodo</i> Ehrenberg, 1830	x		x	x	
<i>Entosiphon</i> Stein, 1878	x				x
<i>Peranema</i> Dujardin, 1841	x	x			x
AMEBOZOA					
<i>Arcella</i> Ehrenberg, 1832				x	x
<i>Centropyxis</i> Stein, 1857		x			
<i>Diffugia</i> Leclerc, 1815					x
CERCOZOA					
<i>Euglypha</i> Dujardin, 1841		x			

Após a análise da distribuição dos táxons de protistas heterotróficos na lagoa de Pituáçu envolvendo os meios epilimnico e hipolimnico, foram estabelecidas associações entre as variáveis abióticas estudadas e a composição e distribuição dos protistas heterotróficos na lagoa.

Segundo Lobato Jr. (2013), alterações acentuadas das variáveis físico-químicas podem influenciar a diversidade de taxa de protozoários de vida livre de modo a diminuí-la quando comparada a um ambiente menos impactado. Liu e Leff (2002), define que variáveis ambientais como temperatura e pH são fatores que podem interferir fortemente na dinâmica dos ecossistemas aquáticos modificando a estrutura e função das comunidades microbianas.

Apesar de Medeiros (2012), ter evidenciado uma ausência de influência das variáveis físicas e químicas sobre a permanência de flagelados em termos qualitativos em reservatórios no Rio Grande do Norte, fato ocorrido

com *Anisonema*, *Bodo* e *Entosiphon*, o estudo no reservatório da lagoa de Pituaçu reforça o papel de variáveis como temperatura e condutividade na ocorrência desses flagelados e outros protistas. Dias et al (2008), também reforça a associação de variáveis abióticas com a comunidade de ciliados quando níveis baixos de oxigênio e valores elevados de condutividade, confirmam altas cargas de esgotos nas estações do córrego São Pedro aliada a alta sensibilidade da comunidade de ciliados às mudanças na poluição orgânica.

A concentração iônica dos ecossistemas aquáticos é, portanto, um fator fundamental na distribuição de organismos aquáticos e na colonização de ambientes com diferentes condutividades (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Em regiões tropicais, os valores de condutividade nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas, mas podem ser também influenciados pelo estado trófico, principalmente em ambientes sobre influência antrópica (ESTEVES, 2011). O reservatório da lagoa de Pituaçu nesse estudo apresentou valores elevados de condutividade elétrica (maior concentração iônica) quando comparados com outros reservatórios. Associar a elevada condutividade com altas temperaturas e maior dissolução de minerais (STD) a presença ou ausência de alguns taxa modelos como *Aspidisca* e *Tetrahymena* é fundamental para conhecer a dinâmica metabólica dos protistas heterotróficos e seu potencial bioindicador.

Os resultados mostram uma riqueza de taxa da comunidade de protistas heterotróficos, assim como obtido por Buosi et al, (2011) para ciliados, em resposta às alterações abióticas no ambiente aquático brasileiro. O número superior de taxa de ciliados em comparação aos flagelados e amoebozoas é considerado normal para grupos de planctônicos de água doce (ARNDT, 1993). A menor riqueza de taxa em reservatórios urbanos em comparação com ambientes rurais, como apresentado por Bagatini et al, (2013) na Bacia Mogi-Guaçu-SP, pode também ser constatado na lagoa de Pituaçu, o que possivelmente demonstra respostas diferentes de protistas em ambientes mais antropizados em comparação com aqueles em áreas mais preservadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição e a distribuição de taxa da comunidade de protistas heterotróficos apresentada nesse trabalho mostraram-se significativa, a partir do momento que expõe os principais grupos presentes na lagoa e diminui a lacuna encontrada há alguns anos com a escassez de trabalhos sobre a ecologia da comunidade de protistas heterotróficos em reservatórios tropicais, em especial os da mata atlântica.

Alterações nas condições abióticas de um ecossistema aquático podem promover respostas diversas por parte dos organismos aquáticos, como os protistas heterotróficos, considerados fundamentais na cadeia trófica microbiana. Associar algumas variáveis abióticas com a composição e distribuição desses organismos serviu para compreender diversas respostas pelos taxa identificados, como observado em *Aspidisca* (ciliado) e *Bodo* (flagelado), gêneros com maior frequência de ocorrência no reservatório. Presentes em pontos com maior concentração de matéria orgânica (nutrientes) e temperatura elevada da água (típicas de reservatórios tropicais), assim como altos valores de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (STD), esses protistas permitiram associá-los as variáveis abióticas mensuradas.

O presente trabalho é uma importante contribuição para o conhecimento da ecologia de comunidades dos protistas heterotróficos em reservatórios urbanos da mata atlântica, compreendendo melhor a dinâmica dos impactos ambientais em reservatórios e a importância do monitoramento da qualidade das águas superficiais na região.

REFERENCIAS

Ag SOLVE MONITORAMENTO AMBIENTAL 2017 **Como e porque medir a Condutividade Elétrica (CE) com sondas multiparâmetros?** Notícias. Desenvolvimento CG Propaganda. Disponível em:

<https://www.agsolve.com.br/noticias/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-ce-com-sondas-multiparametros>. Acesso em 20 de novembro de 2017

ALELUIA, F.T.F.; CRUZ, L.C.; FREITAS, J.T.; COSTA, M.L.T.; SOUZA, J.C.M.G de; LEONÍDIO, T.O.; SANTOS, F.S.; MAIA, L.M.; CARVALHO, J.C. 2016 **Monitoramento do Reservatório de Pituaçu, inserido na matriz de expansão urbana da cidade de Salvador – Bahia**. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente • Aracaju • V.5 • N.1• Edição Especial • p. 11 - 2016.

Disponível em: www.resag.org.br/downloads/5-3724-10740-1-143.pdf. Acesso em 21 de julho de 2017.

ALVES, G.M., VELHO, L.F., SIMÕES, N.R. & LANSAC-TÔHA, F.A. 2010. **Biodiversity of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats of a lake in the Upper Paraná River floodplain**. Eur. J. Protistol. 46:310-318. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejop.2010.07.001> Acesso em: 29 de agosto de 2016.

AMÉRICO-PINHEIRO J.H.P.; TORRES, N. O.; FERREIRA, L.F.R. **Protistas ciliados e seu potencial uso como bioindicadores de qualidade de água**. Revista Científica ANAP Brasil, v.10, n.18, p.1-9. 2017

ARAÚJO, C.V.M.; SANTOS, O.M.; ALVES, L.J.; MUNIZ, C.R.R. 2003 **Fungos micorrízicos arbusculares em espécies de Melastomataceae no Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador-Bahia-Brasil**. Sitientibus série Ciências Biológicas 3: 115–119. 2003

ARAÚJO, M.F.F., GODINHO, M. 2008. **Spatial and Seasonal variations of planctonik protists (Mastigophora, Sarcodina and Ciliophora) in a river-lacustrine system in northeast Brazil**. Acta Limnol. Bras., v.20, n.3, p. 235-244.

ARNDT, H. 1993. **A critical review of the importance of rhizopods (naked and testate amoebae) and actinopods (heliozoan) in lake plankton**. Marine Microbial Food Webs, v. 7, n. 1, p. 3-29, 1993.

BAGATINI, I.L., SPÍNOLA, A.L.G., PERES, B.M., MANSANO, A.S., RODRIGUES, M.A.A., BATALHA, M.A., LUCCA, J.V., GODINHO, M.J.L., TUNDISI, T.M. & SELEGHIM, M.H.R. **Protozooplankton and its relationship with environmental conditions in 13 water bodies of the Mogi-Guaçu basin -SP, Brazil**. Biota Neotrop.v.13,n.4. Disponível em:

<http://www.biotaneotropica.org.br/v13n4/en/abstract?article+bn02913042013>

Acesso em: 27 de agosto de 2016

BARBIERI, S.M. & GODINHO-ORLANDI, M.J.L. 1989 **Ecological studies on the planktonic protozoans of an eutrophic reservoir (Rio Grande Reservoir - Brazil)**. *Hydrobiologia*. Dordrecht, 1989. v. 183. p. 1-10.

BARROS, F.M. 2013 **Qualidade da água e eutrofização**. Vitória da Conquista. Edições UESB, 102p. 2013

BENATI, K.R. 2005 **Influência do isolamento e da complexidade estrutural de pequenos fragmentos de Mata Atlântica sobre aranhas (Arachnida: Araneae) de solo em Salvador, Bahia**. 2005. 63p. Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção de Créditos na Disciplina BIO 375 – Ciências do Ambiente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador. CDU: 595.44. Salvador/BA. 2005.

BICUDO, C.E.de M. & BICUDO, D.de C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos, SP. RiMa Editora. 2004. 371p.

BINI, L. M.; VELHO, L.F.M.; LANSAC-TÔHA, F.A. 2003. **The effect of connectivity on the relationship between local and regional species richness of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in floodplain lagoons of the Upper Paraná River, Brazil**. *Acta Oecologica*, Paris, v. 24, p. S145-S151, 2003.

BIYU, S. 2000. **A comparative study on planktonic ciliates in two shallow mesotrophic lakes (China): species composition, distribution and quantitative importance**. *Hydrobiologia*. v. 427. p. 143-153. 2000.

BRANDS, S.J. **Systema Naturae 2000**. Amsterdam, The Netherlands. <http://sn2000.taxonomy.nl/>. 1989-2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357/05**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 de março 2005.

BUOSI, P.R.B., PAULETO, G.M., LANSAC-TÔHA, F.A. & VELHO, L.F.M. 2011. **Ciliate community associated with aquatic macrophyte roots: Effects of nutrient enrichment on the community composition and species richness**. *Eur. J. Protistol.* 47:86-102. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejop.2011.02.001> Acesso em: 20 de novembro de 2017.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L., 2003. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Rio de Janeiro. Caderno Saúde Pública. 19(2):465-473, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/csp/v19n2/15412.pdf> Acesso em 09 de julho de 2015.

CAREY, PG 1992 **Marine interstitial ciliates**. An illustrated key. Natural History Museum Publications, Chapman & Hall, London 1992

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo 2011 **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, organizadores: Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo: CETESB, Brasília: ANA. 2011.

CONDER. **Informações básicas dos municípios baianos: região metropolitana de Salvador**. Salvador, 267 p., il., tab., graf. 1996

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL. **Mata Atlântica**, 2011. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/onde/mata_atlantica/>. Acesso em: 20 de novembro de 2017

COSTA, D. M., ALVES, G.M., VELHO, L.F.M. & LANSAC-TÔHA, F.A. 2011. **Species richness of testate amoebae in different environments from the upper Paraná river floodplain (PR/MS)**. Acta Sci. Biol. Sci. 33(3):263-270.

COSTA, P.T.S. & PERES, M.C.L. 2016 **Registro da Comunidade Protozooplânctônica da Lagoa do Parque Metropolitano de Pituáçu (PMP) – Salvador / BA e sua relação como bioindicadores em ecossistemas lacustres**. In: Anais do 19º SEMOC (Semana de Mobilização Científica). Salvador: Universidade Católica do Salvador. 2016

COULL, Bruce C. 1999 **Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats**. *Australian Journal Of Ecology*. Columbia, p. 327-343. 1999.

CURDS, C.R.; GATES, M.A.; ROBERTS, D.M. 1983 **British e outros protozoários ciliados de água doce. Parte II Ciliophora: Oligohymenophora e Polyhymenophora** Cambridge University Press, 1983

DIAS, R.J.P.; WIELOCH, A.H.; D'AGOSTO, M. 2008 **The influence of environmental characteristics on the distribution of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an urban stream of southeast Brazil**. *Braz. J. Biol.* vol.68 no.2. 2008.

ESTEVEES, F.A. 1998 **Fundamentos de Limnologia**. 2ed. Rio de Janeiro: Interciência, 624p. 1998

ESTEVEES, F.A. 2011 **Fundamentos de Limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826p. 2011.

FOISSNER, W. and BERGER, H. 1996. **A user-friendly guide to ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology**. *Freshw. Biol.*, vol. 35, p. 375-498. 1996.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2011 **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - período 2008-2010**. São Paulo: INPE, 2011.

GRUPO AMBIENTALISTA da BAHIA (GAMBA) 2016. **Movimento Salve o Parque de Pituvaçu. Carta Aberta.**

Disponível em: www.gamba.org.br/wp-content/uploads/2016/12/Carta-Aberta-de-Pituvaçu.pdf Acesso em: 04 de julho de 2017.

GASOL, J. M.; SIMONS, A. M.; KALFF, J. 1995 **Patterns in the top-down versus bottom-up regulation of heterotrophic flagellates in temperate lakes.** Journal of Plankton Research, v. 17, n. 10, p. 1879-1903, 1995.

GOMES, E. A. T.; GODINHO, M. J. L. **Structure of the protozooplankton community in a tropical shallow and eutrophic lake in Brazil.** Acta Oecologica, v. 24, n. 1, p. 153-161, 2003.

GOMES, E. A. T.; GODINHO, M. J. L. **Bactérias e Protozoários em ambientes aquáticos: amostragem e análise.** In: Bicudo, C.E. de M.; Bicudo, D. de C. Amostragem em limnologia. São Carlos: RiMa editora. p. 121-132 2004

GUIMARÃES-SILVA, A.K.; MACHADO, D.A.; NALINI, H.A.J.; DE LENA, J.C. **A qualidade das águas na região dos garimpos de topázio imperial na sub-bacia do rio da Ponte, Ouro Preto-MG.** Revista da Escola de Minas, v.60, n.4, p. 127-136, 2007.

HENRY, RAOUL. **A variabilidade de alguns fatores físicos e químicos da água e implicações para amostragem: estudos de caso em quatro represas do estado de São Paulo.** In: Bicudo, C.E. de M.; Bicudo, D. de C. Amostragem em limnologia. São Carlos: RiMa editora. 2004.p. 245-262

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S.; LARSON, A., 2004 **Princípios Integrados de Zoologia.** 11ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 2004.

KUDO, R.R. 1966. **Protozoology.** Illinois, Charles C. Thomas, 786p. 1966

LANSAC-TOHA, F.A.; VELHO, L.F.M.; ZIMMERMANN-CALLEGARI, M.C.; BONECKER, C.C. 2000. **On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Arcellidae.** Acta Scientiarum v. 22, n.2, p. 355-363.2000

LANSAC-TÔHA, F. A.; ZIMMERMANN-CALLEGARI, M.C.; ALVES, G.M.; VELHO, L.F.M.; FULONE, L.J. 2007 **Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments.** Acta Scientiarum. v. 29, n. 2, p. 185-195, 2007.

LIU, J.; LEFF, LG 2002. **Temporal changes in the bacterioplankton of a northeast Ohio (USA) river.** Hydrobiologia, v.489, n.1-3, p.151-159.

LOBATO JUNIOR, W.S. **Protozoários de vida livre em dois trechos da Bacia Hidrográfica do rio Pirangi (RN): relações com a educação em ciências e preservação.** .2013. 67f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ PRODEMA, Natal/ RN, 2013. Disponível em:

https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/.../WellingtonSLJ_DISSSERT.pdfAcesso em 01 de julho de 2016.

LOBATO JUNIOR, W.S.; ARAÚJO, M.F.F. **Protozoários de vida livre (Ciliophora, Mastigophora e Sarcodina) em dois trechos de um ambiente lótico do nordeste do Brasil e seu potencial uso como bioindicadores.** Revista Ciência e Natura, v.37n.1, p.57-63, 2015, Santa Maria/RS. DOI: 10.5902/2179460X13418. Disponível em: <http://oaji.net/articles/2015/1602-1425488858.pdf>Acesso em 06 de julho de 2016.

LYNN, D.H. **The ciliated Protozoa - characterization, classification, and guide to the literature.** 3rd ed. Springer, 605p. PMID:16325540.2008.

MADONI, P. A., 1994 **Sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis.** Water Research, v. 28, n. 1, p. 67-75, 1994.

MADONI, Paolo; BASSANINI, Nadia. 1999 **Longitudinal Changes in the Ciliated Protozoa Communities Along a Fluvial System Polluted by Organic Matter.** European Journal of Protistology, Italia. European Journal of Protistology, p. 391-402. 1999

MADONI, P. **Ciliated protozoan communities and saprobic evaluation of water quality in the hilly zone of some tributaries of the Po River (northern Italy).** Hydrobiologia, v. 541, n. 1, p. 55-69, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/A0750-004-4667-8>Acesso em: 25 de março de 2017

McCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. **Analysis of Ecological Communities.** Glendeu Beach, Oregon, USA. 300pp. 2002

MEDEIROS, M.L.Q., 2012 **Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica.**2012.74f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ PRODEMA, Natal/ RN, 2012.Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18229/1/MariaLQM_DISSSERT.pdf .Acesso em 01 de julho de 2016.

MENDONÇA, H.S.S. 2012 **Ciliados Planctônicos e Epibentônicos do rio das velhas e tributários, MG: Ecologia e Uso Potencial para Bioindicação da Qualidade das Águas.** 2012. 319f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Ouro Preto/MG. 2012. Disponível em: www.repositorio.ufop.br/.../1/DISSERTAÇÃO_CiliadosPlanctônicosEpibentônicos.pdfAcesso em 06 de julho de 2016.

NEEDHAM, J.G.; NEEDHAM, P.R. 1982 **Guia para el estudio de LOS SERES VIVOS DE LAS AGUAS DULCES.** Editorial reverté s.a. 1982

NEVES, A.B., 2011 **Tutela Jurídica do Parque Pituáçu como remanescente de mata atlântica, em área urbana, no município de Salvador.** 2011. 200f. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica do Salvador. Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Salvador/BA, 2011. Disponível em: ri.ucsal.br:8080/jspui/bitstream/123456730/316/3/AIDE%20BATISTA%20NEVES.pdf. Acesso em 29 de junho de 2016.

NOLAND, LE; 1925. **Factors influencing the distribution of fresh water ciliates.** *Ecology*, vol. 6, p. 437-452

OLIVEIRA-ALVES A.; PERES M.C.L.; DIAS M.A.; CAZAI-FERREIRA G. da S.; SOUTO L.R.A. 2005 **Estudo das Comunidades de Aranhas (Arachnida: Araneae) em ambiente de mata atlântica no Parque Metropolitano de Pituáçu – PMP, Salvador, Bahia.** *Biota Neotropica*, vol. 5, nº1, p. 1-8, 2005. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1a/pt/abstract?inventory+BN006051a2005>. Acesso em 06 de julho de 2016.

PATTERSON, D. J. 1996 **Free-living freshwater protozoa: a colour guide.** New York: J. Wiley & Sons, 223 p. 1996.

PATTERSON, D.J. & LEE, W.J. 2000 **Heterotrophic Flagellates (Protista) from marine sediments of Botany Bay, Australia.** *Journal of Natural History*, 2000, 34, pp.483-562. 2000. Disponível em: [http://protist.ru/samples/download/LarsenPatterson1990%20Heterotrophic%20%20flagellates%20\(Protista\)%20from%20marine%20sediments.pdf](http://protist.ru/samples/download/LarsenPatterson1990%20Heterotrophic%20%20flagellates%20(Protista)%20from%20marine%20sediments.pdf). Acesso em 03 de setembro de 2017.

PEREIRA, P.S.; FERNANDES, L.A.C.; DIAS, R.J.P.; SAMPAIO, M.S.; SILVA-NETO; I.D.; BAPTISTA, D.F.; OLIVEIRA, J.L.M. 2014. **Ecological water quality assessment in the Guapiaçu-Macacu hydrographic complex (Rio de Janeiro, Brazil) using multiple indicators.** *Revista Ambiente & Água*, vol. 9, n. 3, Taubaté - jul. / Sep 2014.

PERNTHALER, J. et al. 1996. **Short-term changes of protozoan control of autotrophic picoplankton in an oligomesotrophic lake.** *J.Plankton. Res.*, Oxford, V.18, p. 443-462. 1996.

POZZA, S.A.; PENTEADO, C.S.G. 2015. **Monitoramento e caracterização ambiental.** São Carlos. EdUFSCar, 101p.

PROTIST INFORMATION SERVER. **Digital specimen archives.** In: Japan Science and Technology Corporation (JST). Disponível em: http://protist.i.hosei.ac.jp/protist_menuE.html.

RARES, C.de S.; BRANDIMARTE, A.L. 2014. **O Desafio da conservação de ambientes aquáticos e manutenção de serviços ambientais em áreas verdes urbanas: O caso do parque estadual da Cantareira.** 2014. *Revista Ambiente e Sociedade*. V. XVII, n.2, p. 111-128, abr.-jun.2014.

REGALI-SELEGHIN, M.H.; LEAL GODINHO, M.J.; MATSUMURA-TUNDISI, T, 2011. **Checklist dos “protozoários” de água doce do Estado de São Paulo**. Brasil. Biota Neotropica, v.11(Supl.1). São Paulo - SP. 2011.

SILVA, M.B.,2008 **Assembleias de amebas testáceas (Amoebozoa: Rhizopoda) associadas a rizosfera de *Eichhorniacrassipes* (Martius) Solomons (Pontederiaceae) no Rio Cachoeira, Bahia**. 2008.115f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais. Ilhéus – BA. 2008.

SLEIGH, M., 1988. **Protozoa and other Protists**. New York: Chapman and Hall. 399 p.

SOUZA, E. C. L. 1994 **Pedalando no Parque de Pituvaçu: ciclovia e educação ambiental. Monografia de Especialização**. Universidade Católica de Salvador, Salvador. 1994.

TELES, A. M. & BAUTISTA, H. P. 2001 **Flora do Parque Metropolitano de Pituvaçu e seus arredores, Salvador, Bahia: Compositae** In: Resumos do 52º Congresso Nacional de Botânica. João Pessoa: Espaço Cultural José Lins do Rego. p. 235. 2001

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. 2008 **Limnologia**. São Paulo. Oficina de Textos. 635 p. 2008.

VELHO, L.F.M. et al, 2000. **On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Centropyxidae, Trigonopyxidae and Plagiopyxidae**. Acta Sci. Biol. Sci. Maringá. V.22, n.2, p. 365-374. 2000

VELHO, L.F.M., LANSAC-TÔHA, F.A. & BINI, L.M. 2003. **Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the upper Paraná River floodplain, Brazil**. Int. Rev. Hydrobiol. 88:154-166.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/iroh.200390011>
Acesso em: 30 de agosto de 2016.

ZINGEL, P. 2005. **Vertical and seasonal dynamics of planktonic ciliates in a strongly stratified hypertrophic lake**. *Hydrobiologia*, vol. 547, no. 1, pp. 163-174. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-005-4157-7>.
Acesso em 04 de agosto de 2017.

WETZEL, R.G. 2001. **Limnology: lake and river ecosystems**. 3th ed. San Diego: Academic Press.

WHITFIELD, J. 2001. **Vital signs**. Nature, 411 (28): 989-990. 2001

CAPÍTULO 3

*Protistas heterotróficos como ferramenta para avaliação da qualidade da água –
Protocolo técnico para identificação de bioindicadores.*

Heterotrophic Protists as a Tool for Water Quality Assessment - Technical
Protocol for Identification of Bioindicators.

Paulo Tadeu Silva Costa¹, Marcelo Cesar Lima Peres²

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi realizar estudos para seleção de indicadores biológicos de qualidade de água a partir de populações de protistas heterotróficos (flagelados, ameboides e ciliados), tendo como produto final um modelo de protocolo a ser seguido tecnicamente pelos avaliadores de qualidade de águas superficiais e acadêmicos em estudos científicos. A área de estudo que serviu de referência para a construção do protocolo foi o reservatório urbano (Lagoa de Pituaçu), em Salvador (BA), localizado dentro de um fragmento de Mata Atlântica. A construção do protocolo consistiu na consulta a dados publicados na área de estudo e a elaboração de uma lista de *taxa* identificados com suas principais características morfológicas e de bioindicação. O protocolo foi organizado com uma tabela de cálculo com pontuação, envolvendo os gêneros de protistas heterotróficos, do mais sensível, aqueles com pouca frequência nas amostras, aos mais tolerantes com maior frequência. A tabela apresentou *taxa* como *Blepharisma*, *Chilodonella*, *Halteria* e *Oxytricha* (Ciliophora) com uma pontuação máxima igual a 5 e classificados como sensíveis, enquanto alguns *taxa* como *Aspidisca*, *Tetrahynema* (Ciliophora), *Bodo* (Euglenozoa), *Centropyxis* (Amebozoa) e *Actinosphaerium* (Heliozoa), com pontuação mínima de 1 e definidos como tolerantes. Diversos *taxa* entre 1 e 5 pontos foram listados, entre eles: *Vorticella* (Ciliophora), *Arcella* (Amebozoa) e *Peranema* (Euglenozoa). No final foi apresentado um índice de avaliação da qualidade da água dos organismos identificados na lagoa de Pituaçu. A pesquisa ampliou o conhecimento sobre os diversos *taxa* presentes em lagos e reservatórios de zonas tropicais, especialmente no bioma da mata atlântica.

Palavras-chave: Monitoramento. Bioindicação. Protocolo. Protozoários.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out studies to select biological indicators of water quality from populations of heterotrophic protists (flagellates, ameboids and ciliates), having as final product a protocol model to be followed technically by surface water quality assessors and academics in scientific studies. The study area that served as reference for the construction of the protocol was the urban reservoir (Lagoa de Pituaçu), in Salvador (BA), located inside a fragment of Mata Atlântica. The construction of the protocol consisted of consulting data published in the study area and drawing up a list of *taxa* identified with their main morphological and bioindication characteristics. The protocol was organized with a scoring table, involving the heterotrophic protists, the most sensitive, those with infrequent frequencies in the samples, the most tolerant ones with the highest frequency. The table presented *taxa* like Blepharisma, Chilodonella, Halteria and Oxytricha (Ciliophora) with a maximum score equal to 5 and classified as sensitive, while some *taxa* like Aspidisca, Tetrahynema (Ciliophora), Bodo (Euglenozoa), Centropyxis (Amebozoa) and Actinosphaerium (Heliozoa), with a minimum score of 1 and defined as tolerant. Several *taxa* between 1 and 5 points were listed, among them: Vorticella (Ciliophora), Arcella (Amebozoa) and Peranema (Euglenozoa). At the end, a water quality assessment index of the organisms identified in the Pituaçu lagoon was presented. The research expanded knowledge about the various *taxa* present in lakes and reservoirs in tropical areas, especially in the Mata Atlântica biome.

Key words: Monitoring. Bioindication. Protocol. Protozoa.

1 INTRODUÇÃO

De maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 13,7% da água doce do mundo, mas assim como nos continentes essa disponibilidade não é uniforme, no entanto a desigualdade brasileira existente, no tocante a disponibilidade dos recursos hídricos, aliada com o desmatamento, o lançamento de esgotos em rios e córregos, a expansão desordenada dos centros urbanos e a gestão inadequada dos ecossistemas aquáticos, terminam por gerar problemas que conduzem a escassez do recurso (BARROS; AMIN, 2008). A sobrevivência da espécie humana depende desse recurso natural para a produção de alimentos, higiene, geração de energia e entretenimento, mas ao longo de gerações essa relação mudou e o uso indiscriminado sem avaliar as consequências ambientais resultou na queda da qualidade e da quantidade do recurso. Segundo Costa et al (2009), é notório que o aumento do impacto antrópico sobre os ecossistemas aquáticos vem acelerando o processo de eutrofização, comprometendo os usos múltiplos de água dos lagos e reservatórios no Brasil e no mundo, portanto se faz necessário um monitoramento dos lagos artificiais brasileiros que estão sujeitos às alterações climáticas como a seca e ao mau uso dos seus recursos.

É fundamental em um plano de monitoramento da qualidade da água, a análise de variáveis físicas, químicas e biológicas, de modo que estas respondam o estado atual de um ecossistema aquático monitorado e determine as possíveis alterações vindouras desse meio.

Muitos especialistas (WHITFIELD, 2001; BUSS et al., 2003; GOULART & CALISTO, 2003; DEBASTIANI et al. 2016) argumentam que as metodologias tradicionais, que usam variáveis abióticas ou indicadores físicos e químicos, não são suficientes para atender aos diversos usos da água, sendo inclusive deficiente na avaliação ecológica do ecossistema. Segundo Goulart & Calisto (2003), o monitoramento físico e químico da água é pouco eficiente na detecção de alterações na diversidade de habitats e micro habitats e insuficiente na determinação das consequências da alteração da qualidade de água sobre as comunidades biológicas, enquanto Debastiani et al. (2016), diz que esses indicadores físicos e químicos, isolados da análise da comunidade biótica, não fornecem evidência suficiente para avaliar completamente a qualidade da água.

O termo indicador é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. Normalmente um indicador é utilizado como um pré-tratamento aos dados originais. De acordo com a CETESB (2011), existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. No entanto, não existe indicador único que sintetize todas as variáveis de qualidade de água, ou seja, geralmente são usados índices para usos específicos como o abastecimento público, preservação da vida aquática ou recreação de contato primário (balneabilidade).

Os parâmetros ou indicadores biológicos se baseiam nas respostas dos organismos em relação ao meio que vivem, sendo a base dos índices biológicos, onde as espécies são escolhidas por sua sensibilidade ou tolerância as alterações no meio aquático, como poluição orgânica ou outros tipos de poluentes (BUSS et al. 2003). O monitoramento biológico permite, até certo ponto, antecipar impactos, avaliar o risco ecológico e as consequências dos impactos, sendo fundamental o conhecimento básico dos ecossistemas e dos índices de diversidade aplicados às comunidades planctônicas ou do nécton (TUNDISI, 2008).

“Os indicadores biológicos são muito úteis por sua especificidade em relação a certos tipos de impacto, já que inúmeras espécies são comprovadamente sensíveis a um tipo de poluente, mas tolerantes a outros” (WASHINGTON, 1984). Segundo a CPRH (2011), o uso de indicadores biológicos tende a ser valorizado, mas seu uso requer que se tenham condições de descrever a biota envolvida, bem como detectar e interpretar diferenças entre o que se espera que exista ou ocorra e o que é observado.

A percepção de que informações sobre organismos aquáticos podem ser usadas como indicadores da condição da água teve reflexo na legislação brasileira no que diz respeito ao estabelecimento de diretrizes para a avaliação e a conservação dos ecossistemas aquáticos, como a Lei 9.433/97 (“Lei das Águas”) e a Resolução Conama 357/05 (BUSS et al., 2008).

As comunidades de protistas heterotróficos surgem como ferramentas fundamentais no auxílio e determinação da qualidade de água e podem ser usados como bioindicadores robustos em ecossistemas de água doce (JIANG et al., 2007; SHI et al., 2009; TAN et al., 2010; SHI et al., 2012). Os protistas

heterotróficos são em termos qualitativos, os mais importantes consumidores de microrganismos (principalmente microalgas e bactérias) nos ambientes aquáticos, e, por isso controlam a abundância destes (FENCHEL, 1986; BERNINGER et al., 1991; SHERR; SHERR, 1994; MEDEIROS, 2012). Os ciliados são amplamente distribuídos e empregados como indicadores de qualidade de água, sendo também utilizados para clarificação de água em unidades de tratamento de esgoto (BRUSCA & BRUSCA, 2007). As amebas testáceas são bem sensíveis a variações de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, além do sedimento (SCOTT et al., 2001) com isso, as amebas são utilizadas como indicadores de grau de trofia de lagos e lagoas, enquanto os heliozoários apesar de serem frequentes no plâncton, são encontrados primariamente na região bentônica (ESTEVES, 2011). Já os flagelados heterotróficos, podem, sozinhos, consumir toda a produção de bactérias no ambiente aquático (FENCHEL, 1986; BERNINGER et al., 1991; SHERR & SHERR, 1994; MEDEIROS, 2012).

A pesquisa teve por finalidade a realização de estudos para seleção de indicadores biológicos de qualidade de água a partir de populações de protistas heterotróficos (flagelados, ameboides e ciliados), tendo como produto final um modelo de protocolo a ser seguido tecnicamente pelos avaliadores de qualidade de águas superficiais. Para se chegar a esse produto foi necessário: identificar taxonomicamente os diversos representantes da comunidade de protistas heterotróficos observados (capítulo 1 dessa dissertação), associar a presença e a frequência desses com as variáveis abióticas encontradas no reservatório (Lagoa de Pituaçu) (capítulo 2 dessa dissertação), definir os táxons mais sensíveis ou tolerantes analisados e construir um protocolo com esses indicadores estudados.

A aplicação da pesquisa no âmbito científico corrobora com o conhecimento e a identificação das diversas espécies que compõem a comunidade de protozoários de vida livre de lagos e reservatórios em zonas tropicais, assim como a relação entre essas espécies e o meio abiótico estudado. Quanto ao meio institucional os estudos podem contribuir com um melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos, a partir de um protocolo significativo de controle da qualidade da água, servindo tecnicamente aos avaliadores e fiscalizadores dos órgãos gestores de água. A apresentação desse

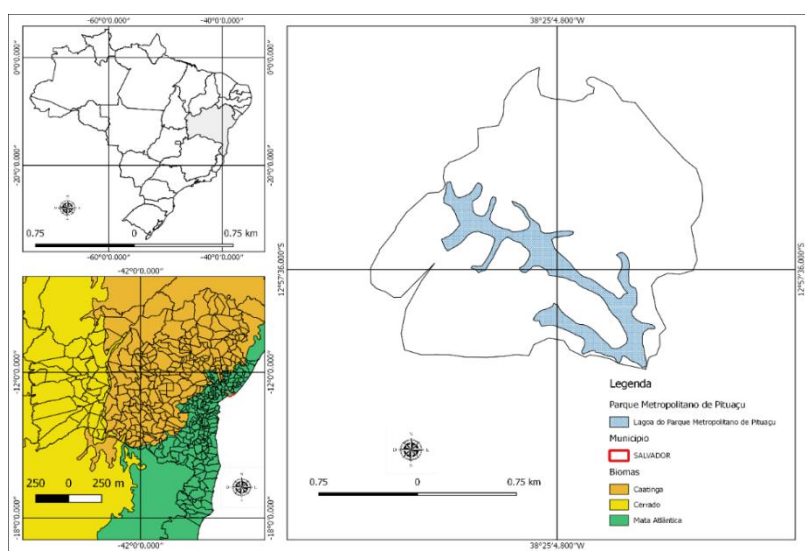
protocolo de controle de qualidade biológica da água permitirá um melhor posicionamento nas políticas públicas e intervenções ambientais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa de Pituvaçu (Figura 1) foi a área escolhida como referência para a construção do protocolo. A lagoa está situada entre as coordenadas geográficas 12° 56' S e 38° 24' W, dentro do Parque Metropolitano de Pituvaçu, uma unidade de conservação segundo o decreto municipal nº 5.158/77 e criada como parque pelo decreto estadual 23.666/73, com atualmente 392 hectares, em uma área urbana dentro do município de Salvador, estado da Bahia.

Figura 1 - Localização da área de estudo, Reservatório de Pituvaçu, Salvador-Bahia, Brasil.



Fonte: Mapa elaborado por Costa, P.T.S. & Lopes, M.V.A. (2017)

Apesar de o parque ser um fragmento de Mata Atlântica (TELES & BAUTISTA 2001), sofre diversas ações antrópicas, como por exemplo, atividade de pesca clandestina, lançamento de esgotos na lagoa, destruição da mata ciliar, tráfego intenso de moradores e introdução de animais silvestres (OLIVEIRA ALVES et al, 2005). A lagoa é um reservatório urbano que possui aspectos fisionômicos conservados na sua poligonal, assim como aspectos antropizados, o que nos permite observar protistas heterotróficos na microbiota aquática com sensibilidade ou tolerantes às mudanças do meio.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A construção desse artigo e do protocolo consistiu na consulta aos dados anteriormente pesquisados: (1) composição taxonômica da comunidade de protistas heterotróficos e a (2) associação das variáveis abióticas com a composição e distribuição dos protistas heterotróficos do reservatório. Em seguida, foram listados os táxons identificados e suas principais características morfológicas e ecológicas. O potencial de bioindicação de cada táxon foi avaliado por suas características ecológicas e sua identificação através de caracteres morfológicos e imagens representativas.

As descrições dos caracteres morfológicos acompanharam a referência de Patterson (1996) em “Free-living freshwater protozoa: a colour guide”, enquanto as características para bioindicação seguiu Foissner & Berger (1997) para os ciliados e o site “Microworld – world of amoeboid organisms” (SIEMENSMA, 2017) para os amebóides. As imagens representativas foram extraídas do site “Protist Information Server”.

A finalização desse trabalho se deu com a elaboração de um protocolo com os protistas heterotróficos identificados na pesquisa e descrições técnicas de bioindicação, além de imagens dos organismos obtidas de um banco de dados eletrônico denominado “*Protist Information Server*”.

O procedimento para a elaboração do protocolo envolveu os protistas heterotróficos identificados a nível de gênero, utilizando a presença ou ausência destes nas amostras. Os organismos mais frequentes foram enquadrados como mais tolerantes e os menos frequentes como mais sensíveis, sendo que os mais sensíveis recebem as pontuações maiores. Com isso os 5 filos (Ciliophora, Euglenozoa, Amebozoa, Cercozoa e Heliozoa) foram distribuídos em uma escala de 5 pontos, seguindo um gradiente de maior tolerância (1 ponto) a menor tolerância (5 pontos) à poluição orgânica. Cada gênero identificado em cada filo se fez correspondido a uma pontuação de 1 a 5 dentro de uma tabela de cálculo, onde foi classificado segundo a qualidade da água da amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram listados 39 táxons de protistas heterotróficos que servirão de referências para uma análise técnica da qualidade da água e melhor identificação microscópica dos organismos.

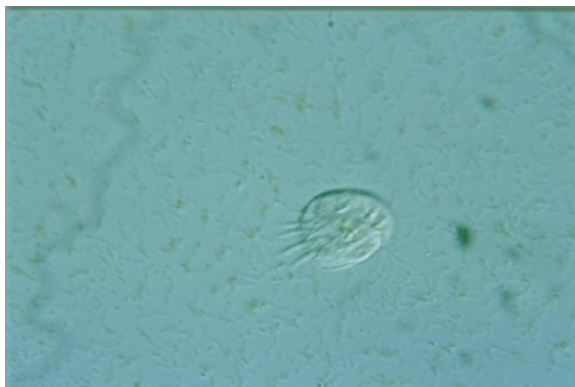
3.1 Descrições dos *taxa* e sua bioindicação

Aspidisca sp. Ehrenberg, 1830

Identificação: Pequeno, ovoide; Lado dorsal convexo; lado ventral achatado; superfície dorsal rígida; zona adoral reduzida ou rudimentar; macronúcleo em forma de U ou ferradura ou em duas partes arredondadas. Nenhum cirro marginal ou caudal; gênero comum. Célula achatada com um pequeno número de cirros proeminentes na superfície ventral; estruturas de alimentação não são óbvias. Os cirros transversais são relativamente fáceis de ver. O vacúolo contrátil posterior ao cirro transversal.

Bioindicação: é um bacterívoro, que se sustenta pelo crescimento bacteriano no corpo d'água e vivem em ambientes de alta concentração de matéria orgânica, elevada temperatura, condutividade e sólidos totais dissolvidos. Potenciais bioindicadores de poluição orgânica.

Figura 2 - *Aspidisca*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Blepharisma sp Perty, 1849

Identificação: Alongado, ovoide; o ápice anterior geralmente se curva sobre o perístoma; não contrátil. Na frente do citóstoma, uma membrana ondulada de duas camadas na borda direita; vacúolo contrátil e citopígio terminal; coloração rosa.

Bioindicação: Ciliado com característica de canibalismo, o que proporciona aumento de tamanho, se alimentam de outros ciliados, bactérias, algas e rotíferos. São marcadamente fotofóbicos, escondem-se da luz quando essa é intensa. A exposição à luz ou à fome faz com que eles percam a cor, mas as células profundamente pigmentadas podem até ser mortas por luz forte. Quando na escuridão e comida abundante tornam-se vermelhos. *B. americanum* apresentou alta sensibilidade ao cobre. A toxicidade derivada é potencialmente relevante para a rede alimentar microbiana em plantas de tratamento de águas residuais, uma vez que a água de esgoto geralmente contém quantidades consideráveis de metais tóxicos.

Figura 3 - *Blepharisma*



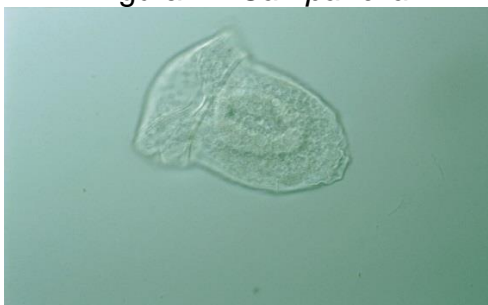
Fonte: Protist Information Server (2017)

Campanella Glodfuss, 1820

Identificação: Os cílios orais fazem 3 ou mais voltas ao redor do disco peristomial; célula contrátil; não possui haste.

Bioindicação: ciliado epífito, geralmente associado como suporte a uma alga verde, como a do gênero *Nitella*. Segundo Berger et al, (1997), *C. umbellaria* pode formar grandes colônias em águas poluídas.

Figura 4 - *Campanella*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Carchesium Ehrenberg, 1830

Identificação: Colonial; cada zooide possui um mionema contrátil separado.

Bioindicação: é um bom indicador de má qualidade da água. Têm altas taxas de colonização em ecossistemas eutróficos. Pode ser encontrado associado a macrófitas e invertebrados aquáticos.

Figura 5 - *Carchesium*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Chilodonella Strand, 1928

Identificação: Célula ovoide, larga e achatada dorsoventralmente; projeções de lóbulo largo à esquerda da célula; zona central sem cílios; superfície ventral plana, superfície dorsal arqueada, exceto para uma região anterior achatada; macronúcleo ovoide, 2 vacúolos contrácteis.

Bioindicação: Poderia ser uma espécie útil para indicação de boa qualidade de efluente (Lee et al, 2004). Espécies associadas a condições de nitrificação em plantas de lodo ativadas (Madoni et al, 1993) e com uma sensibilidade muito alta em metais pesados. (Madoni et al, 1996).

Figura 6 - *Chilodonella*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Coleps Nitzsch, 1827

Identificação: Forma celular de barril; com placas ectoplasmáticas dispostas regularmente; citóstoma na extremidade anterior, cercado por cílios ligeiramente mais longos; geralmente com projeção espinhosa na extremidade posterior; um ou mais cílios longos caudais. Macronúcleo ovóide, vacúolo contrátil posterior.

Bioindicação: Ciliado bacterívoro, presente em locais com distúrbios físicos e mudanças antropogênicas próximas. Presente em locais com alta temperatura (acima de 20°) e pH. Encontrados em ambientes moderadamente poluídos.

Figura 7 - *Coleps*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Colpidium Stein, 1860

Identificação: Reniforme, alongado; tipicamente com uma fila ciliar oral e ciliatura celular uniforme; citóstoma pequeno, triangular, 1/4 da extremidade anterior em direção ao lado direito. Às vezes, um cacho de cílios caudais curtos presentes. Vacúolo contrátil na metade posterior da célula. Macronúcleo ovoide, localizado centralmente com um micronúcleo adjacente.

Bioindicação: Normalmente encontrado em muitos ambientes de água doce, incluindo riachos, rios, lagos e lagoas em todo o mundo. É frequentemente encontrado habitando estações de tratamento de águas residuais. Esta espécie é utilizada como indicador da qualidade da água e do desempenho do tratamento de resíduos. Se alimenta de bactérias, *C. colpoda* é tipicamente encontrada em habitats de água doce altamente poluídos. Por esta razão, a presença de *C. colpoda* é muitas vezes vista como um indicador da má qualidade da água.

Figura 8 - *Colpidium*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Colpoda Muller, 1773

Identificação: Célula reniforme; dorsoventralmente achatada; borda direita da célula convexa, esquerda côncava; o sulco somático se origina na superfície dorsal, viaja ao redor do lado esquerdo para a entrada do vestígio na superfície ventral. Ciliatura uniforme em sulcos orientados longitudinal ou oblíquos. Vários entalhes que indicam sulcos ciliares, muitas vezes visíveis na parte pré-oral da borda esquerda da célula. Existe um arco em forma de ferradura de cílios bem ajustados à direita da entrada vestibular. Único macronúcleo arredondado com 1, 2 ou 3 micronúcleos. Vacúolo contrátil terminal único.

Bioindicação: Bacterívoro, encontrados em águas paradas e com grande quantidade de bactérias. Pode ser proveniente do solo úmido ao redor do reservatório.

Figura 9 - *Colpoda*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Didinium Stein, 1859

Identificação: Célula equipada com um prolongamento curto em forma de cone; o citóstoma se forma apenas quando se alimenta; A ciliatura somática é reduzida a duas bandas estreitas que circundam o corpo, uma equatorialmente e a outra

anterior; macronúcleo longo, salsicha ou em forma de ferradura. Vacúolo contráctil posterior.

Bioindicação: Carnívoro, predador de outros ciliados, pode ser visto comendo *Paramecium*, mas podem aparecer em águas com grande massa fitoplanctônica.

Figura 10 - *Didinium*



Fonte: Protist Information Server (2017)

***Dileptus* Dujardin, 1841**

Identificação: Alongado; prolongamento conspícuo; dois ou mais vacúolos contrácteis. Os vacúolos contrácteis geralmente ficam seguidos ao longo da superfície dorsal

Bioindicação: Alimentam-se de presas móveis, como ciliados e rotíferos, aparece em locais menos impactados.

Figura 11 - *Dileptus*



Fonte: Protist Information Server (2017)

***Epistylis* Ehrenberg, 1830**

Identificação: Colonial; sem lorica; Menos de 3 voltas de cílios orais. Célula em forma de sino invertido montado sobre haste ramificado não-contrátil. Pode parecer *Vorticella*, mas *Epistylis* não pode subir e descer porque não têm mionemas, as fibras que atuam como músculos. *Epistylis* não se move muito. Geralmente colonial dicotômico.

Bioindicação: Come pequenas partículas e bactérias que varre com o seu anel superior de cílios. Encontrado como epibionte de crustáceos e peixes

(inquinismo). É tolerante a poluição da água. Em ambientes com alta concentração de matéria orgânica tem crescimento exagerado, podendo prejudicar seus hospedeiros. Fortemente relacionado a poluição orgânica.

Figura 12 - *Epistylis*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Euplotes Ehrenberg, 1830

Identificação: Célula ovoide, inflexível; Superfície ventral achatada, superfície dorsal convexa; perístoma amplamente triangular. Três grupos de cirros (frontoventral, transversal e caudal); macronúcleo em forma de C e um micronúcleo adjacente. Citóstoma se abre em um canal ou via de passagem, a citofaringe. Cirros que podem usar não só para nadar, mas para caminhar ao longo de superfícies.

Bioindicação: Bacterívoros, encontrado em ambientes eutrofizados e em estações de tratamento de lodo ativado. Típicos de ambientes poluídos.

Figura 13 - *Euplotes*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Frontonia Ehrenberg, 1838

Identificação: Forma da célula alongada ao oval, mais ou menos achatada dorsoventralmente, arredondada em ambos os polos e geralmente mais larga na frente. Existe uma membrana ondulada à direita da abertura e 3 membranelas na esquerda, correndo juntas ao longo da margem da abertura. A borda esquerda é mais curva do que a borda direita; ectoplasma com numerosos tricocistos fusiformes; macronúcleo oval; um a vários micronúcleos.

Bioindicação: É capaz de ingerir grandes presas como diatomáceas, algas filamentosas e amebas testáceas, encontrada em água corrente e estagnada ao longo do ano, vivendo em sedimentos a profundidades de até cinco centímetros, e também em plâncton, raros em pântanos, estuários e estações de tratamento de esgoto. Pode ser encontrada em diversos ambientes e tolera grandes variações de parâmetros físicos e químicos.

Figura 14 - *Frontonia*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Halteria Dujardin, 1841

Identificação: Esférico ou amplamente fusiforme; a borda anterior possui uma zona adoral conspícua. Célula circular ou globular; cílios (cirros) longos e rígidos situados equatorialmente; coroa de cílios na porção anterior do corpo; locomoção saltatória bastante comum. Pequenos com até 50 μm de comprimento.

Bioindicação: Come bactérias, algas e pequenos protistas. Cosmopolita e comumente encontrada em água parada, aparentemente podem encistar-se e encontrados em solos úmidos. Esta foi uma das espécies mais comumente encontradas em uma variedade de condições de água, desde o fluxo até ao rápido fluxo. Pode ser visto em águas limpas.

Figura 15 - *Halteria*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Lacrymaria Bory de St Vicent, 1826

Identificação: Célula longa em forma de balão; ápice em forma de bulbo, com vários cílios oblíquos; contrátil, com um prolongamento contrátil longo; citóstoma redondo; linhas ciliares meridionais ou espirais à direita. A célula é completamente coberta por cílios uniformes (mais curtos do que aqueles no prolongamento) que surgem de cinetias longitudinais ou espirais. Macronúcleo em 1, 2 ou raramente em várias partes. Vacúolo contrátil na extremidade posterior.

Bioindicação: Predadores, mas se alimentam de algas e detritos. É encontrada em águas marinhas e frescas, sendo comum em águas transitórias. Vivem em águas com pouca ou média concentração de matéria orgânica.

Figura 16 - *Lacrymaria*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Loxodes Ehrenberg, 1830

Identificação: Célula longa, plana, com prolongamento anterior semelhante a um bico; área oral em sulco ventral longo por trás das vesículas do prolongamento em endoplasma; área oral redonda. Célula comprimida

lateralmente na região anterior e menos na parte posterior. Ciliatura principalmente restrita à superfície direita (superior), reduzida na superfície esquerda (inferior). Muitos tricocistos presentes que dão uma tonalidade acastanhada a célula. Vacúolo contrátil único na região posterior. Macronúcleo em 1, 2 ou mais partes vesiculares.

Bioindicação: Come bactérias, algas e pequenos protistas. São típicos de ambientes muito poluídos. Organismos anaeróbicos com bactérias sulfurosas como simbiontes indicadores da presença de hidrogênio sulfurado na água. Segundo Esteves (1998) as bactérias sulfúricas heterotróficas ocorrem principalmente na superfície dos sedimentos, onde as condições de redução são mais favoráveis e aparecem em grandes densidades em ambientes altamente poluídos.

Figura 17 – *Loxodes*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Metopus Claparède and Lachmann, 1858

Identificação: Célula oblonga ou fusiforme; perístoma conspicuo, começando na extremidade anterior e atingindo o meio do corpo; vacúolo terminal contrátil; macronúcleo ovoide alongado.

Bioindicação: Anaeróbios, associados a bactérias sulfurosas. Aparece em ambientes altamente poluídos.

Figura 18 - *Metopus*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Oxytricha Bory de St Vicent, 1825

Identificação: Elipsoide; flexível; superfície ventral achatada; superfície dorsal convexa; 8 cirros frontais, 5 cirros ventrais, 5 cirros transversais, cirro caudal curto. Cavidade oral não ampla; macronúcleos ovais; cirro confluyente marginal na extremidade posterior; célula lateralmente flexível.

Bioindicação: Associada a ambientes não poluídos ou com pouca concentração de matéria orgânica. Alimentam-se de bactérias, algas, diatomáceas, cianobactérias e outros protistas. Preferem águas estagnadas e águas fluidas. Bentônicos. Podem ser encontradas espécies de pouca a grande concentração de matéria orgânica na água.

Figura 19 - *Oxytricha*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Paramecium Muller, 1773

Identificação: Em forma de charuto ou em forma de chinelo; um único macronúcleo e 1 a vários micronúcleos vesiculares ou compactos. Anteriormente arredondado ou obliquamente truncado, posteriormente arredondado ou cônico; célula assimétrica devido a uma depressão da superfície ventral (sulco oral) que corre do ápice da célula para o meio; abertura oral (citóstoma) na sua extremidade posterior; ciliatura somática uniforme; batimento ciliar é oblíquo ao eixo longitudinal do corpo; um ou mais vacúolos contrácteis presentes; macronúcleo ovoide ou reniforme.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias, algas e diatomáceas. Preferem águas estagnadas, águas fluidas e estações de tratamento de esgoto. Podem ser vistos em grande número em fluxos de água e em locais com baixos níveis de oxigênio. Habita águas de média a grande concentração de matéria orgânica.

Figura 20 - *Paramecium*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Spirostomum Ehrenberg, 1833

Identificação: Célula fechada na extremidade posterior; Cinetias espirais quando o corpo contrai. Membrana ondulante ausente; canal lacunar de vacúolo contrátil. Célula altamente alongada, muitas vezes sem fim, grande, cilíndrico ou achatado. O polo apical arredondado ou com uma pequena projeção semelhante ao bico para a esquerda e o polo terminal geralmente truncado. Normalmente não pigmentado, mas alguns aparecem de amarelo a marrom. Vacúolo contrátil com um canal único que conduz à frente. O macronúcleo pode ser esférico, alongado ou moniliforme. Com alto grau de contratilidade e torção celular.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias, algas, diatomáceas e flagelados. São frequentemente encontrados em água com baixos níveis de oxigênio e também podem ser encontrados em sedimentos ricos em sulfetos de hidrogênio em água fresca e salobra. Preferem águas estagnadas e fluidas. Formas bentônicas e planctônicas. São vistos em águas poluídas.

Figura 21 - *Spirostomum*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Stentor Oken, 1815

Identificação: Quando estendido, em forma de trombeta ou cilíndrica; altamente contrátil; campo frontal peristomial visível; vacúolo contrátil anterior-esquerdo. O fim mais estreito da célula pode ser anexado ao substrato por um tempo de espera temporário e o hábito sedentário é o seu modo de vida habitual.

Bioindicação: Eles consomem bactérias, flagelados, algas, outros ciliados e rotíferos. Preferem águas estagnadas e fluidas. Podem sobreviver por curtos períodos sob condições anóxicas. Eles muitas vezes parecem verdes, devido a algas simbióticas que vivem dentro delas. São encontradas espécies como perifíton, bentônicos ou planctônicos. As águas geralmente possuem uma média concentração de matéria orgânica.

Figura 22 - *Stentor*



Fonte: Protist Information Server, (2017)

Stylonychia Ehrenberg, 1830

Identificação: Cirros marginais não confluentes na extremidade posterior, cavidade oral ampla, expansiva; cirros caudais (geralmente 3) proeminentes. Célula ovoide ou alongada, inflexível. Cirro frontoventral fortemente desenvolvido e cirro transversal presente; três longos cílios caudais rígidos; superfície dorsal ornamentada por curtas filas de cirros; dois macronúcleos.

Bioindicação: São na maioria omnívoros. Preferem águas estagnadas e fluidas. Muitos são bentônicos e planctônicos, poucos vivem no perifíton. Habitam águas com média concentração de matéria orgânica. Ciliado comum.

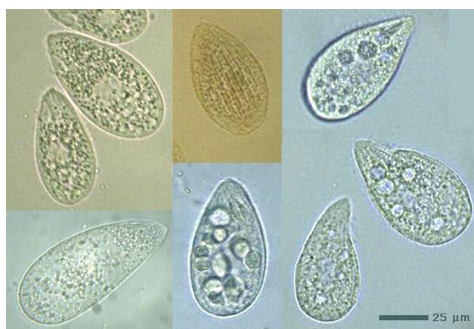
Figura 23 – *Stylonychia*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Tetrahymena Furgason, 1940

Identificação: Pequeno, ovoide ou piriforme, com extremidade afunilada anterior e citóstoma anterior, uma membrana ondulada à direita e três pequenas membranelas à esquerda. Ciliatura somática completa; um vacúolo contrátil terminal, um macronúcleo esférico central.

Bioindicação: Come bactérias e pequenas partículas. Este é um dos ciliados mais estudados, isto é, comumente usados em laboratórios para fazer estudos de genética e experiências de fisiologia porque é fácil de crescer e não vai morrer facilmente. Preferem águas estagnadas, fluidas e estações de tratamento de esgoto. São bentônicos e vivem em águas com grande concentração de matéria orgânica, assim vistos como águas poluídas. Presentes em águas superficiais com elevadas temperaturas e alta condutividade elétrica.

Figura 24 - *Tetrahymena*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Urocentrum Nitzsch, 1827

Identificação: Célula curta, cilíndrica; Cílios com duas faixas distintas e um tufo distinto na extremidade posterior. Ciliado em forma de barril de tamanho médio com extremidades largamente arredondadas e cintura ligeiramente equatorial, estreitando ligeiramente para trás. Vacúolo contráctil posterior, alimentado por 4 canais longos. Macronúcleo em forma de ferradura.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias e diatomáceas. Preferem águas estagnadas e fluidas. Podem ser bentônicos, planctônicos ou perifíton. Vivem em águas com média concentração de matéria orgânica.

Figura 25 - *Urocentrum*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Uroleptus Ehrenberg, 1831

Identificação: Célula alargada, esticada em uma porção semelhante a uma cauda; 3 cirros frontais; 2-4 linhas de cirros ventrais; marginais; sem cirros transversais. Cirros frontoventrais em filas de zig-zag; metade posterior estreitada semelhante a uma cauda.

Bioindicação: Possui dieta variada, desde bactérias até flagelados heterotróficos. Encontrados em águas estagnadas e fluidas. Vivem no perifíton e bentos. Preferem águas com moderada concentração de matéria orgânica.

Figura 26 - *Uroleptus*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Uronema Dujardin, 1841

Identificação: Ovoide, piriforme ou alongado; citóstoma pequeno logo acima do equador; cílio caudal; ciliatura somática bipolar. Vacúolo contrátil simples na metade posterior da célula. Macronúcleo na parte anterior da célula, mas não apical.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias e flagelados heterotróficos. Preferem águas do tipo estagnada e fluidas. Vivem no bento, no plâncton e no perifíton. Pode ser observado em meios de moderada a muita concentração de matéria orgânica.

Figura 27 - *Uronema*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Urostyla Ehrenberg, 1830

Identificação: Com 2 ou mais fileiras de cirros marginais à direita. Elipsoide; flexível; arredondado posteriormente. Ovoide a alongado, com grande número de linhas ventrais de cirros (fileiras); cirro transversal presente; cirros frontais indiferenciados dos ventrais.

Bioindicação: Ciliado omnívoro. Encontrado em águas estagnadas e fluidas. São bentônicos e vivem em águas com quantidade moderada de matéria orgânica.

Figura 28 - *Urostyla*



Fonte: Protist Information Server, (2017)

Vorticella Linnaeus, 1767

Identificação: Solitário, mas muitas vezes gregário; mionema contínuo dentro do comprimento completo da haste. Célula em forma de sino invertido carregado sobre uma haste contrátil, que contém uma corda ou mionema parecido com músculo contrátil sinusoidal, o que faz com que a contração ocorra de forma espiral e sem zigue-zague. Possui cavidade bucal distinta. Vida séssil. *Vorticella* gosta de viver em grupos, mas na verdade não se conectam como *Epistylis*.

Bioindicação: Pode ser encontrado em uma variedade de condições, mas geralmente são mais numerosos em áreas poluídas. As bactérias são a principal fonte de alimento, mas também consomem algas e detritos. Preferem águas estagnadas, fluidas e estações de tratamento de esgoto. A maioria das espécies vivem no perifíton, algumas são bentônicas e raras são planctônicas. Vivem em águas com quantidade moderada a muito concentrada de matéria orgânica. Fortemente relacionada a poluição orgânica.

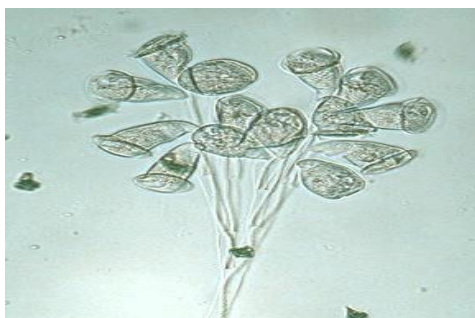
Figura 29 - *Vorticella*

Fonte: Protist Information Server (2017)

***Zoothanium* Bory, 1826**

Identificação: Colonial. Zooides em forma de sino invertido, carregados sobre uma haste ramificada contrátil que se dobra de forma zigue-zague (não em espiral) por meio de um mioelma contínuo. Isso fica mais centralmente dentro da haste e não é sinusoidal quando relaxado.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias e diatomáceas e são encontrados em águas estagnadas e fluidas. Habitam preferencialmente o perifíton e vivem em águas com moderada concentração de matéria orgânica.

Figura 30 - *Zoothanium*

Fonte: Protist Information Server (2017)

Filo Heliozoa

Célula com movimento ameboide. Heliozoa contém axópodo radialmente dispostos.

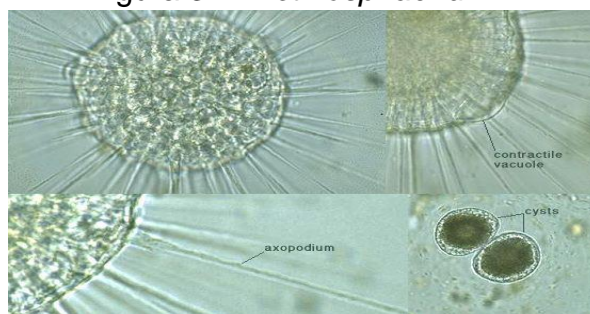
***Actinosphaerium* Stein, 1857**

Identificação: Os braços (axópodos) se afinam da base em direção às pontas distal. Os axópodos passam por uma camada periférica de grandes vacúolos

para terminar ou perto de um núcleo. Os núcleos estão em uma camada logo abaixo dos vacúolos periféricos. São maiores que *Actinophrys*.

Bioindicação: Eles são os heliozoários mais comuns em água doce e são especialmente frequentes em lagos e rios. Alimentam-se de pequenos flagelados, ciliados e algas. São organismos flutuantes de água doce e habitam águas ricas em matéria orgânica.

Figura 31 - *Actinosphaerium*



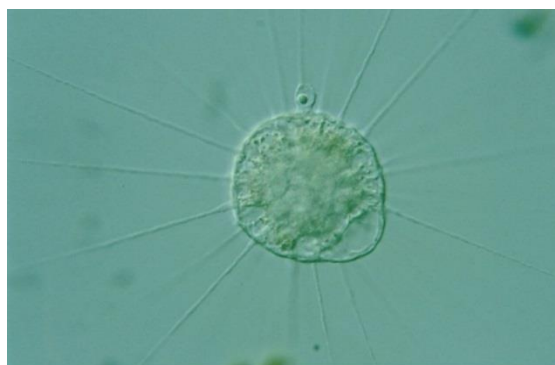
Fonte: Protist Information Server (2017)

Actinophrys Ehrenberg, 1830

Identificação: Esferoidal; citoplasma altamente vacuolizado, especialmente ectoplasma. Núcleo central; um a muitos vacúolos contrácteis; axópodos retos, numerosos, os filamentos axiais terminam na superfície do núcleo.

Bioindicação: São flutuantes de água doce e frequentes em águas de lagos e rios. Vivem em águas com moderada concentração de matéria orgânica. Alimentam-se de outros protistas e algas. São menores que *Actinosphaerium*.

Figura 32 - *Actinophrys*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Filo Amoebozoa

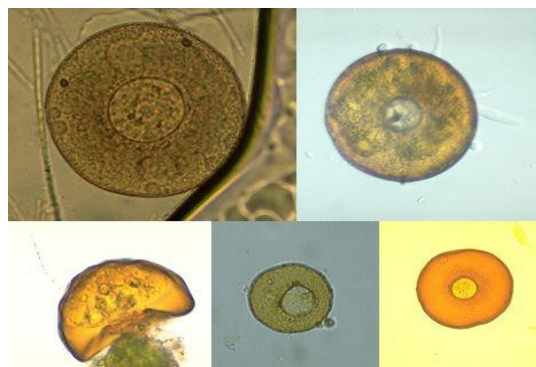
Forma celular com movimento ameboide. Amoebozoas contém pseudópodos obtusos ou filiformes. São amebas com ou sem testas.

Arcella Ehrenberg, 1832

Identificação: Testa incolor, amarelo ou marrom; circular ou ovóide; em vista lateral variando do plano convexo ao hemisférico; superfície lisa ou pontilhada, mas pode ser moldada para ter facetas angulares, às vezes se desenvolve em espinhas ou proeminências; parede composta por numerosos alvéolos feitos de um material proteínico, dispostos em uma ou mais camadas; abertura central, circular, com colar pequeno, geralmente invaginado e ocasionalmente cercado por poros. A ameba tem pseudópodes lobópodos. A organela mais proeminente dentro do citoplasma é o núcleo.

Bioindicação: Alimentam-se de diatomáceas, algas e pequenos protistas. Predomina em ambientes com elevada taxa de matéria orgânica. Agem como indicadores biológicos de boas condições de depuração do esgoto. Vivem em águas estagnadas entre algas e macrófitas aquáticas. Comum em águas de lagoa com alta condutividade elétrica, temperatura e sólidos totais dissolvidos.

Figura 33- *Arcella*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Centropyxis Stein, 1857

Identificação: Testa circular, ovoide ou discoide; com ou sem espinhos; testa incolor, amarelo ou marrom; em vista lateral arredondada para trás e afunilada em direção à borda anterior, que muitas vezes possui uma margem recurvada, espinhas cônicas às vezes presentes nas margens laterais; superfície pontilhada ou áspera; abertura subterminal ou ocasionalmente central, circular ou oval e invaginado.

Bioindicação: Podem ser consideradas como tolerantes aos estresses ambientais, sendo muito comuns em ambientes aquáticos poluídos e/ou perturbados. Vivem no fluxo de valas e lagos e associados a musgos.

Figura 34 – *Centropyxis*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Diffflugia LeClerc, 1815

Identificação: Testa incolor, amarelo ou marrom; circular, ovoide, piriforme ou acuminado; composto de partículas minerais aglutinadas e fístulas de diatomáceas; abertura terminal, circular ou lobada, às vezes com uma borda orgânica.

Bioindicação: As espécies de *Diffflugia* vivem em habitats diversos. Muitas espécies são comuns em sedimentos de água doce ou entre plantas aquáticas; outros são planctônicos com uma fase bentônica durante o inverno; alguns vivem em musgos secos e no solo. Os lagos de diferentes estados tróficos (eutróficos, distróficos ou oligotróficos) possuem espécies dominantes de *Diffflugia*. Alimentam-se principalmente de algas e fungos. Pequenas espécies também podem comer bactérias.

Figura 35 - *Diffflugia*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Filo Cercozoa

Células nuas, com revestimentos de escamas ou placas silicosas ou ainda orgânicas. Inclui organismos diversos, como amebóides e flagelados, que se alimentam através de filópodes.

Euglypha Dujardin, 1841

Identificação: A abertura é terminal. Algumas espécies têm espinhas, bem como placas. Os pseudópodes das células vivas são filópodes e emergem da abertura apical única. A testa é composta de sobreposições, escalas planas e silicosa. Nesta espécie, algumas das escalas são espinhosas. Teca incolor; ovóide, oval ou circular em seção transversal.

Bioindicação: Vivem entre musgos e macrófitas aquáticas. São comuns em solos, pântanos e outros ambientes ricos em orgânicos, alimentando-se de organismos pequenos, como bactérias.

Figura 36 - *Euglypha*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Filo Euglenozoa

Corpo celular com um ou vários flagelos, sem cloroplastos, com nutrição heterotrófica.

Anisonema Dujardin, 1841

Identificação: Este gênero é assim chamado porque parece ter dois flagelos proeminentes que são desiguais em largura e comprimento. O flagelo anterior é o mais frágil dos dois, batendo normalmente. O flagelo recorrente é muito mais amplo e faz um rastro ao longo do solo à medida que a célula se move. Morfologicamente a característica distintiva mais clara é o gancho que o flagelo recorrente se forma depois de deixar o bolso do flagelo. As células vivas também podem se distinguir de outros gêneros porque o flagelo recorrente pode se

contrair para empurrar a célula para trás. Nenhum aparelho de ingestão está visível.

Bioindicação: Encontrada em vários ambientes de água doce, entre algas e macrófitas aquáticas e com moderada concentração de matéria orgânica.

Figura 37 - *Anisonema*



Fonte: Protist Information Server, (2017)

Bodo Ehrenberg, 1832

Identificação: Pequeno, ovoide; citóstoma anterior na ponta de um curto rostro que é ventral ou paralelo ao bolso flagelar; núcleo central ou anterior, flagelo conectado com dois blefaroplastos em algumas espécies. Com dois flagelos; um dirigido anteriormente e o outro posterior, posterior (flagelo recorrente); flagelo originado na extremidade anterior; um a vários vacúolos contrácteis.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias. Táxon comum em habitats de água doce. Toleram ambientes com baixos teores de oxigênio. Vivem em águas estagnadas e podem ser encontrados em estações de tratamento de esgoto. Indicador de zonas de poluição e de águas de moderada a alta concentração de matéria orgânica, elevada temperatura, condutividade e sólidos totais dissolvidos.

Figura 38 - *Bodo*



Fonte: Protist Information Server (2017).

Entosiphon (Dujardin) Stein, 1878

Identificação: Oval, achatado; mais ou menos rígido; células possuem um flagelo anterior e um segundo flagelo longo, surge de um citóstoma, um que se arrasta; flagelo anterior quase o mesmo que o da célula em comprimento, flagelo em movimento cerca de duas vezes do corpo da célula em comprimento. Compreende um tubo com uma abertura em forma de abas na sua extremidade anterior. O vacúolo contrátil e o núcleo também são evidentes dentro da célula.

Bioindicação: Alimentam-se de bactérias e detritos. Encontrados em vários ambientes de água doce e em estações de tratamento de esgoto, mas com pouca carga de matéria orgânica.

Figura 39 - *Entosiphon*



Fonte: Protist Information Server (2017)

Peranema Dujardin, 1841

Identificação: Alongado, com uma extremidade posterior ampla ou truncado durante a locomoção. Células com um flagelo anterior proeminente, o flagelo frontal é muito desenvolvido, com a maior parte do movimento ocorrendo perto da ponta, apresenta-se livre, longo e visível, afunilando em direção à extremidade; um segundo flagelo adere à película, para detectá-lo é necessária uma observação extrovertida para detectar o segundo flagelo, que se encontra em um ligeiro sulco na superfície ventral do corpo. Flagelado incolor.

Bioindicação: Podem se alimentar de outros protistas, detritos e bactérias. São encontradas em lagos, lagoas e valas de água doce, e muitas vezes são abundantes no fundo de águas estagnadas ricas em matéria orgânica em decomposição, com elevada temperatura e condutividade elétrica.

Figura 40 - *Peranema*

Fonte: Protist Information Server, 2017

3.2 Análise Final da Bioindicação

Na análise da Lagoa de Pituacu do Parque Metropolitano de Pituacu (PMP), que serviu como referência como reservatório urbano da mata atlântica para qualidade da água, foram listados os 39 taxa de protistas heterotróficos que foram distribuídos em níveis diferentes de poluição orgânica, desde aqueles presentes em zonas de baixa poluição até aqueles encontrados em ambientes de alta poluição, como listados abaixo:

- Em águas limpas: *Blepharisma*, *Chilodonella*, *Halteria* e *Oxytricha*.
- Em águas pouco poluídas: *Campanella*, *Didinium*, *Dileptus*, *Frontonia*, *Stentor* (ciliados); *Entosiphon*, *Peranema* (euglenozoas).
- Em águas moderadamente poluídas: *Lacrymaria*, *Stylonychia*, *Urocentrum*, *Uroleptus*, *Urostyla*, *Zoothanium* (ciliados); *Anisonema* (euglenozoa); *Diffflugia*, (amoebozoário).
- Em águas poluídas: *Coleps*, *Paramecium*, *Colpoda*, *Spirostomum*, *Uronema*, *Vorticella* (ciliados); *Arcella* (amoebozoário); *Euglypha* (cercozoa); e *Actinophrys* (heliozoa).
- Em águas fortemente poluídas: *Aspidisca*, *Carchesium*, *Colpidium*, *Epystilis*, *Loxodes*, *Metopus*, *Tetrahymena* (ciliados); *Bodo* (euglenozoa); *Centropyxis* (amoebozoa) e *Actinosphaerium* (heliozoa).

Com o resultado obtido, foi construído uma tabela de pontuação segundo a presença ou ausência de determinado gênero de protista heterotrófico, dentre os 5 filos estudados (Tabela 1), no reservatório da Lagoa de Pituacu (PMP), que permitirá um parecer da qualidade da água no local, através de um índice de qualidade biológica, como apresentado adiante (Quadro 1).

O índice proposto oferece 3 (três) classes de qualidade da água com valores limites específicos para pontuação de determinados gêneros de protistas heterotróficos e seus respectivos significados.

PONTOS	CILIOPHORA	EUGLENOZOEA	AMEBOZOEA	CERCOZOEA	HELIOZOEA
5	<i>Blepharisma</i> Perty, 1849				
	<i>Chilodonella</i> Strand, 1928				
	<i>Halteria</i> Dujardin, 1841				
	<i>Oxytricha</i> Bory, 1824				
4	<i>Campanella</i> Goldfuss, 1820	<i>Entosiphon</i> Stein, 1878			
	<i>Dicinium</i> Stein, 1859				
	<i>Dileptus</i> Dujardin, 1841	<i>Peranema</i> Dujardin, 1841			
	<i>Frontonia</i> Ehrenberg, 1838				
	<i>Stentor</i> Oken, 1815				
3	<i>Lacymaria</i> Bory St. Vicent, 1824				
	<i>Stylonychia</i> Ehrenberg, 1830				
	<i>Urocentrum</i> (Muller, 1773) Nitzsch, 1827				
	<i>Uroleptus</i> Ehrenberg, 1831	<i>Anisonema</i> Dujardin, 1841	<i>Diffugia</i> Leclerc, 1815		
	<i>Urostyla</i> Ehrenberg, 1830				
	<i>Zoothamnium</i> Bory St Vincent, 1824				
2	<i>Coleps</i> Nitzsch, 1827 <i>Paramecium</i> Muller, 1773				
	<i>Colpoda</i> Muller, 1773				
	<i>Spirostomum</i> Ehrenberg, 1833		<i>Arcella</i> Ehrenberg, 1832	<i>Euglypha</i> Dujardin, 1841	<i>Actinophrys</i> Ehrenberg, 1830
	<i>Uronema</i> Dujardin,				
	<i>Vorticella</i> Linnaeus, 1767				
1	<i>Aspidisca</i> Ehrenberg, 1830				
	<i>Carchesium</i> Ehrenberg, 1831				
	<i>Colpidium</i> Stokes, 1886				
	<i>Epistylis</i> Ehrenberg, 1830	<i>Bodo</i> Ehrenberg, 1830	<i>Centropyxis</i> Stein, 1857		<i>Actinosphaerium</i> Stein, 1857
	<i>Loxodes</i> Ehrenberg, 1830				
	<i>Metopus</i> Claparede e Lechmann, 1858 <i>Tetrahymena</i> Furgason, 1940				

Quadro 1- Índice de Qualidade da Água, segundo os protistas heterotróficos como ferramenta de avaliação.

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO
I	Boa	≥ 40	Águas limpas, não poluídas ou pouco poluídas.
II	Regular	21 - 39	Águas de pouco a moderadamente poluídas.
III	Ruim	≤ 20	Águas muito ou fortemente poluídas.

O índice apresentado partiu da realidade apresentada no reservatório urbano da mata atlântica da Lagoa de Pituaçu (PMP) para protistas heterotróficos como indicadores biológicos e uma adaptação da proposta de Alba-Torcedor (1996) para macroinvertebrados de água doce. Esse índice apresenta-se como protocolo técnico para avaliação de qualidade da água em reservatórios urbanos da mata atlântica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação de um protocolo de controle de qualidade biológica da água utilizando a comunidade de protistas heterotróficos (flagelados, ameboides e ciliados), reforça as possibilidades existentes de um melhor monitoramento dos ecossistemas aquáticos de águas superficiais e um melhor posicionamento na definição de políticas públicas e intervenções ambientais nos reservatórios da mata atlântica. Ao utilizar a comunidade de protistas heterotróficos como ferramenta para o biomonitoramento os avaliadores podem adicionar um indicador que aliado as variáveis ambientais deve obter um diagnóstico adequado das condições qualitativa da água, como recurso natural para a preservação da vida aquática e como recurso socioeconômico para a sociedade.

A pesquisa ampliou o conhecimento sobre os diversos *taxa* presentes em lagos e reservatórios de zonas tropicais, especialmente no bioma de mata atlântica, assim como a possibilidade de novas pesquisas que fomentem cada

vez mais esse conhecimento. É importante salientar que o protocolo criado também pode contribuir nos estudos acadêmicos, auxiliando estudantes e professores na identificação e conhecimento dos *taxa* ocorrentes em reservatórios de águas superficiais da mata atlântica.

O protocolo obtido pode então ser aplicado por órgãos responsáveis pela fiscalização e tratamento dos reservatórios de águas superficiais, mesmo assim nada impede que novas pesquisas possam contribuir no aumento da base de dados sobre a comunidade de protistas heterotróficos em reservatórios, detectando novos *taxa* indicadores de poluição e de mudanças nos ecossistemas aquáticos, ampliando o conhecimento da diversidade biológica nas bacias hidrográficas.

REFERENCIAS

ALBA-TERCEDOR, J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. In: IV SIMPOSIO SOBRE EL AGUA EN ANDALUCÍA (SIAGA), II: p. 203- 213, Almeria, 1996.

BARROS, F.G.N.; AMIN, M.M., **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. Taubaté, SP. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 1, p. 75-108. São Paulo. 2008.

BERNINGER, U.G.; FINLAY, B.J.; KUUPPO-LEINIKKI, P., **Protozoa control of bacterial abundances in fresh water**. Limnology and Oceanography. V. 36. Pp. 139-147. American Society of Limnology and Oceanography, Inc. 1991.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J., **Invertebrados**. 2ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 2007. 968p.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Rio de Janeiro. Caderno Saúde Pública. 19(2):465-473, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/csp/v19n2/15412.pdf> Acesso em 09 de julho de 2015.

_____; OLIVEIRA, R.B.; BAPTISTA, D.F., **Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos Continentais**. Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis* 12(3), 339-345. 2008.

Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2882810.pdf>> Acesso em 28 de novembro de 2015.

COSTA, I.A.S.da; CUNHA, S.R.de S.; PANOSSO, R.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. **Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte**. Oecol. Bras. ,v.13,n.2, p.382-401. 2009.

CPRH, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos, 2011, **Índice e Indicadores de Qualidade da Água – Revisão da Literatura**, Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf> Acesso em: 13 de julho de 2015.

DEBASTIANI, C, MEIRA, B. R. LANSAC-TÔHAA, F. M., VELHO, L. F. M., LANSAC-TÔHAA, F.A., **Protozoa ciliates community structure in urban streams and their environmental use as indicators**. Braz. J. Biol., 2016, vol. 76, no. 4, pp. 1043-1053. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjb/2016nahead/1519-6984-bjb-1519-698408615.pdf> Acesso em: 25 de março de 2017.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826p. 2011

FENCHEL, T., **The ecology of heterotrophic microflagellates**. In: Advances in Microbial Ecology. V.9. pp. 57-97. Springer. US. New York. 1986.

GOULART, M. & CALLISTO, M., **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, ano 2, nº 1. Pará de Minas/MG. 2003 Disponível em: www.santoangelo.uri.br/~briseidy/.../bioindicadores%2019.10.2010.pdf Acesso em 06 de julho em 2016.

JIANG, J.-G.; Wu, S.-G.; Shen, Y.-F. **Effects of seasonal succession and water pollution on the protozoan community structure in an eutrophic lake**. Chemosphere 66 (2007) 523–532. 2007.

MADONI, P. **Ciliated protozoa and water quality in the Parma River (Northern Italy): long-term changes in the community structure**. Hydrobiologia, n.264: p.129-135, 1993. © 1993 Kluwer Academic Publishers. Printed in Belgium.

MADONI, P. **The Contribution of Ciliated Protozoa to Plankton and Benthos Biomass in a European Ricefield**. J. Euk. Microbiol. V.43, n.3, 1996, pp.193-198. 1996 by the Society of Protozoologists.

MEDEIROS, M.L.Q., **Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica**. 2012.74f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ PRODEMA, Natal/ RN, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18229/1/MariaLQM_DISSE RT.pdf Acesso em 01 de julho de 2016.

OLIVEIRA, L.L.D. de; LEITE, M.A.; ROCHA, O. **Caracterização da Comunidade Zooplânctônica do Reservatório de Ilha Solteira e sua Aplicação em Índices de Qualidade da Água**. In: II Simpósio de Ecologia, 2008, São Carlos, SP. Anais do II Simpósio de Ecologia, 2008.

PATTERSON, D. J. **Free-living freshwater protozoa: a colour guide**. New York: J. Wiley & Sons, 223 p.1996

PROTIST INFORMATION SERVER. **Digital specimen archives**. In: Japan Science and Technology Corporation (JST). Disponível em: <http://protist.i.hosei.ac.jp/protist_menuE.html>.

SCOTT, D.B.; MEDIOLLI, F.S. & SCHAFER, C.T. **Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators**. Cambridge: Cambridge University Press.2001.

SHERR, E.B.; SHERR, B.F. **Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs**. *Antonie van Leeuwenhoek* **81**: 293–308, 2002. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. 2002.

SHI, X; TAN, X; LIU, G; YANG, X; Zhang, Z; Liu, X; NIE, P (2009) **Seasonal changes of phytoplankton community and biological evaluation about water quality of an artificial lake in Northeast China**. *J Hangzhou Norm Univ* 8:132–142, in Chinese, with English abstract. 2009.

SHI, X., Liu X.; LIU, G.; SUN, Z; Xu, H. (2012) **An approach to analyzing spatial patterns of protozoan communities for assessing water quality in the Hangzhou section of Jing-Hang Grand Canal in China**. *Environ Sci Pollut Res* (2012) 19:739–747. 2012.

SIEMENSMA, F. J., ***Microworld, world of amoeboid organisms***. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands. <http://www.arcella.nl>.

TAN, X; SHI, X; LIU, G; Xu, H; Nie, P. **An approach to analyzing taxonomic patterns of protozoan communities for monitoring water quality in Songhua River, northeast China**. *Hydrobiologia* (2010) 638:193–201. 2010

TELES, A. M. & BAUTISTA, H. P. **Flora do Parque Metropolitano de Pituçu e seus arredores, Salvador, Bahia: Compositae** In: Resumos do 52º Congresso Nacional de Botânica. João Pessoa: Espaço Cultural José Lins do Rego. p. 235. 2001

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo. Oficina de Textos. 635 p. 2008.

WASHINGTON, H. G., **Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems**. *Water Research*, 18:653-694.1984.

WHITFIELD, J. **Vital signs**. *Nature*, 411 (28): 989-990. 2001

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa intitulada “Protistas Heterotróficos como ferramenta para avaliação da qualidade da água em reservatórios urbanos da Mata Atlântica” baseou-se na hipótese de que atividades antrópicas têm alterado o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos continentais, promovendo mudanças na composição e dinâmica das populações de organismos aquáticos, entre esses organismos estão os protistas heterotróficos que respondem rapidamente essas mudanças, pois possuem ciclo de vida curto e estrutura bem simples.

O estudo ocorreu na Lagoa de Pituaçu (PMP), um reservatório urbano situado dentro de um fragmento de mata atlântica, no município de Salvador, Bahia.

Após análise da composição da comunidade de protistas heterotróficos da lagoa, verificou-se que essa se mostrou bastante diversificada e com uma destacada riqueza de taxa. O estudo dessa comunidade entre 2004-2017 permitiu conhecer melhor a ocorrência dos principais grupos desses taxa em uma parte representativa da Mata Atlântica no Estado da Bahia, onde os registros são considerados escassos.

Alterações nas condições abióticas de um ecossistema aquático podem promover respostas diversas por parte dos protistas heterotróficos, considerados organismos fundamentais na cadeia trófica microbiana. Associar algumas variáveis abióticas com a composição e distribuição desses organismos contribuiu para compreender diversas respostas apresentadas pelos taxa identificados. Presentes em pontos com maior concentração de matéria orgânica (nutrientes) e temperatura elevadas da água (típicas de reservatórios tropicais), assim como altos valores de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (STD), os protistas identificados permitiram associá-los as variáveis abióticas analisadas.

Para finalizar a pesquisa foi elaborado um protocolo técnico de controle de qualidade da água empregando a comunidade de protistas heterotróficos, a partir de descrições da bioindicação e uma escala de pontuação que posiciona o táxon em um nível de maior sensibilidade a um de maior tolerância. A apresentação desse protocolo reforça as possibilidades existentes de um melhor monitoramento dos ecossistemas aquáticos de águas superficiais e um melhor

posicionamento na definição de políticas públicas e intervenções ambientais nos reservatórios da mata atlântica.

O protocolo obtido pode então ser aplicado por órgãos responsáveis pela fiscalização e tratamento dos reservatórios de águas superficiais, assim como pode ser usado em atividades acadêmicas para pesquisa de campo com protistas heterotróficos. O índice para avaliação da qualidade de água apresentado no final da pesquisa é um produto a ser aplicado nos estudos com reservatórios urbanos da mata atlântica.

Futuros estudos sobre a comunidade de protistas heterotróficos em reservatórios podem contribuir no aumento da base de dados, detectando novos taxa indicadores de poluição e de mudanças nos ecossistemas aquáticos, ampliando o conhecimento da diversidade biológica nas bacias hidrográficas.